



---

**XV Encontro Nacional de  
FÍSICA DA  
MATÉRIA CONDENSADA**

---

**Caxambu, 5 a 9 de Maio de 1992**

---

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**XV ENCONTRO NACIONAL  
DE FÍSICA  
DA MATÉRIA CONDENSADA**

**PROGRAMA  
E  
RESUMOS**

530.406 Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, 15,

E56f Caxambu, 1992

15 Física da Matéria Condensada: programas e resumos, São Paulo, S.B.F., 1992  
408 p.

1. Física da Matéria Condensada - Congressos; I. Título

## **XV ENCONTRO NACIONAL DE FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA**

### **COMISSÃO ORGANIZADORA**

- Amando Siuiti Ito (IFUSP) (Coordenador)
- Diana J. R. Guenzburger (CBPF)
- José Albino Aguiar (UFPe)
- Marco Antônio Amato (UnB)
- Paulo Henrique Dionísio (UFRGS)

### **FONTES PATROCINADORAS**

- FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
- FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
- FAPERGS - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul
- FACEPE - Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco
- FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

### **APOIO**

- CONEC
- EDITORA HARBRA
- IBM DO BRASIL
- INSTRUTÉCNICA
- MESBLA
- DIVEC
- OPTO-ELETRÔNICA

### **ORGANIZAÇÃO E PRODUÇÃO**

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Claudia Malzone

Fernando Luis C. S. Braga

Maria Aparecida B. P. Gennari

Neusa Maria Lucas Martin

Sivaldo P. Braga



## COORDENADORES E SIGLAS DOS GRUPOS DE TRABALHO

- ATO - Física Atômica e Molecular: José Rachid Mohallem (UFMG)  
BIO - Biofísica: Maria Teresa Lamy Freund (IFUSP)  
CRI - Cristalografia: Glaucius Oliva (IFQSC)  
DEF - Defeitos, Crescimento, Caract. e Teoria de Cristais: Oswaldo L. Alves (UNICAMP)  
EST - Física Estatística e Fenômenos Críticos: Constantino Tsallis (CBPF)  
INS - Instrumentação: Josué Mendes Filho (UFCE)  
LIQ - Cristais Líquidos: Teodósio Kroin (UFSC)  
MAG - Magnetismo: Hercílio Rechemberg (IFUSP)  
MAT - Ciência dos Materiais: José Mestnik Filho (IPEN)  
MET - Metais e Ligas: Helena Maria Petrilli (IFUSP)  
OTI - Ótica: Hugo Fragnito (UNICAMP)  
POL - Polímeros: Bernardo Laks (UNICAMP)  
RES - Ressonância Magnética: Tito José Bonagamba (IFQSC)  
SEM - Semicondutores: Marília J. Caldas (IFUSP)  
SUC - Supercondutividade: Paulo Pureur Neto (UFRGS)  
SUF - Superfícies e Filmes Finos: Carlos Alberto Achete (COPPE/UFRJ)

### COMITÊ LOCAL

- Ana Regina Blak (IFUSP)
- Carlos Henrique Westphal (IFUSP)
- Diomar R. S. Bittencourt (IFUSP)

## ÍNDICE

<b>HORÁRIO E PROGRAMAÇÃO DAS ATIVIDADES .....</b>	<b>7</b>
<b>DISTRIBUIÇÃO DAS SALAS .....</b>	<b>8</b>
<b>MAPA - HOTEL GLÓRIA .....</b>	<b>9</b>
<b>TRABALHOS CONVIDADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>PALESTRAS CONVIDADAS .....</b>	<b>13</b>
<b>ESPECIAIS .....</b>	<b>15</b>
<b>COMUNICAÇÕES</b>	
<b>ATO .....</b>	<b>17</b>
<b>BIO .....</b>	<b>39</b>
<b>CRI .....</b>	<b>63</b>
<b>DEF .....</b>	<b>83</b>
<b>EST .....</b>	<b>107</b>
<b>INS .....</b>	<b>153</b>
<b>LIQ .....</b>	<b>181</b>
<b>MAG .....</b>	<b>189</b>
<b>MAT .....</b>	<b>211</b>
<b>MET .....</b>	<b>233</b>
<b>OTI .....</b>	<b>249</b>
<b>POL .....</b>	<b>281</b>
<b>RES .....</b>	<b>299</b>
<b>SEM .....</b>	<b>313</b>
<b>SUC .....</b>	<b>353</b>
<b>SUF .....</b>	<b>369</b>
<b>ÍNDICE DE AUTORES .....</b>	<b>391</b>

### PROGRAMAÇÃO DAS ATIVIDADES

HORÁRIO	3ª Feira - 05/05	4ª Feira - 06/05	5ª Feira - 07/05	6ª Feira - 08/05
8:00 às 12:30 h		COMUNICAÇÕES ORAIS	COMUNICAÇÕES ORAIS	COMUNICAÇÕES ORAIS
12:30 às 14:00 h		ALMOÇO	ALMOÇO	ALMOÇO
14:00 às 16:30 h		PAINÉIS	PAINÉIS	PAINÉIS
16:30 às 18:30 h		PALESTRAS PLENÁRIAS	PALESTRAS PLENÁRIAS	PALESTRAS PLENÁRIAS
20:30 h	SESSÃO DE ABERTURA	MESA REDONDA	PALESTRA	ASSEMBLÉIA GERAL

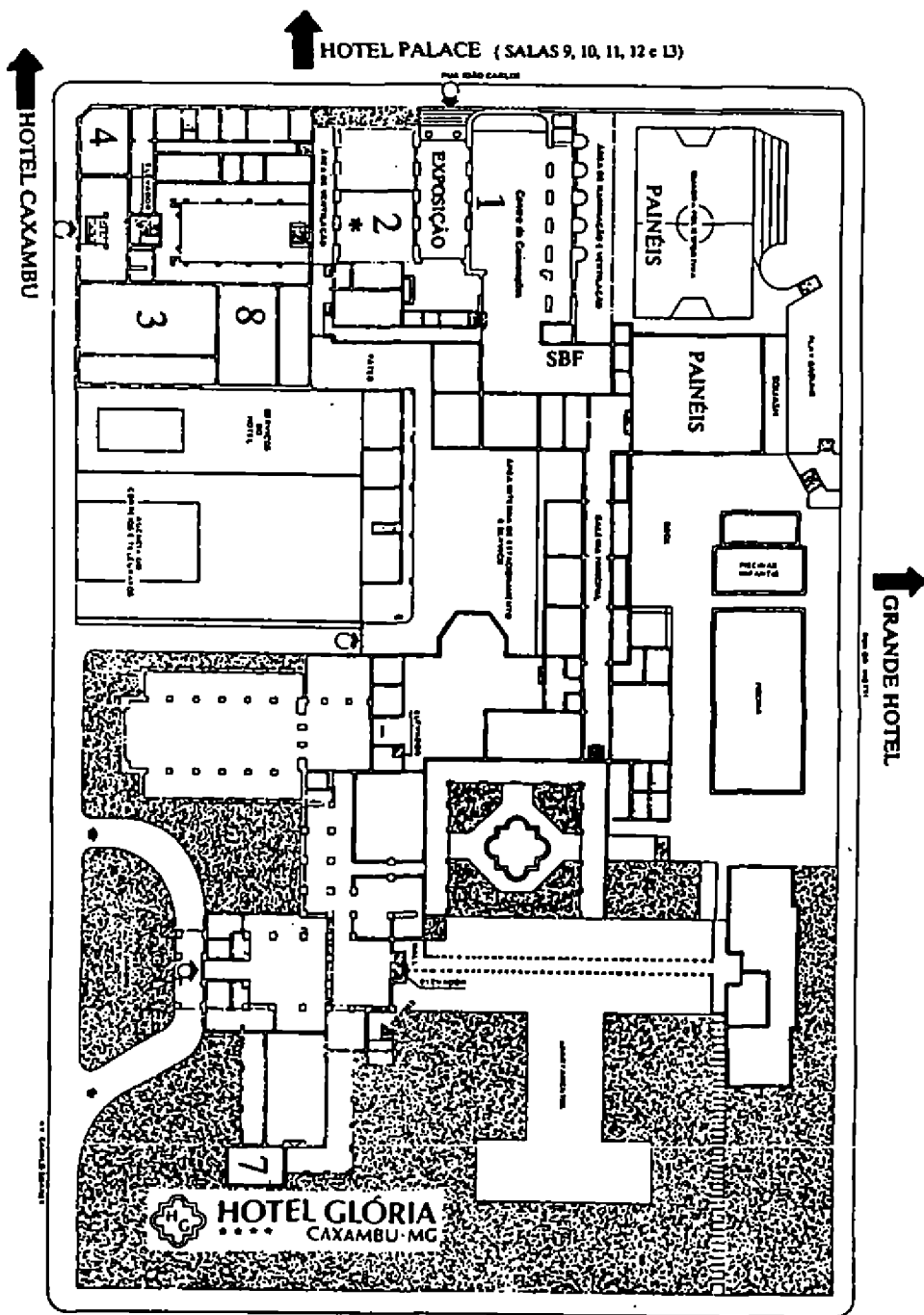
## **DISTRIBUIÇÃO DAS SALAS ENTRE OS GRUPOS DE TRABALHO**

### **A- Comunicações Orais**

SALA	4ª Feira - 06/05	5ª Feira - 07/05	6ª Feira - 08/05
01	SEM	SEM	SEM
02	OTI	OTI	OTI
03	MAG	MAG	MET
04	ATO	ATO	ATO
05	BIO	INS	BIO
06	RES	RES	INS
07	LIQ	POL	POL
08	MET	SUP	SUP
09	CRI	CRI	CRI
10	DEF	DEF	DEF
11	MAT	-	MAT
12	EST	EST	EST
13	SUC	SUC	-

### **B- Painéis**

GRUPO	4ª Feira - 06/05	5ª Feira - 07/05	6ª Feira - 08/05
ATO	001 a 010	001 a 012	-
BIO	-	013 a 030	001 a 013
CRI	011 a 029	-	-
DEF	-	031 a 040	014 a 029
EST	030 a 054	041 a 065	030 a 052
INS	055 a 074	066 a 087	-
LIQ	-	-	-
MAG	-	-	053 a 070
MAT	-	088 a 108	-
MET	075 a 086	-	-
OTI	-	109 a 124	071 a 090
POL	-	125 a 131	-
RES	087 a 102	-	-
SEM	103 a 123	132 a 155	091 a 109
SUC	-	-	110 a 116
SUP	-	-	117 a 138



\* Salas 5 e 6 (localizadas no pavimento superior acima da sala 2)

## **TRABALHOS CONVIDADOS**

(COMUNICAÇÕES ORAIS CONVIDADAS, COM DURAÇÃO DE 30 MINUTOS, APRESENTADAS NOS HORÁRIOS E LOCAIS DOS RESPECTIVOS GRUPOS).

### **Dia 06/05 - 4a. feira**

- ATO - "OBSERVATION OF VAN DER WAALS SURFACE ATTRACTION ON ATOMIC SPECTRA"**  
M.Oria\*, M.Chevrollier, M.Fichet, D.Bloch and M.Ducloy - (Université Paris-Nord, \*IFQSC - USP) 8:15h - Pág. 19
- BIO - "FÍSICA DOS SISTEMAS VIVOS: BIOMEMBRANAS"**  
P. M. Bisch (CBPF) - 10:30h - Pág. 43
- CRI - "O LABORATÓRIO NACIONAL DE LUZ SÍNCROTRON E A SUA INTE- RAÇÃO COM GRUPOS DE FUTUROS USUÁRIOS"**  
A. Craievich (Lab. Nac. de Luz Síncrotron e IFUSP) - 10:30h - Pág. 66
- DEF - "PRINCÍPIOS PARA O ESTUDO DE DEFEITOS EM MATERIAIS NO DOMÍNIO ELETRO-ÓPTICO"**  
P.Trzesniak, J.F.Lima, M.E.G.Valério e E.Okuno (EFE de Itajubá, UFSergipe e IFUSP) - 9:30h - Pág. 85
- OTI - "ÓTICA QUÂNTICA E NÃO LINEAR UTILIZANDO OSCILADOR PARA- MÉTRICO NÃO DEGENERADO"**  
S.F. Pereira, Z.Y. Ou, K.C. Peng, H.J. Kimble, Caltech 12-33, Pasadena, CA 91125, USA - 8:00h - Pág. 251
- "PROCESSOS DE TROCA IÔNICA EM VIDROS PARA DISPOSITIVOS ÓPTICOS"**  
M.A. Oliveira, C.F. Pardi, L.F. de Tella, C.L. Cesar e L.C. Barbosa (UNI- CAMP), O.L. Alves (IQ-UNICAMP) - 10:30h - Pág. 253
- EST - "EFEITOS DE FLUTUAÇÕES EM MODELO PARA MICROEMULSÕES"**  
Márcia C.B. Barbosa (IF-UFRGS) - 8:10h - Pág. 109
- LIQ - "PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA DE SISTEMAS ANFÍLICOS"**  
Frank Quina (IQ-USP) - 8:00h - Pág. 183

Dia 07/05 - 5a. feira

- ATO - "DOUBLY EXCITED STATES OF TWO ELECTRON SYSTEMS: A TIME DEPENDENT PERTURBATION APPROACH"  
P.K.Mukherjee (Depto. de Física - UFPE, on leave from Spectroscopy Department, Indian Association for the Cultivation of Science) - 8:15h - Pág. 23
- CRI - "DETERMINATION OF THE QUATERNARY STRUCTURE OF BIOPOLYMERS FROM SOLUTION SCATTERING"  
D.I.Svergun (European Molecular Biology Laboratory, Hamburg, Germany) - 10:30h - Pág. 70
- DEF - "CARACTERIZAÇÃO DE ESTRUTURAS HETEROEPITAXIAIS POR SIMULAÇÃO DE DIFRAÇÃO MÚLTIPLA DE RAIOS-X"  
S.L.Morelhão e L.P.Cardoso (IFGW, Unicamp) - 9:30h - Pág. 89
- "CAMADAS FINAS E FILMES FINOS DE HALOGENETOS ALCALINOS COLORIDOS POR FEIXES ELETRÔNICOS DE BAIXA ENERGIA: PROPRIEDADES ÓPTICAS E APLICAÇÕES"  
M.Cremona, R.M.Monteriali, G.Baldacchini (ENEA, CRE Frascati - Italia); E.Somma (Dept. de Física, Universidade de Roma I - Italia); L.C.Scavarda do Carmo, R.A.Nunes (Depto. de Física, PUC-Rio) - 11:50h - Pág. 91
- EST - "TEORIA ESTATÍSTICA DAS PROPRIEDADES DE VOLUME E SUPERFÍCIE DOS CRISTAIS ANARMÔNICOS"  
Viatcheslav I. Zubov (Depto. de Física - UFGO) - 8:10h - Pág. 114
- INS - "LASERS VIBRÔNICOS NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO"  
Nilson Dias Vieira Junior (IPEN/CNEN) - 8:00h - Pág. 155
- OTI - "DESDOBRAMENTOS NAS FORMAS DE LINHA DO SINAL DE ABSORÇÃO SATURADA EM SF<sub>6</sub> NO REGIME DE CAMPOS INTENSOS"  
P.C. de Oliveira, D.B. Jasmin, J.R. Rios Leite (UFPE); O. Di Lorenzo Filho (UFPB) - 8:00h - Pág. 256
- "BATIMENTOS DE POLARIZAÇÕES MEDIADOS POR TRANSIÇÕES RAMAN"  
H. Ma, A.S.L. Gomes e Cid B. de Araújo (UFPE) - 10:30h - Pág. 258
- RES - "EPR PULSADO"  
C.J.Magon (IFQSC - USP) - 8:10h - Pág. 304
- "A TOMOGRAFIA POR RMN EM SÃO CARLOS"  
H.Panepucci (IFQSC - USP) - 9:20h - Pág. 304
- SEM - "THE QUANTUM HALL EFFECT AND RELATED DEVELOPMENT"  
Vipin Srivastava (INPE/University of Hyderabad - India) - 8:30h - Pág. 319



**Dia 08/05 - 6a. feira**

- ATO - "APRISIONAMENTO MAGNETO-ÓPTICO DE ÁTOMOS DE SÓDIO A PARTIR DE VAPOR"**  
V.Bagnato, L.Marcassa, M.Oriá, S.Surdutovich (IFQSC - USP) - 8:45h - Pág. 27
- DEF - "SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS ESTATÍSTICAS EM SOLUÇÕES DE  $\text{CaF}_2$ , com  $\text{YbF}_3$ ,  $\text{LaF}_3$  e  $\text{AlF}_3$ "**  
M.E.G. Valério, A.R.Blak e R.A.Jackson (UF Sergipe, IFUSP e University of Keele - UK) - 9:30h - Pág. 92
- EST - "MECÂNICA ESTATÍSTICA QUÂNTICA NO ESPAÇO DE FASE: DISTRIBUIÇÕES DE WIGNER"**  
C.Scherer (Instituto de Física - UFRGS) - 8:10h - Pág. 119
- "CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA DO FENÔMENO "FINGERING" EM UM MEIO POROSO ATRAVÉS DA TEORIA FRACTAL: SIMULAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO"**  
Adolfo Posadas D.\*, Silvio Crestana e Roberto Nicolau Onody\* (\*IFQSC-USP e NPDI-EMBRAPA, São Carlos) - 10:30h - Pág. 121
- INS - "THE LASER DOPPLER VIBROMETER: NEW PORTABLE INSTRUMENT"**  
A.A.Kamshilin (A.F.Ioffe Phys.-Tech. Institute, St.Petersburg, Russia) - 8:00h - Pág. 160
- OTI - "ELETRONS E BURACOS EM CRISTAIS FOTORREFRATIVOS"**  
Jaime Frejlich e Paulo M. Garcia (UNICAMP) - 8:00h - Pág. 261
- "LASER MONOMODO DINÂMICO TIPO RIDGE - DFB OPERANDO EM 1550nm"**  
Antonio C. Sachs, Cássia M.A. Coghi, Ayrton A. Bernussi, Franklin M. Matinaga, Rubens do Amaral Neto, Antonio Carlos G. Bordeaux Rego (CPqD-Telebrás) - 10:30h - Pág. 264

## PALESTRAS CONVIDADAS

### DIA 06/05 - 4a. feira

**16:30h**

OTI/SEM - "LASER SEMICONDUTOR MICROCAVIDADE E APLICAÇÕES  
EM ÓPTICA QUÂNTICA" - sala 2

R.Horowicz (NTT - JAPAN)

SEM/SUF/MET/POL/BIO/MAG - "LARGE SCALE ELETRONIC STRUCTURE  
CALCULATIONS" - sala 9

M.Parrinello (IBM - ZURICH)

SUC/DEF - "ROLE OF LATTICE DYNAMICS IN SUPERCONDUCTIVITY OF OX-  
IDES" - sala 1

F.Gervais - (ORLEANS - FRANCE)

**17:30h**

LIQ/BIO - "VESÍCULAS DE ANFILÍLICOS SINTÉTICOS, ESTRUTURA, ALGUMAS  
INTERAÇÕES E REAÇÕES" - sala 9

H.Chaimovich (IQ/USP)

MET/MAG/SUF/RES/DEF/SEM - "TOTAL ENERGY CALCULATIONS FOR  
POINT DEFECTS IN METAL" - sala 1

P.H.Dederichs (JÜLICH)

OTI/SEM - "ESPECTROSCOPIA NÃO LINEAR DE ÁTOMOS FRIOS"

J.W.R. Tabosa (Departamento de Física - UFPe) - sala 2

### DIA 07/05 - 5a. feira

**16:30h**

ATO - "HIGH ACCURACY COMPUTACIONAL MOLECULAR PHYSICS FOR  
NEUTRINO MASS DETERMINATION AND MUON CATALYZED FU-  
SION" - sala 2

H.Monkhorst (FLORIDA - USA)

RES - "NMR DE ALTA RESOLUÇÃO EM C60" - sala 1

C.Yannoni (IBM - SAN JOSE)

SUC/EST - "WHAT KIND OF LIQUID ARE THE HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS?" - sala 9  
K.Bedell (LOS ALAMOS - USA)

**17:30h**

BIO/EST - "DIRECT METHODS IN NON LINEAR PHYSICS" - sala 9  
L.Brenig (BRUXELAS)

MET/MAG/SUF/RES/DEF/SEM - "STATIC AND DINAMIC HYPERFINE INTERACTIONS IN RARE-EARTH MATERIALS"  
sala 1  
W.D.Brewer (BERLIN)

**DIA 08/05 - 6a. feira**

**10:30h**

BIO/RES - "MAGNETIC INTERACTIONS IN PHOTOSYNTHETIC REACTION CENTERS FROM BACTERIA" - sala 9  
R.Calvo (SANTA FÉ - ARG)

CRI/MAT - "NEW TRENDS OF SYNCHROTRON LIGHT APPLICATIONS IN MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY" - sala 2  
V.Saile (LOUISIANA - USA)

EST - "SISTEMAS COMPLEXOS" - sala 1  
P.M.C.Oliveira (UFF)

**17:30h**

BIO/RES - "RPE DE MICELAS TRATADAS COMO COMPARTIMENTOS INDEPENDENTES" - sala 9  
B.Bales (CALIFORNIA - USA)

SUC - "THE ENTROPY IN QUANTUM SYSTEMS: MAGNETIC FLUX IN HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS" - sala 1  
P.de La Cruz (BARILOCHE - ARG)

## ESPECIAIS

### DIA 05/05 - 3a. FEIRA

20:30h - "SESSÃO DE ABERTURA"

### DIA 06/05 - 4a. FEIRA

20:30h - MESA REDONDA

"PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTO DA PESQUISA NO BRASIL"

F.C.Zawislak (SBF) - Coordenador

E.Candotti (SBPC)

E.R.Durham (MEC)

J.Guimarães (CNPq)

### DIA 07/05 - 5a FEIRA

20:30h - PALESTRA

"A CHEMICAL AND THEORETICAL APPROACH TO BONDING ON SURFACES"

R.Hoffmann, Cornell University, Prêmio Nobel de Química, 1981.

### DIA 08/05 - 6a. FEIRA

20:30h - "ASSEMBLÉIA GERAL"

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**ATO - Física Atômica e Molecular**

ATD/08:15/4a.

TC

OBSERVATION OF VAN DER WAALS SURFACE  
 ATTRACTION ON ATOMIC SPECTRA  
 M. ORJACIO, M. CHEVROLIER, M. FICHET,  
 D. BLOCH AND M. DUCLOY  
 Lab. de physique des lasers  
 Université Paris-Nord France

The van der Waals attraction exerted by a wall on a atomic vapor is observed spectrally for the first time. The experimental technique relies on the cooperation between FM-selective reflection spectroscopy at an interface, which probes atoms close to a surface, and (volume) saturated absorption spectroscopy. The systematically observed red-shift and lineshape asymmetry are consistently interpreted through a  $z$  position-dependence of the atomic resonance, as shown with the reported variations with pressure, incidence angle, nature of the dielectric surface, or strength of the atomic transitions. Finally, new prospects are discussed, related with the demonstrated possibility of observing van der Waals attraction for short lifetime excited levels, and exerted by a dielectric surface.

Present Address: DFCM/Instituto de Física e Química de S. Carlos  
 Universidade de Sao Paulo Sao Carlos SP

ATD/08:43/4a.

IFGW-UNICAMP

NOVA TEORIA DE POTENCIAL QUÂNTICO. R.L. Monaco e G.O. Cabrerá -

Neste trabalho, uma nova teoria de potencial quântico é explicitamente calculada na experiência das duas fendas. Esta formulação preserva a noção de trajetória e pode ser considerada como sendo conceitualmente similar à Teoria Quântica sugerida por De Broglie e Bohm. Uma comprovação experimental desta nova formulação é proposta.

ATD/09:00/4a.

THE OVERTONE SPECTRUM OF FLUOROMONOACETYLENE IN THE ALGEBRAIC APPROACH  
 E. S. Bernardes, Y. M. Hornos and J. Hornos DFCM-IFQSC-USP

We have used the algebraic method in the dynamical symmetry limit for the analysis of the fluoromonoacetylene (HCCF) vibrational spectrum, our results compare with the experimental results of J. K. Holland, D. A. Newnham and I. M. Mills, (Molec.-Phys., 319-330, 1989), with an rms deviation of  $11.08 \text{ cm}^{-1}$  for 17 bending states, 18 stretching states and 28 mixed states up to  $15\,000 \text{ cm}^{-1}$ .

Acknowledgments: FAPESP and CNPq.

ATD/09.13/4a.

**Espectroscopia a Alta Resolução do Metanol, de 28 a 1100  $\text{cm}^{-1}$**

J.C.S. Moraes, G. Moruzzi, F. Strumia, B.P. Winnewisser

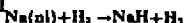
O trabalho sistemático de "assignment" de linhas de absorção IV e IVL do metanol vem sendo realizado há alguns anos pelo Prof. Moruzzi da Universidade de Pisa. Temos revisito este trabalho utilizando: 1. um novo espectro a Transformada de Fourier de melhor resolução ( $0,010 \text{ cm}^{-1}$ ) e; 2. uma nova rotina computacional para resolver linhas experimentais superpostas, não resolvidas pelo espectrómetro.

Como uma consequência, temos elevado para um pouco mais de 30000 linhas de absorção identificadas e também encontrado evidência para uma nova perturbação afetando os níveis ( $n=4$ ;  $K=0$ ;  $J^{\prime}A$ ), por encontrar séries inteiras P, Q e R de transições proibidas. Uma revisão dos "assignments" de linhas laser IVL do metanol.

Suporte Financeiro: CNPq

ATD/09.30/4a.

**Estudo da Dinâmica das Reações Fotoinduzidas**



Ricardo R.B. Correia e Silvío L. S. Cunha Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS

Hidreto de Sódio (NaH) é produzido numa mistura de hidrogênio molecular e vapor de sódio através de uma colisão rativa, quando sódio é excitado nos estados 3p, 3s e 4d. O NaH nascente pode ser monitorado usando a técnica CARS ressonante para medir os primeiro, segundo e terceiro overtone no estado fundamental  $X^1\Sigma^+$  do NaH. As ressonâncias acidentais do primeiro fóton do processo de mistura de quatro ondas do método CARS (Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy) com transições eletrônicas entre os estados  $A^1\Sigma^+ \rightarrow X^1\Sigma^+$  ( $\nu = 1 - \nu' = 0$ ) do NaH, conferem a esta técnica alta sensibilidade, possibilitando assim a observação do produto nascente da reação  $\text{Na}(n1) + \text{H}_2 \rightarrow \text{NaH} + \text{H}$ . Nós discutimos os diversos mecanismos de excitação do sódio nos estados n1 e as respectivas possibilidades de reação com a molécula diatômica do hidrogênio.

ATD/09.43/4a.

**ESPECTROSCOPIA COM DOIS CAMPOS ÓTICOS EM DÍMEROS DE**

**SÓDIO PRODUZIDOS A PARTIR DE UMA EXPANSÃO SUPERSÔNICA- E. Marega Jr., V.S.**

Regnato e S.C. Zilio- Instituto de Física e Química de São Carlos-USP

Aglomerados de Sódio ( $\text{Na}_2$ ,  $\text{Na}_3$ , ...) foram produzidos a partir da expansão supersônica do vapor deste metal. Os agregados são produzidos durante a expansão devido às colisões entre os átomos. Após a expansão o número de colisões é praticamente desprezível, isto permite aos agregados uma estabilidade estrutural necessária à espectroscopia no feixe supersônico. Para estudar os níveis rovibracionais destes agregados, foram utilizadas duas técnicas de campo duplo: Depopulação Ótica e Raman Estimulado. Com estas técnicas é possível estudar, com uma boa resolução, a estrutura de níveis de um único tipo de agregado, sem que o outro tipo de agregado presente no feixe, dificulte o entendimento do espectro obtido.

Apoio: FAPESP



ATQ/10.30/4a.

OPERAÇÃO DE UM LASER DE DINÂMICA DE GASES DE CO<sub>2</sub> ACIONADO POR TU  
BO DE CHOQUE NA BANDA DE 16- $\mu$ m - Marco A. S. Mirizzi and Jeffrey  
sou L. S. Oliva - Instituto de Estudos Avançados - CIA.

Um pequeno tubo de choque medindo 6 m de comprimento foi convenientemente modificado de modo a acionar um Laser de Dinâmica de Gases, LCD, de CO<sub>2</sub>. Esse laser tem sido operado com sucesso em 10,6  $\mu$ m emitindo pulsos de 100  $\mu$ s com largura de 100  $\mu$ s. O LCD em discussão possui um meio ativo de apenas 70 cm e com a adição de uma célula de BCl<sub>3</sub> na cavidade a óptica adequada espera-se obter ação laser de 9,6  $\mu$ m. A referida ação laser popular é o nível (0200) que está decarretando emitindo em 16  $\mu$ m (cascata). Como consequência o feixe de saída contém dois comprimentos de onda diferentes os quais serão separados através de filtros.

ATQ/10.45/4a.

### FUNÇÕES DE ONDA NÃO-ADIABÁTICAS PARA O ÁTOMO DE HÉLIO

J. E. M. Hornos, M. Mazili DFCM-IFQSC-USP

O átomo de hélio constitui-se um problema Coulombiano de três corpos. O presente estudo utiliza-se do formalismo hiperesférico onde são introduzidas novas variáveis ( $R, \alpha$ ) com o objetivo de se obter uma separação parcial das equações angular e radial. Esta semi-separabilidade caracteriza o Tratamento Adiabático. A resolução da equação angular é feita expandindo-se a função de onda angular numa base formada pelos harmônicos esféricos de duas partículas e pelos Polinômios de Jacobi. Os auto-valores  $[U(R)]$  do operador angular  $[U(R, \alpha)]$  são chamados Curvas de Potenciais. No sistema de equações radiais, os termos de acoplamento são chamados termos Não-Adiabáticos. A chamada Aproximação Adiabática Extrema (AAE) consiste em desacoplar as equações através do anulamento desses termos. O objetivo deste trabalho é obter as funções de onda não-adiabáticas, isto é, introduzir os termos de acoplamento nas equações radiais. O comportamento da função radial é analisado próximo da origem ( $R \sim 0$ ) e no limite assintótico ( $R \rightarrow \infty$ ).

Agradecimentos: FAPESP, CNPq, FINEP

ATQ/11.00/4a.

### TRANSFERÊNCIA DE ELÉTRONS PARA ESTADOS DO CONTÍNUO DE PROJÉIS NEUTROS EM COLISÕES ATÔMICAS

C.M. Rigand (Departamento de Física, PUC-Rio)

O estudo do pico em forma de cuspíde que aparece no espectro de energia dos elétrons emitidos a  $0^\circ$  em colisões ion-átomo, ou energia que corresponde a uma velocidade eletrônica igual à do projétil, é estudado para colisões onde o projétil é um átomo neutro. Neste caso, desvirtuamento de caso iônico, o campo Coulombiano de longo alcance do projétil é fortemente blindado. Medidas dos espectros de energia de elétrons em coincidência com os estados de carga emergentes permitem a distinção entre os diversos mecanismos que podem dar origem à cuspíde (por exemplo, captura e perda eletrônica ao contínuo).

São apresentados resultados recentes envolvendo projéteis neutros de H e He incidentes sobre átomos de He e Ar; todos os espectros eletrônicos observados apresentam uma estrutura em forma de cuspíde. Os dados correspondentes aos feixes emergentes neutros são comparados com os modelos teóricos existentes para captura eletrônica ao contínuo.

ATD/11.15/46.

EFEITOS DE BLINDAGEM E ANTI-BLINDAGEM EM COLISÕES DE  $H^+$  COM  $H_2$  e  $H$ 

W.S. Malin, E.C. Montenegro (PUC-Rio), W.E. Meyerhof (Stanford Univ., USA) e A.C. de Pinho (USP, SP)

Efeitos de correlação dinâmica em colisões iônicas comente podem ser analisados apropriadamente quando mecanismos competitivos podem ser separados um dos outros. Isto pode ser conseguido analisando-se ambos os produtos de colisão (ion de recuo e projétil incidente) com respeito aos diversos estados de carga resultantes. Descrevemos neste trabalho, uma série de experiências realizadas no acelerador Van de Graaff da PUC-Rio, na qual estudamos os sistemas  $H^+ + (H_2, H) \rightarrow H^+ + (H^+, H_2)$  e  $H^+ + (H_2, H) \rightarrow H^{++} + (H^+, H_2^+)$  na região de 2.0 a 4.0 MeV. Além de medidas "singlas" e em coincidência (entre os dois parceiros da colisão) podemos identificar, além dos diversos canais que majoritariamente são apresentados, tais como ionização do alvo, ionização do projétil, ionização dupla, etc., os mecanismos alternativos que contribuem para cada um destes canais.

ATD/11.30/46.

## CORRELAÇÕES DINÂMICAS EM COLISÕES ATÔMICAS

E.C. Montenegro (PUC-RIO)

Nesta comunicação apresentamos uma série de resultados tanto teóricos quanto experimentais, relativos a efeitos de correlação elétron-elétron em colisões de dois centros entre íons pesados multiplicitamente carregados e átomos neutros, na região de energias intermediárias.

Efeitos de blindagem (screening) e anti-blindagem (antiscreeening) na ionização do projétil são analisados à luz da teoria de perturbação dependente do tempo (aproximação semi-clássica) e resultados experimentais relacionando esses mecanismos com outros canais de colisão, tais como captura eletrônica pelo projétil e ionização do alvo, são apresentados.

ATD/11.45/46.

## INFLUÊNCIA DE TRACOS DE NITROGÊNIO E HIDROGÊNIO NO GRAU DE DISSOCIAÇÃO DO OXIGÊNIO EM DESCARGAS D.C. Claudio Hahnemann, Antônio Rogério de Souza e José de Pinho Alves Neto. Departamento de Física - Universidade Federal de Santa Catarina.

Descargas de oxigênio são largamente utilizadas nas mais diversas aplicações (Oxidação de Polímeros, Microeletrônica, tratamento de superfícies metálicas, etc.). Em todas estas aplicações, o grau de dissociação do oxigênio constitui-se um parâmetro fundamental do processo. Neste trabalho, são mostrados os resultados experimentais, da influência da impureza ( $N_2, H_2$ ) no grau de dissociação do oxigênio numa descarga d.c. em fluxo. Os resultados mostram que traços de impureza aumentam o grau de dissociação em até 100%, o que pode ser altamente interessante para determinadas aplicações.

Apoio CNPq, FAPCT

ATO/08.15/75a.

TC

**DOUBLY EXCITED STATES OF TWO ELECTRON SYSTEMS;  
A TIME DEPENDENT PERTURBATION APPROACH**

P.E. Mukherjee\*

Departamento de Física - UFPE, 50720 Recife-PE

Doubly excited states of two electron systems have been extensively studied in recent years chiefly because of their anticombling nature and their importance in astrophysics. A new approach based on time dependent perturbation theory has been presented here for the study of such states. The electronic charge cloud of the two electron system is taken as a single entity and their collective excitation modes are analyzed using a harmonic perturbation. The excitation energies are obtained from the position of poles of a suitably constructed variational functional. The theory is linear in perturbation strength parameter and excitations to different symmetries can be studied with appropriate choice of the spatial and spin parts of the perturbation operator. Applications to doubly excited  $1^2S$ ,  $1^2P$ ,  $1^2D$ ,  $1^2F$  and  $1^2G$  states of He isoelectronic sequence up to  $B^{2+}$  yielded encouraging results.

\*On leave from Spectroscopy Department  
Indian Association for the Cultivation of Science,  
Jadavpur, Calcutta 700 032

ATO/08.45/75a.

**APLICAÇÃO DO MÉTODO POLINOMIAL PARA SISTEMAS ATÔMICOS  
COM DOIS ELÉTRONS**

O. L. Silva Filho e A. L. A. Fonseca

Departamento de Física - UNB 70910 Brasília - DF

No presente trabalho fazemos uma modificação no hamiltoniano do átomo de He de forma a introduzir na parte cinética o termo de interação entre os dois elétrons. O sistema passa a ser descrito, por números quânticos associados ao momento angular deste par de elétrons em torno do centro de gravidade do momento angular total do sistema. A partir daí pode-se pensar numa nova caracterização deste átomo para estes números quânticos. Faz-se também a generalização para sistemas com um número  $N$  qualquer de partículas. A parte radial para o átomo de He é calculada usando-se funções polinomiais e computação algébrica.

ATO/09.00/75a.

**X-RAY ABSORPTION IN HYDROGEN ATOM UNDER A LASER FIELD**

Fábio F. Monteiro and A. L. A. Fonseca

Dept. de Física - UNB - 70910 Brasília DF

Calculation of the differential cross-section of X-ray radiation in hydrogen atom in the presence of a laser field is made. The gauge theory is accounted in the form E.R. The x-ray absorption differential cross section is obtained by the S-matrix element and the wave function proposed by Silva Filho and Fonseca for the hydrogen atom under a laser field. The role of the laser field in this case, is to modulate the shift of the threshold ionization energy. We find that, the differential cross section decrease with  $c^{-2}$ ,  $c$  being a factor proportional to the amplitude of x-ray electric field.

ATD/09,15/8a.

### Dinâmica de Moléculas Diatômicas e Triatômicas. Um Algoritmo Paralelo.

J. J. Soares Neto  
Departamento de Física  
Universidade de Brasília  
70.910 Brasília - DF

A construção de algoritmos para computadores paralelos de memória distribuída (distributed memory) e, em particular, para as máquinas hipercúbicas produzidas pela INTEL, é assunto de interesse atual na física molecular. Algoritmos eficientes tiram proveito da capacidade destas máquinas de executar diferentes e independentes atividades em cada um dos processadores.

A solução numérica da equação de Schrödinger para o movimento dos núcleos sob o efeito de uma superfície de potencial de Born-Oppenheimer exata, em geral, a diagonalização ou a inversão de grandes matrizes. No caso do uso do método do elemento finito (método numérico para se resolver equações diferenciais parciais) as matrizes são grandes, simétricas e esparsas.

Neste trabalho nós apresentamos um algoritmo e um programa paralelo, desenvolvido por nós, para a diagonalização das matrizes produzidas pelo método do elemento finito e implementado no computador INTEL do Departamento de Física da UnB. Resultados para os estados rotacionais e vibracionais de moléculas diatômicas e triatômicas serão apresentados juntamente com estudos de tempo de computação e eficiência do algoritmo.

ATD/09,30/5a.

### Use of Local-Density Pseudopotentials in Hartree-Fock Molecular Calculations

Márcio H. F. Bettega, Marco A. P. Lima e Luis G. Ferreira  
Instituto de Física "Gleb Wataghin" - Unicamp

We use the norm-conserving local-density pseudopotentials of Bachelet, Hamann and Schlüter (BHS) [Phys. Rev. B 26, 4199 (1982)] in Hartree-Fock calculations on several molecules, aiming at verifying to what extent such local-density based potentials are transferable to calculations in the Hartree-Fock framework. Our results confirm the high expectations of BHS. The pseudopotentials being smooth functions at the nuclei, one should expect much smoother pseudo-wavefunctions and that the Hartree-Fock calculation could be made with a much smaller set of Gaussians. We study to what extent this basis reduction can be made.

ATD/09,45/5a.

### CÁLCULOS HARTREE-FOCK MOLECULARES POR DINÂMICA SIMULADA: OTIMIZAÇÃO SIMULTÂNEA GEOMETRIA E DA FUNÇÃO DE ONDA - Reinaldo O. Vianna

Rélio Chacham e José Rachid Nohales, UFPA

Recentemente, apresentamos um algoritmo para cálculos Hartree-Fock atômicos por meio da *dinâmica simulada* [Molec. Phys. 70, 391 (1990)]. No atual trabalho, extendemos esta técnica a cálculos HF moleculares, com ênfase dada à otimização da geometria. Utilizamos bases de funções centradas nos núcleos escolhidas de modo a reduzir as correções de Pulay a valores negligíveis. Os primeiros testes indicam um desempenho extremamente promissor para o método.

ATD/10.30/5a.

**ESTUDO TEÓRICO DO MOMENTO DE DIPOLO  
E POLARIZABILIDADES DO SiC**

Marcos A Castro e Sylvio Canuto  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Algumas linhas do espectro rotacional do SiC foram detectadas no laboratório e no espaço por Czuchrao et al em 1989 e agora os espectros infravermelho e Raman são esperados serem observados. Neste trabalho, são apresentados resultados de cálculos teóricos "ab initio" para o momento de dipolo e polarizabilidades do SiC, além das respectivas derivadas com relação à separação internuclear. Isto é de considerável importância porque as intensidades IR e Raman são respectivamente proporcionais aos quadrados dessas derivadas. Os métodos de teoria de perturbação de muitos corpos e "coupled cluster", com um conjunto de funções base cuidadosamente selecionado, foram utilizados.

ATD/10.45/5a.

**VARIAÇÃO DA ENERGIA DE LIGAÇÃO DO CAROÇO C<sub>1s</sub> EM**
**ETENO, 1,3 - BUTADIENO E 1,3,5-HEXATRIENO. 13**
**EXTENSÃO A POLIACETILENO. Nestor S. Correia (De**

partamento de Física-UNB); A. Naves de Brito (Max-Planck - Lund - Suécia);  
Svente Svensson (Inst. of Physics - Uppsala University)

Os Espectros fotoeletrônicos de eteno, 1,3-butadieno e 1,3,5-hexatrieno na região 290-300 eV são estudados como moléculas modelo de Poliacetileno. O espectro C<sub>1s</sub> mostra linhas parcialmente resolvidas para o butadieno e hexatrieno. Estas estruturas foram identificadas usando-se o cálculo ASCF com relaxação do orbital do carvão. A variação da energia de ligação ("chemical shift") apresenta um caráter oscilatório em relação a posição na cadeia em poliacetileno. Determina-se o "Chemical Shift" entre extremidade e centro numa cadeia unidimensional.

ATD/11.00/5a.

**ESTRUTURA ELETRÔNICA, TENSOR HIPERFINO E GRADIENTE DE CAMPO ELÉTRICO DO [Ir(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>. Suely R. Roqueira (Departamento de Física**

da UFPE e CNPQ/CNPq) e Diana Gomburger (CNPQ/CNPq).

Foi investigada a estrutura eletrônica do íon complexo [Ir(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>, o qual é obtido em matrizes sólidas por irradiação de elétrons do [Ir(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>. Utilizou-se o método DVH spin-polarizado (Variational Discrete), baseado na teoria do funcional da densidade. Através dos orbitais moleculares obtidos, calcularam-se os componentes A<sub>q</sub> e A<sub>1</sub> do tensor hiperfino. Para o cálculo do campo hiperfino de contato, os elétrons do carvão do Ir foram tratados pela teoria relativística. Obteve-se também o gradiente do campo elétrico das cargas eletrônicas em torno do núcleo do Ir.

**ESTRUTURA ELETRÔNICA DA MICROESTRUTURA :  $Ga_nAs_m$**   
**P. C. Figueiredo e A. Passiva** - Instituto de Física da USP e S. Camargo - Depto. de Física da UFPA.

Neste trabalho investigamos as propriedades física de microestruturas (cluster) de  $Ga_nAs_m$  tais como potencial de ionização, afinidade eletrônica, superfície de energia e estrutura de níveis. Nos cálculos estamos utilizando o método LCAO *ab-initio* através do programa GAMESS. Resultados preliminares serão apresentados para  $n$  e  $m$  menores ou iguais a 3, onde discutimos a formação das configurações geométricas e a curva de potencial de ionização quando  $n$  e  $m$  crescem, comparando com resultados experimentais. Nosso objetivo é entender o processo de formação destes clusters quando  $GaAs$  cristalino é fotofragmentado, para tal, devido a possibilidade computacional para cálculos rigorosos para  $n$  e  $m$  grandes, utilizamos métodos semi-empíricos INDO/CI com otimização de geometria, parametrizados via resultados de cálculo *ab-initio* para geometria em sistemas pequenos.

Y. Liu, Q.-L. Zhang, F.K. Tittel, R.P. Curl and R.E. Smalley, J. Chem. Phys., 85(12) (1986), 7434.

**Excitação dos Estados  $a^1\Sigma_g^+$ ,  $b^3\Sigma_g^+$  e  $c^1\Pi_u$  da Molécula de Hidrogênio por Impacto de Elétrons**

**Cláudio S. Sartori, Marco A. P. Lima**  
 Instituto de Física "Gleb Wataghin" - Unicamp

Apresentamos seções de choque diferenciais e integrais para excitação eletrônica dos estados  $a^1\Sigma_g^+$ ,  $b^3\Sigma_g^+$  e  $c^1\Pi_u$  da molécula de hidrogênio por impacto de elétrons de 13 a 20 eV. Nosso cálculo é feito com o método Multicanal de Schwinger (SMC) dentro da aproximação de 5 canais (estado fundamental e quatro estados excitados). Comparamos nossos resultados com dados experimentais disponíveis e com resultados obtidos através da formulação Complexa do Método Variacional de Kohn (1). As maiores discrepâncias surgem nas regiões dos limites de excitação eletrônica, onde nossos cálculos mostram estruturas ressonantes. Discutiremos nossos critérios de convergência e a natureza dessas ressonâncias.

<sup>1</sup> S. D. Parker, C. W. McCurdy, T. N. Resigno, and B. H. Lengfield, comunicação privada.

**Excitação eletrônica da molécula de  $H_2$  por impacto de pósitrons de baixa energia.** **Jorge L. S. Lima, José S. E. Germano, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, CTA, 12200 São José dos Campos, SP, Marco A. P. Lima, Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP, 13081 Campinas, SP**

Apresentaremos neste trabalho os primeiros resultados *ab-initio* para o cálculo de seções de choques inelásticas da transição  $X^1\Sigma_g^+ \rightarrow B^1\Sigma_g^+$  da molécula de  $H_2$  por impacto de pósitrons de baixa energia. Para estudar esta transição, que possui um potencial de longo alcance, utilizaremos uma técnica que combina o método multicanal de Schwinger (SMC) com o primeiro termo de Born (PTB). Devido ao caráter de longo alcance do potencial o SMC será utilizado para obter as seções de choque para valores do momento angular até  $l = 5$ , enquanto que para valores superiores do momento angular o PTB será predominante. As seções de choque serão calculadas para as energias de 13.5 eV, 15 eV, 17.5 eV e 20 eV do pósitron incidente, e os resultados serão comparados com os dados disponíveis na literatura.

ATO/08.45/6a.

TC

## APRISIONAMENTO MAGNETO-ÓPTICO DE ÁTOMOS DE SÓDIO A

PARTIR DE VAPOR. V. Bagnato, L. Marçassa, M. Oriá, S. Surdutovich. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos, SP.

Até recentemente, para realizar o aprisionamento de átomos era necessário um passo inicial de desaceleração produzindo átomos lentos suficientes para serem capturados em armadilhas. No entanto, uma técnica recente permite a obtenção de aprisionamento de átomos a partir de vapores frios. Isto foi demonstrado para átomos de césio(1). Neste trabalho apresentamos a realização experimental deste aprisionamento para átomos de sódio. A armadilha denominada de magneto-óptica (MOT) usa um campo magnético para selecionar transições eletrônicas fazendo com que o átomo fique sujeito a forças semelhantes as de um oscilador harmônico amortecido. Utilizando vapor de sódio a 80°C pudemos aprisionar  $10^7$  átomos a temperatura de 300 K. Na exposição deste trabalho mostraremos filme VHS para átomos aprisionados e serão discutidos os princípios de funcionamento destas armadilhas.

(Suporte: FAPESP, FINEP, CNPq)

(1) C. Monroe, W. Swann, N. Robinson and C. Wieman; Phys. Rev. Lett. **65**, 1571 (1990).

ATO/09.15/6a.

## ESTUDO DO PROCESSO DE APRISIONAMENTO DE ÁTOMOS EM CÉLULAS: DEPENDÊNCIA COM FREQUÊNCIA E TEMPERATURA.

E. Ribeiro, S. Zilio, A. Osiá, S. Surdutovich, V. Bagnato - J.F.Q.S.C. - D.F.C.A.

No processo de aprisionamento de átomos utilizando vapores alcalinos confinados em células (MOT), utiliza-se um par de linhas de campo magnético e seis lasers, dois a dois ortogonais e contra-propagantes, produzindo sobre os átomos uma força restauradora na direção do mínimo de campo e uma força viscosa causada pela operação de frequência abaixo da ressonância. Trabalhando com átomos de sódio é possível utilizar como transição de aprisionamento  $3S_{1/2}(F=2) \rightarrow 3P_{3/2}(F=3)$  adicionado com frequência de 1.712 GHz para rebombamento ótico. No entanto, temos observado em nossa armadilha a ocorrência de aprisionamento também nas proximidades da transição  $3S_{1/2}(F=2) \rightarrow 3P_{1/2}(F=2)$ . Para cada uma das transições os átomos aprisionados apresentam características distintas tanto quanto à forma e tamanho quanto a sua dependência com a frequência do laser. Neste trabalho fazemos um estudo experimental destas dependências e comparamos com modelos simples.

(suporte: FAPESP, CNPq e BFD - U.S.P.)

ATO/09.30/6a.

## ESPECTROSCOPIA NÃO LINEAR DE ÁTOMOS FRIOS

J.W.E. Tabosa Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE, Brazil  
G. Chen, Z. Hu, R.B. Lee and H.J. Kimble  
Norman Bridge Physics Laboratory 18-33-California Institute of Technology  
Pasadena, CA 91125, USA

Apresentaremos resultados recentes sobre a espectroscopia não linear de uma amostra de átomos frios de Césio, confinados em uma armadilha magneto-óptica [1,2]. Resultados experimentais para o espectro de absorção da amostra de átomos frios, medido por um feixe sonda, para diferentes intensidades e sintonizações dos feixes de lasers que criam a armadilha serão apresentados. Os espectros de transmissão do feixe sonda mostram a presença de absorção e ganho com larguras da ordem da largura natural da transição e também uma outra ressonância de forma dispersiva e largura subnatural. A dependência em intensidade da parte larga do espectro pode ser razoavelmente bem descrita, considerando-se um sistema de dois níveis na presença de um campo intenso. Entretanto, a ressonância de forma dispersiva em torno da frequência dos feixes que criam a armadilha, apresenta um apreciável ganho (> 20%) e pode ser qualitativamente entendida em termos de transições Raman em um sistema de três níveis em A. A correlação entre as propriedades espectroscópicas e mecânicas da amostra de átomos nos levou à observação de pressão de radiação positiva e negativa, associadas respectivamente com os processos de absorção e emissão estimulada de fótons. Investigaremos também a possibilidade de se registrar o efeito da pressão de radiação negativa para se obter a impressão óptica da amostra de átomos frios.

[1] J.W.E. Tabosa, G. Chen, Z. Hu, R.B. Lee and H.J. Kimble, Phys. Rev. Lett. **68**, 3245 (1991).

[2] D. Grison, B. Lounis, C. Salomon, J.Y. Courtals and G. Grynberg, Europhys. Lett. **15**, 149 (1991).



ATQ/09.45/8a.

**Produção de feixes de cálcio e magnésio metastáveis resfriados**

N. Beverini<sup>1</sup>, J.V.B. Gonides<sup>2</sup>, E. Maccioni<sup>3</sup>, A. Mazzina<sup>4</sup>, F. Strumia<sup>5</sup>,  
S. del Tredici<sup>6</sup>, G. Vissani<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Università di Pisa  
<sup>2</sup> Departamento de Eletrônica Quântica, IPGW, Unicamp

O uso de feixes atômicos resfriados pode aumentar muito a performance dos padrões de frequência de Mg e Ca se os feixes atômicos desacelerados puderem ser produzidos no triplo estado metastável  $^3P_1$ .

Neste trabalho são mostradas as tentativas de cooling do Ca metastável utilizando a transição  $^3P_1 - ^3D_2(4s, 4d)$  a 448,48 nm para o resfriamento e a fluorescência da transição  $^3P_1 - ^3S_1$  a 816,8 nm como análise. São discutidos os resultados obtidos.

Para o Mg, se está começando a fazer medidas do cooling. Para tanto, foi montado um sistema com um laser de diodo com a frequência duplicada que fornece o feixe de análise a 383 nm e um laser de corante com excite para o resfriamento a 383,83 nm. É discutida a montagem experimental e as possibilidades de sucesso do resfriamento.

ATQ/10.00/8a.

**PROBLEMAS ASSOCIADOS COM O PROCESSO DE ACELERAÇÃO DE ÁTOMOS**

V.C. Colucci, L.G. Marcassa, S.C. Zilio, V.S. Bagnato,  
Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. postal 369,  
CEP 13500, São Carlos-SP

Através da força exercida por fótons sobre os átomos durante o processo de absorção ressonante (Pressão de Radiação), é possível produzirmos "Feixes atômicos Monocromáticos" que consiste em desacelerarmos a parte da distribuição de átomos emergente de uma fonte efusiva de Sódio acima de  $V_0$  através de um laser incidente contra-propagante e acelerarmos a parte da distribuição abaixo de  $V_0$  através de um feixe laser co-propagante. O Efeito Doppler envolvido no processo pode ser compensado por um perfil de campo magnético adequado através da sintonia Zeeman dos níveis eletrônicos. Com esta técnica todos os átomos entram em ressonância ao longo do processo e no final deste possuirão velocidades ao redor de  $V_0$ , permitindo assim uma distribuição de baixa dispersão de velocidades. Feixes com estas características podem ser usados na realização de experimentos de colisão de átomos com átomos, átomo-superfície e etc...

Apresentamos aqui uma análise deste processo onde no caso da aceleração aparecem problemas na construção da fonte de átomos, e novas condições de "Seguimento Adiabático".

Alguns dos problemas já foram resolvidos e outros em fase de análise.

Suporte Financeiro: FAPESP

ATQ/10.15/8a.

**OBSERVAÇÕES DE FORÇAS DE VORTEX EM ÁTOMOS SUPER FRIOS.**

G. Surdutovich, S. Zilio, M. Orús, L. Marcassa e V. Bagnato, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos, SP

Átomos de sódio aprisionados em armadilhas magneto ópticas podem ser resfriados até temperaturas da ordem de alguns  $\mu K$ . Em nosso laboratório temos obtido átomos aprisionados em temperaturas avaliadas abaixo de 300  $\mu K$ . Normalmente átomos nesta armadilha estão sujeitos a forças do tipo  $m\mathbf{v} \times \mathbf{r} - s\mathbf{v}$ . Devido ao desalinhamento dos feixes laser que constituem a armadilha, é possível produzir sobre os átomos uma força de vortex, adicionando a equação de movimento acima um termo do tipo  $\{r\}(r \times \hat{z})$ . Esta nova força induz os átomos a um movimento rotacional já observado na literatura para átomos de césio, porém aparentemente interpretado erradamente. Experimentos por nós realizados demonstram a existência das forças de vortex bem como a existência de órbitas estáveis para átomos super frios. O desígnio desta técnica pode vir a ser importante no entedimento destas armadilhas e na sua aplicação para outros experimentos. Na apresentação será apresentado um filme VHS.

(Suporte: FAPESP, BID-USP)

**PAINÉIS**  
**ATO - Física Atômica e Molecular**

ATO 1/14/00/46. ESTUDO EXPERIMENTAL E TEÓRICO DO SINAL OPTOGALVÂNICO NUMA DESCARGA ELÉTRICA "GLOW" EM ARGÔNIO

L.F.M. Braun, T. Braun e E.E.S. Francks, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS.  
 J.A. Lisboa, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Praça Argentina s/n, 90000 Porto Alegre, RS.

Neste trabalho estudamos a evolução temporal de sinais optogalvânicos correspondentes a seis transições em argônio. Este estudo é realizado numa descarga elétrica tipo "glow" em função da pressão e corrente na descarga. A descarga elétrica consiste de uma lâmpada com eletrodos na forma de fios paralelos de tungstênio permitindo uma boa relação sinal/ruído para o sinal optogalvânico (SOG). O SOG é obtido irradiado a descarga com um laser sistemático tipo HeNe bombeado por um laser de  $N_2$  pulsado.

ATO 2/14/00/46. RESFRIAMENTO DE UM FEIXE DE ÁTOMOS NEUTROS USANDO EXPANSÃO SUPERSONICA - E. Marega Jr., V.S. Bagnato e B.C. Zilio - Instituto de Física e Química de São Carlos-USP

O resfriamento de um feixe de átomos alcalinos, expandidos através de um orifício no vácuo, pode ser obtido simplesmente pelo aumento da pressão de estagnação do metal (temperatura), ou simplesmente "aquecendo" os átomos neutros num feixe supersônico de um gás inerte. A expansão supersônica do metal ocorre quando o livre caminho médio dos átomos durante a expansão for muito menor que o diâmetro do orifício, no qual a expansão é feita. Montamos um sistema experimental onde foi possível estudar as condições da expansão, usando ressonância fluorescente da transição  $3S_{1/2} - 3P_{3/2}$  para o Sódio e consequentemente determinar os perfis de velocidade do feixe com relação aos parâmetros envolvidos na expansão.

Apoio: FAPESP

ATO 3/14/00/46. APRISIONAMENTO DE PARTÍCULAS MACROSCÓPICAS EM ARMADILHA DE CAMPO OSCILATÓRIO COM SIMETRIA TOROIDAL.

Delton Mendes de Sousa e Vanderlei S. Bagnato - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos, SP.

Com o conhecimento adquirido no processo de aprisionamento de microesferas de vidro carregadas eletrostaticamente, em armadilhas tipo Paul<sup>1</sup>, desenvolvemos uma armadilha de mesmo princípio de funcionamento, com simetria toroidal. Com o sistema desenvolvido podemos estudar todo o aspecto de estabilidade desse tipo de armadilha, bem como as estruturas espaciais formadas pelas partículas aprisionadas (cristais de Coulomb unidimensional infinito) e sua resposta a perturbações. A dinâmica de resfriamento do sistema é via forças viscosas. O experimento tem como objetivo o estudo de estruturas unidimensionais e também a aquisição de experiência no processo de confinamento para posterior aprisionamento de plasma, o qual pretendemos resfriá-lo por termalização com átomos lentos desacelerados por laser<sup>2</sup>.

1. D. N. Souza e V. S. Bagnato, Aprisionamento de Partículas Dielétricas Carregadas em Armadilhas Macroscópicas: Construção Caracterização e Estudos. XIV Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada.  
 2. W. E. Fritzsche, C. A. Parle Leite S.C. Elilo e V. S. Bagnato, Phys. Rev. A41, 4070, 1990

Sup. Financeiro: FAPESP, CNPq, FINEP e Fundação Banco do Brasil.

ATO 4/14.00/4a.

$H^-$  production in the collisional break-up of fast  $H_2^+$  in noble gases  
Gloria Jalbert\*, L.E.S. Coelho\* and N.V. de Castro Pinx†  
(\* - UF/UFPR; † - DF/PUC/RJ)

We have studied the production of  $H^-$  by fast  $H_2^+$  ions ( $4 \text{ a.u.} \leq v \leq 7 \text{ a.u.}$ ) colliding with He, Ne, Ar and Xe atoms. The negative ion yields were measured as a function of target pressure and from them were extracted the  $H^-$  production cross sections, the maximum yields and the pressure values associated with these maxima. We observed that the maximum yield is about the same for all gases and velocities in the range under consideration. This fact reveals an almost identical scaling for the  $H^-$  production, the  $H_2^+$  destruction and the  $H^-$  destruction cross sections. The ratio of the  $H^-$  production and the  $H_2^+$  destruction cross sections was also verified to assume essentially the same value for all measurements. The cross sections were well fitted by a semi-empirical version of the Free Collision Model.

ATO 5/14.00/4a.

#### ELÉTRONS DE COMBOIO ASSOCIADOS A PROJÉTIMOS NEUTROS EM COLISÃO ION-SÓLIDO

C.M. Sigaud (Departamento de Física, PUC-Rio), E. Kronsberger, H. Rothard, M. Schmitz e H.O. Groeneveld (Institut für Kernphysik, J.W. Goethe Universität, Frankfurt/M)

Os espectros de energia dos elétrons emitidos a  $90^\circ$  em colisões entre íons de H (140keV) e He (400keV) e alvos finos (100-250Å) de C foram medidos em coincidência com os estados de carga emergentes  $\sigma_i(H) = 0,1$  e  $\sigma_i(He) = 0,1,2$ . As medidas foram realizadas sob condições de ultra-alto-vácuo ( $P < 1,8 \times 10^{-10}$  Pa). A separação dos diversos estados de carga emergentes foi feita eletronicamente e tomou-se muito cuidado para evitar superposições entre eles. O pico, em forma de cuspide, característico dos elétrons de comboio que acompanham o projétil em estados de baixa energia de continuo foi observado nos espectros eletrônicos em coincidência não só com íons mas também com íonsos neutros emergentes. Estas medidas podem ser úteis tanto para os modelos teóricos de produção de elétrons de comboio quanto para diminuir discrepâncias surgidas entre dados experimentais publicados recentemente.

ATO 6/14.00/4a.

#### SEÇÕES DE CHOQUE DE IONIZAÇÃO MÚLTIPLA DE ARGÔNIO POR IMPACTO DE ELÉTRONS.

A.C. Fontes dos Santos, M.A.R. de Ceia e D.P. Almeida - Inst. Física - UFPR

No encontro passado, descrevemos a montagem de um arranjo experimental o qual seria utilizado no estudo de ionização múltipla em gases nobres.

Neste presente trabalho, apresentamos resultados para  $Ar(2+)$  e  $Ar(3+)$  numa faixa de .1 a 2 Kev. Nossos íons são analisados em massa por um espectrômetro de tempo de voo, a determinação do tempo de voo de cada íon é feita por um TAC.

Nossos valores são comparados com a literatura, onde encontramos discordâncias.

ATO 7/14/00/46.	ESTUDO DO LIMITE DE DISSOCIAÇÃO DO ESTADO ELETRÔNICO FUNDAMENTAL DA MOLECULA DE RbCs. C.E. Fellows Laboratório de Espectroscopia e Laser, Universidade Federal Fluminense, Outeiro São João Batista, 24010, Niterói, RJ, Brasil; C. Amiot e J. Vergès, Laboratoire Aimé Cotton, Bât. 505, Campus d'Orsay, Orsay, 91405, França.
<p>Cálculos recentes foram realizados utilizando os dados experimentais publicados por Gustavson et. al. (1). Nestes novos cálculos uma expansão multipolar dos pontos de retorno ("turning points"), externos de curva de potencial, foi desenvolvida usando os coeficientes de van der Waals <math>C_6</math>, <math>C_8</math>, <math>C_{10}</math> e <math>C_{12}</math>. Neste desenvolvimento foram introduzidas também diferentes formas de energia de troca: <math>Ae^{-Br}</math> (2) e <math>A'r^2 e^{(a_0/r - a'r)}</math> (3).</p> <p>Os resultados obtidos para a energia de dissociação do estado eletrônico fundamental indicam um valor de <math>3837.9 \pm 0.5 \text{ cm}^{-1}</math>, mostrando que as predições de Jenc (4) de <math>3835 - 5 \text{ cm}^{-1}</math> estavam corretas.</p>	
<p>(1) - F. Gustavson, C. Amiot e J. Vergès; Mol. Phys., 64, 279 (1988).  (2) - E. A. Mason e L. Monchick in "Advances in Chemical Physics", J. O. Hirschfelder, Ed.; Vol. XII, Wiley, New York, pp. 329-87 (1967).  (3) - M. O. Knox e M. R. H. Rudge; Mol. Phys. 17, 377 (1969).  (4) - F. Jenc; J. Mol. Spectrosc., 143, 396 (1990).</p>	

ATO 8/14/00/46.	ESTUDO DO ESTADO ELETRÔNICO FUNDAMENTAL DA MOLECULA DE NaLi ATE O LIMITE DE DISSOCIAÇÃO. C.E. Fellows, Laboratório de Espectroscopia e Laser, Universidade Federal Fluminense, Outeiro São João Batista, 24010, Niterói, RJ, Brasil; C. Amiot e J. Vergès, Laboratoire Aimé Cotton, Bât. 505, Campus d'Orsay, Orsay, 91405, França.
<p>Neste trabalho o estado eletrônico fundamental de molécula de NaLi foi estudado por Espectroscopia por Transformada de Fourier e Fluorescência induzido por laser até as proximidades do seu limite de dissociação. A fluorescência foi induzida por lasers de <math>Ar^+</math>, <math>Kr^+</math> e corantes (DGM e Rhodamina 6G). Os espectros de fluorescência possibilitaram a observação de níveis vibracionais com número quântico de até <math>v''=8</math> e constante moleculares precisas obtidas após redução de 6417 números de onda em um ajuste por mínimos quadrados. Com estas constantes moleculares um potencial IPA foi calculado. A energia de dissociação do estado eletrônico fundamental do NaLi foi calculada através de um ajuste dos níveis de energia com sêbo-número-quântico vibracional em uma expansão multipolar com a potência inversa da distância internuclear. Os coeficientes de van der Waals obtidos nesta expansão estão em razoável acordo com os valores teóricos calculados anteriormente. No espectro de fluorescência induzido pela raia à 476.6 nm do laser de <math>Ar^+</math>, séries de fluorescência extraordinárias foram observadas. Um transferência colisional de energia pode ser considerada como origem destas raies.</p>	

ATO 9/14/00/46.	Alargamento, Deslocamento e Assimetria de Linhas Atômicas Observadas em Microplasmas Gerados por Laser de Nitrogênio
<p>Luis Seligman<sup>1</sup>, Jorge Amoretti Lisboa<sup>2</sup>, 1 Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS. 2 Departamento de Engenharia Elétrica, UFRGS, Campus Central, 90000 Porto Alegre, RS.</p>	
<p>Um Microplasma gerado por um laser de nitrogênio, focalizado sobre uma amostra de latão, a pressão atmosférica, apresenta um espectro de emissão, no qual foi observado alargamento, desvios e assimetria das linhas espectrais. O sinal do microplasma foi coletado em um sistema de aquisição desenvolvido no mesmo laboratório, bem como o laser de nitrogênio.</p>	

ATU 10/14.00/4a.

MEDIDAS DE SEÇÕES DE CHOQUE ABSOLUTA DE HÉLIO E NEÓNIO.

M.A.de Cella, A.C.Fontes dos Santos e D.P.Almeida - Inst.Física- UFRJ

O estudo de ionização múltipla de espécies como átomos e moléculas tem uma importância fundamental em Física de Plasmas e Astrofísica, o que vem motivando muitos a buscarem valores cada vez mais precisos de seções de choques.

No presente trabalho, apresentamos resultados absolutos de seções de choques de Hélio e Neônio. Nosso aparato experimental foi descrito em um trabalho anterior e neste apresentamos algumas melhoras.

ATU 1/14.00/5a.

### SIMETRIAS DISCRETAS NO MODELO DOS VIBRONS

Adão S. S. Souza e José E. M. Hornos  
IQSC USP

A construção de espectros vibracionais-rotacionais a partir do produto de álgebras unitárias  $U(4)$  foi capaz de reproduzir os dados experimentais de moléculas diatômicas, tetraédricas e recentemente do benzeno. Apesar do sucesso do chamado modelo dos vibrons, alguns problemas persistem na teoria, particularmente permanece obscuro a relação entre as simetrias discretas usuais de tipo pontual como a que caracteriza moléculas como  $C^2H^2$  e  $HCCH$  e a estrutura geral das álgebras unitárias.

Nesse trabalho investigamos a conexão entre essas duas classes de simetrias.

ATU 2/14.00/5a.

### SOLUÇÕES QUÂNTICAS DE SISTEMAS CLÁSSICOS CAÓTICOS

Ricardo Fujivara, Maria Suzana P. Francisco, José Eduardo M. Hornos, IQSC USP

A equação de Schrödinger dependente do tempo é resolvida para vários potenciais clássicos que quando perturbados por um campo externo periódico apresentam movimento clássico caótico. Um exemplo particularmente importante é o do potencial de Morse que descreve qualitativamente os movimentos vibracionais moleculares. No instante inicial a partícula é colocada num estado altamente excitado do potencial de Morse. Passado um tempo longo procuramos observar um sinal errático na probabilidade de ionização. É resolvido também um sistema clássico que apresenta um comportamento semelhante.

CÁLCULOS DE ESPECTROS MOLECULARES VIA MÉTODO DO

ATO 3/14.00/5a.

ELEMENTO FINITO

Carqano, Ricardo & Soares Neto, J.J.

Departamento de Física

Universidade de Brasília

70910 Brasília - DF

As características e propriedades fundamentais da versão P, do método do elemento finito (F.E.M.), assim como a sua aplicabilidade serão discutidos nesse trabalho.

Usaremos o F.E.M. para cálculos de espectros rotacionais e vibracionais de moléculas diatômicas. A molécula de  $H_2$  será o nosso protótipo e mostraremos que a versão P do Método do Elemento Finito produz resultados muito precisos para todos os níveis vibracionais e rotacionais.

O trabalho também indicará a aplicação do Método do Elemento Finito para o cálculo de estados de espalhamentos de moléculas diatômicas.

ATO 4/14.00/5a.

O Método Algébrico e Diferentes Conjuntos de Bases Gaussianas

Araken S. Wernick e J. David N. Vianna.

Departamento de Física - Universidade de Brasília.  
70.910 - Brasília - DF - Brasil.

Usualmente na obtenção de soluções das equações de Hartree-Fock-Roothaan e Hartree-Fock-Popie-Hebbert emprega-se o método iterativo SCF baseado na regra de ordenamento AUPBAU. Malbouisson e Vianna (J. Chimie Physique-1990) propuseram um novo procedimento para o estudo dessas equações. O novo procedimento, chamado Método Algébrico, independe do uso de regras de ordenamento e permite, em princípio, determinar todos os pontos de extremo (máximos, mínimos, inflexão) do funcional energia eletrônica. No presente trabalho apresentamos um estudo do comportamento do Método Algébrico (no que se refere a número de soluções detetadas, à convergência, a tipos de pontos de extremos obtidos) quando são utilizadas as diferentes bases Gaussianas STO-2G, STO-3G, STO-4G, STO-5G, STO-6G. Investigamos com este objetivo o funcional energia eletrônica para sistemas AH e  $AH_n$ , (A, um elemento da 2ª linha da tabela periódica). Dentre os resultados obtidos nota-se que: (i) as bases com um menor número de funções gaussianas propiciam a obtenção de um maior número de pontos de extremo do funcional; (ii) a mudança de base não altera de forma substancial a convergência do método.

ATO 5/14.00/5a.

AVALIAÇÃO DA AFINIDADE ELETRÔNICA EM SISTEMAS ATÔMICOS: UM ESTUDO OBJETIVO, UTILIZANDO-SE CONJUNTOS DE BASE OBTIDOS NA DISCRETIZAÇÃO INTEGRAL OTIMIZADA DO MÉTODO DA COORDENADA GERADORA DISCRETIZADA INTEGRAL OTIMIZADA. MARCELO CIORDAS - Inst. Química - UNICAMP, ROGÉRIO COSTÓDIO - Inst. Química - UNICAMP.

Calcularam-se as energias de afinidade eletrônica dos elementos dos 19 a 39 períodos da tabela periódica, utilizando-se a teoria da perturbação Møller-Plesset para avaliar a energia de correlação eletrônica dos sistemas neutro e aniônicos. Os conjuntos de base foram desenvolvidos a partir dos princípios do Método da Coordenada Geradora versão Discretizada Integral Otimizada (MCG-DIO). Correções no comportamento das funções peso na região de valência foram efetuadas mediante introdução de funções difusas. Os resultados obtidos demonstram a maior importância da inclusão de funções difusas nos orbitais ocupados em relação à inclusão de funções de polarização no conjunto de base previamente construído. Concluiu-se também que é necessário a relaxação da região de valência quando da contração do conjunto de base, se quando o esquema segmentado de contração.

FAPESP



ATO 6/14/00/5a.

AN AB INITIO STUDY OF THE VIBRATIONAL FREQUENCIES  
AND INFRARED INTENSITIES OF  $\text{cis-C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ .

Elisabete Suto and Carlos E. S. Castro.

Laboratório de Química Computacional, Depto. Química,  
Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

The infrared vibrational frequencies and intensities were calculated for *cis*-dichloroethylene using Ab Initio molecular orbital theory. Calculations were carried out using several split valence basis sets (4-31G, 6-31G and 6-311G) augmented with diffuse and several sets of polarization functions.

The theoretical values are compared with experimental ones reported in the literature.

The experimental geometry was used for all of the calculations.

The use of principal components as a basis for a graphical procedure to analyse these data is proposed and shows a discrimination between sets of polarization functions and the others.

ATO 7/14/00/5a.

Colisões de Impacto Eletrônico com He Metaestável

Adriana França e Fernando J. da Paixão

Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP, 13100 Campinas, SP

A Teoria de Muitos Corpos em Primeira Ordem (FOMBT) será aplicada, pela primeira vez, a colisões entre elétrons e o átomo de hélio inicialmente no estado excitado metaestável  $2^3S$ . Serão apresentados cálculos de seções de choque e parâmetros de alinhamento e orientação para energias inferiores a 50eV. As transições estudadas encontram inúmeras aplicações em Astrofísica (nebulosas gasosas) e Física de Laser (lasers de excimers).

Apoio financeiro: CNPQ.

ATO 8/14.00/5a.

APROXIMAÇÃO DE BORN UNITARIZADA PARA O ESPALHAMENTO  
ELÉTRON-HÉLIO

Dumar S. Silva Jr. e Fernando J. da Paixão

Instituto de Física, UNICAMP, 13081, Campinas, SP  
Depto. Física, Univ. Fed. Sergipe, 49100, São Cristóvão, SE.

Através da utilização da aproximação de Born para a matriz R (UBA), calculamos seções de choque diferenciais (SCD's) e parâmetros de orientação e alinhamento para o espalhamento elétron-hélio, elástico e inelástico (com excitação de estados singleto e tripleto dos níveis 2 e 3) na região de energias intermediárias.

As SCD's previstas por UBA são efetivamente melhores que as obtidas via aproximação de Born usual (FBA). Os parâmetros  $\gamma$  e  $\beta$  obtidos por UBA para as transições S-P têm comportamento angular de acordo com os dados experimentais; já o parâmetro  $\beta_1$ , obtido sob UBA é diferente de zero, ao contrário do que prevê FBA.

Financiamento: CAPES e FINEP.

ATO 9/14/00/3a.

**FOTOLIONIZAÇÃO DE MOLÉCULAS DE H<sub>2</sub>S NA FAIXA VUV.**

Evandro M.S. Ribeiro, DF-UFSCar, Luiz M. Bressanin, IFGW-Unicamp, Emerson P. Leal, DF-UFSCar, Marco A.F. Lima, IFGW-Unicamp, Luiz E. Machado, DF-UFSCar e Eduardo Miranda, Phys. Dept., Rutgers University, New Brunswick, USA.

O Método Variacional Iterativo de Schwinger (1), em sua implementação para moléculas de simetria C<sub>2v</sub>(2), foi utilizado no estudo da fotolionização de molécula de H<sub>2</sub>S. Apresentamos seções de choque integrais (σ) e parâmetros de assimetria (β) para o processo em que o ion H<sub>2</sub>S<sup>+</sup> é formado a partir da excitação para o contínuo de um dos elétrons do orbital molecular mais externo, 7b<sub>1</sub> (I.P. = 10.3 eV). A energia do fóton incidente varia desde o limiar de ionização até 30 eV. Nossos resultados são comparados com resultados teóricos (3,4) e experimentais (5) disponíveis na literatura.

- (1) R.E. Lucchese and V.McKoy, Phys. Rev. **A24**, 770 (1981).
- (2) L.E.Machado, L.M.Bressanin, M.A.P.Lima, M.Braunstein and V.McKoy, J.Chem. Phys. **92**, 2362 (1990).
- (3) E.Miranda, Tese de Mestrado, Unicamp (1988).
- (4) G.B.F.Diercksen and P.V. Loughoff, Chem. Phys. **112**, 227 (1987).
- (5) M.V.Adam, P.Morin, C.Gauletti and M.E.Piancastelli, J. Electron Spec. Rel. Phenom / **26**, 377 (1983).

APOIO: FINEP, CNPq e FAPESP.

ATO 10/14/00/3a.

**ESPALHAMENTO INELÁSTICO DE ELÉTRONS DE BAIXA ENERGIA POR MOLÉCULAS DE H<sub>2</sub>O.**

Sérgio E. Michelin, DF-UFSC, Luiz E. Machado, DF-UFSCar e Leo Machado, DF-UFSCar.

O Método Variacional Iterativo de Schwinger (1) em sua implementação para moléculas de simetria C<sub>2v</sub>(2), foi utilizado no estudo do espalhamento inelástico de elétrons por moléculas de H<sub>2</sub>O. Apresentamos seções de choque integrais (σ) e diferenciais (dσ/dΩ) para a transição 2a<sub>1</sub> ← 3a<sub>1</sub>; na faixa de energia do elétron incidente que vai desde o limiar (E<sub>exc</sub> = 9.34 eV) até 30 eV. As amplitudes de espalhamento foram obtidas dentro da Aproximação de Onda Distórfida (3). Nossos resultados são comparados com resultados teóricos (4) e experimentais (5) disponíveis na literatura.

- (1) R.E. Lucchese and V.McKoy, Phys. Rev. **A24**, 770 (1981).
- (2) L.E.Machado, L.M.Bressanin, M.A.P.Lima, M.Braunstein and V.McKoy, J.Chem. Phys. **92**, 2362 (1990).
- (3) A.W. Flaifel and V.McKoy, Phys. Rev. **A23**, 1863 (1980).
- (4) H.P.Fritchard, V. McKoy and M.A.P.Lima, Phys Rev. **A41**, 346 (1990).
- (5) K. Becker, B.Stumpf and G.Schula, Chem Phys. Lett. **73**, 102 (1980).

(APOIO: FINEP, CNPq e FAPESP).

ATO 11/14/00/3a.

**ESPALHAMENTO ELÁSTICO DE ELÉTRONS DE BAIXA ENERGIA POR MOLÉCULAS DE H<sub>2</sub>S.**

Carlos F.S. Pinheiro, DF-UFSCar, Luiz M. Bressanin, IFGW-Unicamp, Emerson Pires Leal, DF-UFSCar, Marco A.F. Lima, IFGW-Unicamp, Luiz E. Machado, DF-UFSCar e Pedro F. Torres, LMLS/CNPq.

O Método Variacional Iterativo de Schwinger (1), em sua implementação para moléculas de simetria C<sub>2v</sub>(2), foi utilizado no estudo do espalhamento elástico de moléculas de H<sub>2</sub>S. Apresentamos seções de choque integrais (σ) e diferenciais (dσ/dΩ), para energias do elétron incidente na faixa de 1-10 eV. Nossos resultados mostram que o dipolo elétrico permanente da molécula torna mais difícil a convergência do cálculo numérico. Nossos resultados são comparados com outros disponíveis na literatura (3,4).

- (1) R.E. Lucchese and V.McKoy, Phys. Rev. **A24**, 770 (1981).
- (2) L.E.Machado, L.M.Bressanin, M.A.P.Lima, M.Braunstein and V.McKoy, J.Chem. Phys. **92**, 2362 (1990).
- (3) K.Rohr, J.Phys. **B 11**, 4109 (1978).
- (4) A. Jain and D.C.Thompson, J.Phys. **B 16**, 3077 (1983).

(APOIO: FINEP, CNPq e FAPESP).

**Espalhamento de pósitrons de baixa energia por moléculas de geometria arbitrária. José Sândrio Edmundo Germano, Departamento de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA/CTA, 12.200, São José dos Campos-SP, Marco A. P. Lima, Instituto de Física "Gláucio Weisberg", UNICAMP, Caixa Postal 8105, 13081, Campinas, SP**

Apresentaremos neste trabalho os resultados de um estudo sobre espalhamento de pósitrons de baixa energia pelas moléculas de  $H_2$  e  $CH_4$ , utilizando o Método Multicanal de Schwinger ( SMC ). Para essas moléculas procuramos obter as seções de choque diferenciais e integrais para o espalhamento elástico de pósitrons de baixa energia. Os resultados obtidos serão comparados com os resultados teóricos e experimentais existentes na literatura. Dentro dessa filosofia, também estudamos a importância da inclinação do eixo de polarização que o alvo sofre devido a presença da partícula incidente, e concluímos que este efeito é fundamental para o sucesso do método que estamos propondo.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**BIO - Biofísica**

BIG/68-10/4a.

### Estudo de transferência de carga no Modelo de Transdução Visual.

Laurent E. Dardenne e Nilo Makinchi

Departamento de Física - Universidade de Brasília.

Realizamos cálculo de estrutura eletrônica da molécula retinal, responsável pelo processo de transdução visual, nas conformações all-trans, 11-cis e em conformações intermediárias usando o método semi-empírico INDO com parametrização espectroscópica. Comparamos a distribuição de carga entre o estado fundamental e o estado excitado em cada conformação e a energia de transição entre esses dois estados obtidas a partir do cálculo Hartree-Fock e a partir do cálculo de iteração de configurações. Apresentamos também a curva de energia em função das diferentes conformações.

BIG/68-30/4a.

### COPOLÍMEROS E O CÓRTEX VISUAL

Monica Bahiana-UFPE

Existem na natureza uma série de sistemas que apresentam uma estampa listrada. Alguns exemplos são: misturas de copolímeros, áreas de domínio ocular no córtex visual, impressões digitais e a pele da zebrá. A diversidade destes sistemas sugere a existência de um mecanismo de formação de listras que independe de detalhes do sistema. Neste trabalho o sistema de copolímeros é comparado com o do córtex visual. Um modelo previamente usado para descrever a separação em microfases de copolímeros\* é sugerido para a formação das áreas de domínio ocular no córtex.

\*Y. Oono e M. Bahiana, Phys. Rev. Lett. 61, 1109(1968)

M. Bahiana e Y. Oono, Phys. Rev. A 41, 5763(1990)

BIG/68-30/4a.

### CARACTERIZAÇÃO DA MUDANÇA CONFORMACIONAL EM ÁCIDO POLIGALACTURÔNICO

João Ruppiero e José Roberto Ruppiero. IBIUCE/UNESP, São José do Rio Preto

A mudança conformacional que tem origem na expansão eletrostática do ácido poligalacturônico, tem sido estudada através de titulações ácido base: potenciométrica e condutimétrica, na presença e ausência de eletrólitos suportes. Estes dados mostraram que o ácido poligalacturônico apresenta, a valores baixos de grau de hidratação ( $\alpha$ ), uma densidade linear de carga  $\xi = 8.21$ , passando para  $\xi = 1.03$  após a mudança conformacional. Os ajustes iedicos das curvas  $\rho k \times \alpha$  através da resolução numérica da equação de Poisson-Boltzmann, com estes valores de densidade de carga permitiram calcular o valor de energia livre eletrostática para esta transição:  $\Delta G = 0,018$  cal/mol. Este valor manteve-se aproximadamente constante independente do eletrólito suporte.

Apoio Financeiro: CNPq

810/09.10/4s.

**EFEITO DE COSOLVENTES NA LIGAÇÃO DE PEQUENOS  
LIGANTES COM DNA**

Marcelo André Fossey, João Ruggiero, Márcio F. Colombo e José R. Ruggiero,  
IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto

O efeito de diferentes cosolventes (açúcares e Alcoois) na ligação de pequenos ligantes (ions bivalentes e intercalantes) com DNA, foi estudado através de titulações espectrofotométricas com o objetivo de avaliar a contribuição de efeitos elétricos e entrópicos, devido à desidratação, na energia de ligação destes ligantes. Este estudo mostrou que a constante de ligação de ions cálcio e do intercalante neutro Actinomicina D (Act D) aumenta com a concentração de açúcares (glicose, sacarose, frutose), e etileno glicol, ao passo que para a Act D foi observado um efeito oposto na presença de Alcoois (etanol e metanol). A resolução numérica da equação de Poisson-Boltzmann levando em conta as variações na constante dielétrica pelo cosolvente, não são suficientes para explicar os efeitos observados, levando a crer que os efeitos de alteração nas camadas de hidratação desempenham um papel importante no efeito observado.

Apoio Financeiro: CNPq e FAPESP

810/09.30/4s.

**ELECTRICAL PROPERTIES OF IONIC VESICLES**

Elói Feltosa and Augusto Agostinho Neto  
IBILCE/UNESP, S. J. DO Rio Preto, SP, and IPUSP, S. Paulo, SP.

Closed structure membranes -or vesicles- have a number of applications in colloid science. Vesicles prepared with ionic amphiphiles are particularly interesting in the understanding of the effects of electrostatic properties on the structure and functions of these aggregates. We have previously developed a method of numerical integration of the Poisson-Boltzmann for isolated ionic vesicles. Permeable hydrocarbon shells were used as vesicle models. Here we have included the effects of ion binding to vesicle's (inner and outer) surfaces and exploit this method to calculate the electrostatic potentials and their relations to some electrostatic properties: ionic strength, Debye length etc. It is shown that the ionic strength in the inner aqueous compartment is several order of magnitude higher than that one outside, and that the potentials at the inner and outer vesicle surfaces may differ significantly, both in magnitude and signal, depending on the physical conditions of the system.

Projeto temático FAPESP, PADCT, CNPq and FUNDUNESP.

810/09.50/4s.

**MECIDAS NA VARIAÇÃO DA SUPERFÍCIE PROTEICA ACESSÍVEL  
AO SOLVENTE EM TRANSIÇÕES ALÓSTERICAS**

Márcio Francisco Colombo, IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto

Estudos do efeito das alterações da atividade osmótica induzidas por cosolventes e sais na ligação de coágênio à hemoglobina, tem mostrado que na transição entre as estruturas totalmente desocodgenada (T) e completamente ocodgenada (R), há a ligação de aproximadamente 66 moléculas de água, evidenciando assim que a superfície proteica exposta ao solvente na forma R é 600 Å maior que na forma T, em bom acordo as estimativas teóricas a partir da estrutura cristalina (500 a 800 Å). Estes dados indicam ainda que o solvente desempenha importante papel na regulação alostérica da hemoglobina.

Apoio financeiro: CNPq

BIO/10.30/4a.

TC

FÍSICA DOS SISTEMAS VIVOS : BIOMEMBRANAS. Paulo M. Bisch - CBPF

Uma das principais características dos seres vivos é a autonomia, isto é, a capacidade que cada indivíduo tem de promover sua própria organização e exercer o controle de suas funções. Esta capacidade é conseguida através de estratégia de compartimentalização. Cada célula ou compartimento intra-celular é separado por membranas capazes de manter uma composição química peculiar em seu interior, diferente dos compartimentos vizinhos e do meio externo. Desta forma, os compartimentos celulares são mantidos permanentemente em um estado de não-equilíbrio, através de uma constante troca seletiva de matéria com os meios vizinhos. De acordo com a teoria termodinâmica de Não-Equilíbrio, estes sistemas abertos são capazes de promover sua própria organização espaço-temporal, possibilitando a cada compartimento controlar sua função biológica. As trocas e interações com os meios vizinhos efetuadas através das membranas, são dirigidas por processos bioquímicos complexos, mas dependem essencialmente das características físicas e físico-químicas destas interfaces biológicas.

BIO/11.00/4a.

## Oscilações e Multiestabilidade no Transporte Ativo em Biomembranas

Fernando de M. C. Vieira e Paulo M. Bisch

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) - Rio de Janeiro

Partindo das reações físicas estudadas experimentalmente no transporte ativo em biomembranas, montamos modelos nos quais existem regiões no espaço das constantes cinéticas destas reações onde se observa oscilações e múltiplos estados estacionários.

Apresentamos o estudo de bifurcações feito sobre os sistemas, discutimos possíveis consequências dos fenômenos previstos e comparamos com observações da literatura.

Pretendemos fazer uma exposição detalhada dos métodos matemáticos utilizados, em painel neste mesmo encontro.

BIO/11.20/4a.

"CÉLULA FOTOACÚSTICA ABERTA APLICADA À FOTOSÍNTESE EM FOLHAS VEGETAIS"

Antonio Carlos Pereira, Miriam Zerbetto, Antônio Manuel Mansanaras, Guilherme Colombelli Silveira, Nelson Vargas (Instituto de Física - UNICAMP); Herberto Cella (Instituto Politécnico do Rio de Janeiro - IPRJ); Luís Carlos Moura Miranda (Laboratório Associado de Sensores e Materiais - INPE)

A célula fotoacústica aberta é aplicada ao campo da fotossíntese em folhas vegetais. Na detecção fotoacústica convencional um pequeno disco de uma folha vegetal é cortado e levado para dentro de uma célula fotoacústica na qual serão realizadas as medidas experimentais da atividade fotossintética, via oxigênio evoluído e energia fotoquímica armazenada. Neste trabalho introduzimos a técnica da célula fotoacústica aberta para que tais medidas experimentais possam ser realizadas com a folha vegetal intacta, ou seja, ainda presa na planta. Isto possibilita um estudo in situ e in vivo da atividade fotossintética de uma planta. O efeito da desidratação de uma folha após cortada da planta foi monitorado para mostrar a importância de se fazer medidas dessa natureza com a folha intacta.

BIO/11.60/4a.

**ESTUDO DE ATIVIDADES FOTOSSINTÉTICAS DE FOLHAS NO CAULE COM A CÉLULA FOTOACÚSTICA ABERTA.**

Evandro F. Passos (Depto. de Física, UFV), Antonio C. Pereira, Antonio M. Mansaneres (DEQ-UF-Unicamp), Norberto Cella (IPESJ, Nova Friburgo) e Rellon Vargas (DEQ-UF-Unicamp)

Pela primeira vez a chamada célula fotoacústica aberta foi usada no estudo de atividades fotossintéticas de plantas. A configuração aberta permitiu medições de folhas no caule, diretamente expostas ao ar ambiente. O ambiente da amostra pode ser mais facilmente modificado em relação às células fotoacústicas convencionais (hermeticamente fechadas), permitindo o estudo da regulação da fotossíntese da folha em função de modificações do ambiente físico-químico. Como a absorção da luz na célula aberta ocorre sobretudo no lado oposto à câmara de gás, a contribuição fotoacústica (evolução de oxigênio) é proporcionalmente maior que a contribuição fototérmica, quando comparada com células fechadas, permitindo medidas de evolução de oxigênio em plantas C-4 com boa sensibilidade. Medidas da distribuição da luz entre os fotossistemas I e II foram feitas mediante a quantificação do efeito Emerson. A energia fotoquimicamente armazenada foi também quantificada para folhas de soja. A contribuição da membrana do microfone para o sinal fotoacústico foi analisada. Estudos estão sendo realizados sobre o efeito de poluentes na fotossíntese de plantas (por exemplo metais pesados), visando melhor conhecimento do efeito do poluente na fisiologia das plantas, bem como sua possível utilização no monitoramento de qualidade ambiental, como bio-indicadores.

E.F. Passos agradece apoio da FAPENIG na viabilização de estágio no DEQ-UF-Unicamp, onde os experimentos relatados foram realizados.

BIO/12.00/4a.

**ESTUDO POR ESPECTROSCÓPIA FOTOACÚSTICA DE PROCESSOS FOTOQUÍMICOS EM UMA MATRIZ POLIMÉRICA. L.M. Albuquerque (UFV/Viçosa), R. Sanchez (DFCM/IPQSC/USP).**

A transferência de elétrons tem sido objeto de um estudo intenso nos últimos anos por ser uma reação fundamental em processos naturais como a fotossíntese. Com isto, um progresso considerável foi conseguido na proposição de modelos para o centro de reação fotossintético, em particular utilizando o sistema modelo porfírina-quinona.

Como intuito é estudar o processo de transferência de elétrons de porfírina para quinona aleatoriamente distribuídas em uma matriz polimérica, utilizando a técnica de espectroscopia fotoacústica. A utilização de um polímero como meio tem duas vantagens. A primeira é aproximar nosso sistema modelo do processo fotossintético natural, no qual os doadores e os aceitadores de elétrons estão envolvidos nas proteínas do centro de reação e, portanto, em um meio polimérico. A segunda é possibilitar a utilização desses filmes como possíveis componentes eletrônicos moleculares. Identificamos os estados eletrônicos do doador excitado e os estados de carga separadas ( $P^+$  e  $Q^-$ ), a partir dos espectros ópticos, determinamos a eficiência quântica da fluorescência da porfírina no filme e a taxa de transferência de elétrons.

Apoio Financeiro: CAPES.

BIO/08.10/4a.

**ESTUDO DE DETECÇÃO NÃO-RADIATIVA DA BANDA DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA ENTRE MOLÉCULAS DOADORAS E ACEITADORAS. H.L. Corrêa (IBILCE-UNESP-Depto. de Física, São José do Rio Preto) e R. Sanchez (DFCM/IPQSC/USP, São Carlos).**

A disposição de moléculas que possuem a capacidade de doar e outra de aceitar elétrons, seja em solução ou numa matriz polimérica, sempre exibem uma nova banda de absorção que não é detetada por nenhum dos componentes separadamente. A presença desta nova banda é atribuída ao complexo doador-aceitador. A transição que faz surgir esta banda é referida como transição de transferência de carga, sendo esta em geral larga e sem estrutura.

A utilização de espectroscopia fotoacústica fazendo-se uso de duas fontes, uma pulsada para fazer surgir a banda de transferência de carga e outra contínua para a sua medida, permitiu-se detectar a sua localização.

O modelo teórico que prevê o surgimento dessa banda e o tunelamento não adiabático de elétrons em moléculas biológicas, que prevê informações sobre a distância de transferência e caracteriza as propriedades do processo de tunelamento eletrônico.

Apoio Financeiro: CNPq.



BIO/08.30/8a.

MONITORAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA TERAPIA FOTODINÂMICA DE TUMORES  
Denise Maria Zesall; Jorge Humberto Nicole - IPQI - UNICAMP

A Terapia Fotodinâmica de Tumores, como processo complexo, permite o desenvolvimento de estudos direcionados à diferentes áreas do conhecimento. Nosso objetivo principal foi o de utilizar resultados acadêmicos, como os de fluorescência e absorção óptica, para elaborar experimentos fronteiriços com a prática médica. Neste sentido demonstramos a viabilidade de um método capaz de monitorar o processo da terapia "in vivo", bem como mostramos que a eficiência da Terapia Fotodinâmica de Tumores pode ser melhorada em condições hiperbáricas de oxigênio adequadas. Os espectros e diagrama de montagem experimental serão apresentados.

BIO/08.30/8a.

"ESTUDO DE LÁTEX DE JATROPHA POR RESSONÂNCIA PARAMAGNÉTICA ELETRÔNICA"

Fernando Pellegrini, Ana Rita Pereira

Departamento de Física - Universidade Federal de Goiás

A variedade de Jatropha da região de Niquelândia (norte de Goiás), conhecida como uma das poucas plantas hiperacumuladoras de níquel, produz um tipo de látex que contém níquel, ferro e manganês. Neste trabalho apresentamos a caracterização deste látex por ressonância paramagnética eletrônica.

BIO/09.10/8a.

UTILIZAÇÃO DE EPR PARA AVALIAR COMPOSTOS HÚMICOS NO SOLO. Adriana Martin Neto, EPDIA/EMBRAPA, CP 741,

São Carlos/SP, Elisângela Frequenti, IPQSC/USP, São Carlos/SP, Adriana Ardriano, INTA/Ferrogliano, Argentina.

Substâncias húmicas são compostos que surgem da degradação de resíduos de plantas e animais e tem papel fundamental no solo, como: grande capacidade de adsorver água, forma complexos com íons micronutrientes de plantas, reage com poluentes tóxicos, na combinação com argilas forma um composto que "estrutura" os solos evitando processos erosivos, e outros. A técnica de EPR tem sido utilizada para caracterizar substâncias húmicas com inferências do nível de radicais livres semiquinona e complexos com íons estáveis. Neste trabalho EPR foi utilizada para estudar a estrutura da matéria orgânica ligada a diferentes frações granulométricas de um solo argentino em diferentes anos e tipos de cultivo. Medições em amostras de solo praticamente intactos mostraram diferentes níveis de radicais livres semiquinona (variando de  $5 \times 10^{15}$  a  $10^{15}$  spins/gr O) para amostras de granulometrias distintas, com excelente correlação com a razão C/N obtido por análises elementares desses solos. Adicionalmente medidas de saturação por potássio apresentaram dependência diferentes para os radicais das diversas frações indicando que o "environment" dos radicais são distintos. Esses resultados mostraram que EPR pode identificar o estágio de humificação, ou seja a qualidade da matéria orgânica em solos praticamente intactos. Confirmou-se também que para este solo após 80 anos de cultivo não ocorreram mudanças significativas com os compostos húmicos, conforme indicavam resultados obtidos com amostras submetidas à tratamento químico intenso.

BIC/09.30/6a.

"Estudos Espectroscópicos do Herbicida Picloram em Interações com Ions Metálicos e sob Efeito de Luz UV-Visível".

Dinís Gomes Traghetta, Hidetsuke Ibesato, Otaciro Rangel Nascimento (IPOSC/USP - Caixa Postal 369 - São Carlos/SP), Antonio Luiz Cerdeira (EMBRAPA/CNPDA-Campinas/SP) e Ledaíslau Martin Neto (EMBRAPA/BPDIA, Caixa Postal 741, São Carlos/SP)

O Herbicida Picloram (4 amino, 3,5,6 Tricloro Ácido Picolínico) tem sido utilizado no Brasil, principalmente na cultura de cana-de-açúcar. A persistência do Picloram no solo é considerada alta, o que é desejado no caso da cana, no entanto, efeitos residuais indesejáveis tem ocorrido especialmente no caso de rotação de cultura, visto que, alguns cultivos como soja, feijão, tomate, por exemplo, são susceptíveis à ação do Picloram. Neste trabalho estamos utilizando as técnicas de EPR e Absorção Eletrônica para acompanhar a formação de complexos entre o Picloram e Ions Metálicos presentes nos solos (Fe, Mn e Cu) como um dos mecanismos de adsorção do Herbicida. Constatou-se a formação de complexos estáveis com os Ions Cu(II), Fe(III), Mn(II) e V(IV) em diferentes pH's. Estuda-se também o efeito de luz na decomposição do Picloram acompanhando a formação de radicais livres por EPR e decréscimo da banda de absorção em 223 nm, característico de compostos contendo piridina, por absorção eletrônica.

ÓRGÃO FINANCIADOR: CAPES

BIC/09.50/6a.

ESTUDO DA VARIAÇÃO TÉRMICA DE NITROSIL HEMOGLOBINA POR EPR E SUCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA.

G. Benaki, E. Wajenberg, L. El-Jaick, O.R. Nascimento, A. Trautwein, E. Bill, H. Winkler e C. Butslaff.

Nitrosil hemoglobina (HbNO) em solução tamponada nas conformações R e T, com formação R em sol 3:1 glicerol: tampão e em pó foi estudada para temperaturas acima de 80K. Ao contrário da região de temperatura baixa (T<100K) não foi observada uma variação espectral relevante. A intensidade do sinal de EPR decresce com o aumento da temperatura segundo a distribuição de Boltzman até uma temperatura de aproximadamente 200K. Acima desta temperatura a área do sinal de EPR diminui abruptamente. Este comportamento é comum a todas amostras e pode ser relacionado com uma variação estrutural da proteína tal que o elétron desemparelhado desloca-se do NO para o Fe(II), onde a relaxação é muito mais eficiente alargando a linha de tal maneira que o sinal de EPR não é detectado. A susceptibilidade magnética de amostras em solução diminui acima de aproximadamente 250K, possivelmente devido a variação do dia magnetismo do gelo com a temperatura. Outras técnicas espectroscópicas (Mössbauer e RX) mostram que a temperatura de transição de 200K está associada a uma mudança conformacional. Recentemente cálculos teóricos mostraram que as duas estruturas eletrônicas correspondem a níveis de energia muito próximos. Estudos complementares utilizando medidas de efeito Mössbauer e susceptibilidade magnética devem contribuir para a melhor caracterização da estrutura proposta.

(1) Welch, A et al J. Am Chem Soc (1989) 111, 2767-72.

BIC/10.30/6a.

MEDIDAS DE RPE EM SISTEMAS FOTOSSINTÉTICOS

MARILIA PAIXÃO LINHARES (IF-UFRJ), NELSON PINHAL (IF-UFRJ) & CESAR SANTOS (IQ-UFRJ).

Espectros de Ressonância Paramagnética de Elétrons (RPE) de membranas isoladas de cianobactérias foram obtidos para identificação dos centros fotossintéticos, como exemplo o centro Fe-S no fotossistema I. O objetivo do trabalho é avaliar a concentração dos centros paramagnéticos e medir a razão de transferência dos elétrons fotoinduzidos em diferentes temperaturas para estimar a integridade do centro fotossintético. No futuro serão efetuadas medidas para observar o comportamento dos centros fotossintéticos em resposta a variações fisiológicas (fotoinibição e utilização de diferentes detergentes na extração das membranas).

BIO/10.50/8a.

**EFEITO DA CARGA DE LIPÍDIOS NA INTERAÇÃO DA DIBUCAINA COM LIPOSSOMOS MISTOS.**

Coeli Lopes e Sônia Louro - Depto. Física - FUC-Rio

Anestésicos locais, entre eles a dibucaina, afetam as propriedades de membranas de lipídios. O objetivo deste trabalho é estudar a influência da carga dos lipídios na interação de anestésicos com membranas. Para isso escolhemos os lipídios PS (fosfatidilserina), de carga negativa, e PC (fosfatidilcolina), zwitteriônico. Utilizamos também dois tipos de spin labels, um zwitteriônico, PCSL, e outro carregado negativamente, SASL. O alargamento de linha provocado por interação entre lipídios marcados detecta variações na distância média entre eles. Como a dibucaina é carregada positivamente, deve interagir preferencialmente com lipídios de carga negativa. Isso pode acarretar em membranas mistas uma separação de fase. Verificou-se que a dibucaina 0,6 mM não produziu separação lateral de fase em lipossomos mistos de PS(90%) e PCSL(10%). No entanto, foram observadas mudanças nos espectros que não puderam ser bem analisadas devido ao alargamento do espectro, continuaremos o trabalho utilizando spin labels a 1,0%.

APOIO: CNPq e Secretaria de Ciência e Tecnologia.

BIO/11.10/8a.

**ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DE ÁLCOOIS E ANESTÉSICOS LOCAIS SOBRE A  $Ca^{++}$ ATPase DO RETÍCULO SARCOPLASMÁTICO.**

Sônia R.W. Louro<sup>1</sup>, Eliane Wajsborg<sup>2</sup>, Celis Antencoda<sup>2</sup> <sup>1</sup> PUC/RJ, <sup>2</sup> CBPF

Os spin-labels 14-PCSL, derivado da fosfatidilcolina, e os derivados da maleimida foram utilizados para sondar, em vesículas de retículo sarcoplasmático, a interface lipídio-proteína e as regiões vizinhas aos grupos SH da  $Ca^{++}$ ATPase, respectivamente.

Em presença de dibucaina (anestésico local), a  $Ca^{++}$ ATPase sofre mudanças estruturais, enquanto, para a mesma faixa de concentrações da droga, não são observados efeitos na interface. Alcoois, como o butanol, provocam mudanças na estrutura protéica com efeitos nos espectros comparáveis àqueles observados no caso da dibucaina, mas também deslocam e fluidizam os lipídios interfaciais. Entretanto, em proteínas solúveis, tais como albumina e hemoglobina, não foram observadas alterações relevantes, na presença de dibucaina ou butanol. Estes resultados sugerem que as mudanças induzidas por álcoois na conformação enzimática, são produzidas a partir de interferência com as interações lipídio-proteína, enquanto os anestésicos locais, atuam através de um mecanismo diferente, provavelmente interagindo com sítios hidrofóbicos na proteína.

BIO/11.30/8a.

**ESPECTROSCOPIA FOTOACUSTICA RESOLVIDA NO TEMPO DE MELANINAS. M.R. Kawamura, A.S. Ito, P.R. Crippa**  
Instituto de Física da USP e Universität di Parma.

Foram obtidos os tempos de decaimento e rendimento quântico não radiativo de estados excitados de melaninas e associações de melaninas com outras moléculas de interesse biológico, tais como fotossensibilizadores e proteínas. Para isso utilizou-se de medidas de fotoacústica resolvida no tempo, irradiando-se as amostras em solução com laser pulsado de  $He-CI$  (exc=308nm). Os resultados obtidos indicam que os processos de desexcitação envolvem tempos muito rápidos, menores que 10 ns. A análise dos valores de rendimento quântico não radiativo indicam a existência de processos de interação, evidenciados pelo aumento desses parâmetros em presença de melanina. Além dos dados concretos obtidos, os resultados permitem discutir as potencialidades e limitações da técnica fotoacústica utilizada.

Agradecimentos: Convênio USP-BID

BIO/11.50/6a.

" ESTUDOS POR RESSONANCIA PARAMAGNETICA ELETRONICA DE COMPLEXOS MELANINA-PORFIRINA" Y. Ridente; A.S. Ito, Instituto de Física, Universidade de São Paulo.

Neste trabalho realizamos um estudo da interação melanina-porfirina através do método de ressonância paramagnética eletrônica (RPE). Para tal, empregamos melanina sintética obtida a partir da auto-oxidação da L-Dopa e um grupo de quatro tetraesopiridil porfirinas, que apresentam caráter cationico devido à carga positiva do nitrogênio no grupo piridil. Foram analisadas a intensidade e a largura de linha do sinal de RPE e seu comportamento na saturaçãõ progressiva com a potência da microonda de excitação. Estudamos a influência da formação de complexo no paramagnetismo intrínseco das melaninas e acompanhamos a formação de radicais livres no pigmento sob iluminação visível, na presença de porfirinas.

Verificamos que a interação com porfirinas promove vias de desexcitação não radiativa através do aumento na fotoindução de radicais livres na melanina. Analisamos também o efeito resultante da interação com moléculas de O<sub>2</sub> presentes no meio.

Apoio financeiro: CNPq.

BIO/12.10/6a.

INTERAÇÃO DE PEPTÍDEOS COM BICAMADAS LIPÍDICAS ORIENTADAS:

ESTUDO COM MARCADORES DE SPIN

M. H. Saggi<sup>(1)</sup>, S. Schreier<sup>(2)</sup>, A. N. de L. Cestrucci<sup>(3)</sup> e M. T. Lamy-Fraund<sup>(1)</sup>. Instituto de Física<sup>(1)</sup>, Instituto de Química<sup>(2)</sup>, Instituto de Biociências<sup>(3)</sup>-USP, S.P..

Estudamos a interação do hormônio peptídico  $\alpha$ -MSH, ligado ao processo de pigmentação celular, e de seu análogo ( $^{125}$ I- $\alpha$ MSH)- $\alpha$ -MSH, com bicamadas lipídicas. Esse análogo é aproximadamente 100 vezes mais ativo do que o hormônio. Apesar do mecanismo de ação desses peptídeos não ser conhecido, acredita-se que eles interajam com a membrana celular através de receptores protéicos. Entretanto, a parte lipídica da membrana pode ser importante por pelo menos 2 aspectos: 1) facilitar a interação peptídeo-receptor, por meio da interação eletrostática entre os peptídeos, que são cationicos, e cabeças polares de lipídios negativamente carregadas, ou através de interações hidrofóbicas peptídeo-lipídio; 2) modificar a estrutura do peptídeo, favorecendo a sua interação com o receptor. Foram utilizadas multibicamadas planas orientadas, negativamente e carregadas, de DMPC (dimiristoil fosfatidil glicerol), contendo 10%, em moles, de colesterol, marcadas com <sup>14</sup>C, em moles, de CSL ("spin-label" esteroídico, derivado do colestano). Nas várias concentrações de peptídeos utilizadas, obtivemos comportamentos opostos para o  $\alpha$ -MSH e seu análogo sintético. Enquanto o hormônio natural causa uma diminuição da ordem e movimento dos lipídios, o seu análogo aumenta a organização das bicamadas e parece diminuir o movimento das cadeias carbônicas. Será feita uma correlação entre esses resultados e os obtidos previamente com lipossomas (multibicamadas não orientadas).

Apoio financeiro: CNPq, FINEP e BID-USP.

**PAINÉIS**  
**BIO - Biofísica**

BIO 13/14.00/5a. EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO FETAL DE RATOS, SUBMETIDOS A RADIAÇÃO COM RADIOFREQUÊNCIA (rf) E GRADIENTES DE CAMPO MAGNÉTICO. J.E.Rodas Duran e S.A.Tovo Abud (Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP).

O corpo animal absorve a energia de rf e estas energias podem manifestar-se como aquecimento térmico. O aquecimento é potencialmente perigoso, podendo provocar alterações tanto em tecidos formados como nos tecidos ainda em desenvolvimento. Em nosso trabalho irradiamos ratos durante seu período de gestação, com pulsos de rf na frequência de 20 MHz, sendo aplicado simultaneamente um gradiente de campo magnético da ordem de 1,5 graus/cm. A potência média experimentada pelo animal foi de 7,4 mW. Alguns epitélios e tecidos conjuntivos da embriões de ratos foram analisados morfoestrutural, morfológica e estereologicamente. Encontramos alterações na formação destes tecidos, quando comparados com os controles. Essas observações podem ser entendidas como numa consequência do efeito ôhmico devido às correntes superficiais induzidas pelos campos magnéticos de rf. A extrapolação de nossos resultados para prováveis efeitos teratogênicos em fetos de mulheres grávidas, que são expostas a este tipo de radiação eletromagnética, também foram analisados.

BIO 14/14.00/5a. AVALIAÇÃO DE UM BIOGRADIÔMETRO MONOCANAL. Oswaldo Baffa (baffa@biomag.fccirp.usp.br), Seev G.K.

Sapiro (seevk@biomag.fccirp.usp.br), J.Ricardo A.Miranda (jmiranda@biomag.fccirp.usp.br), Robert L.Zimmerman (rlzimmer@brusp.bitnet) e Mursion de Abreu, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP. Av. Bandeirantes, 3900. 14049 Ribeirão Preto, SP

Um biogradiômetro monocanal (BGM) para aplicações múltiplas envolvendo a medida de campos magnéticos na faixa de  $10^9$  a  $10^{13}$  Tesla provenientes de sistemas biológicos foi desenvolvido e uma avaliação inicial é apresentada. O BGM foi desenvolvido baseado num detector de campo magnético tipo SQUID-rf montado numa configuração gradiométrica de 2ª ordem montada num dewar não magnético superisolado de fibra de vidro. O gradiômetro de 2ª ordem com  $\phi=20$ mm foi enrolado num substrato de Macor (Corning Glass) que permite, uma boa precisão. O BGM é montado num suporte não magnético com possibilidade de movimento vertical, horizontal e angular ( $\pm 30^\circ$ ). Três conjuntos de bobinas retangulares (ENFMC 91, página 156) foram construídas para produzir um campo magnético homogêneo sobre grandes volumes para: 1-balancear o gradiômetro, 2-produzir um campo AC para medidas de susceptibilidade e 3-cancelar o campo magnético terrestre. Uma cama dotada de um sistema indicador de posição (X, Y e Z) e de um posicionador pneumático para a direção Z foi também desenhada para a operação do BGM. A homogeneidade do campo foi aferida com um magnetômetro de fluxo saturado (fluxgate), a rejeição de modo comum do gradiômetro (CMR) foi determinada assim como a figura de ruído. Aplicações preliminares permitem a detecção de campos magnéticos biológicos na faixa de 50 pT.

APOIO FINANCEIRO: CNPq, FAPESP, CAPES e TWAS

BIO 15/14.00/5a. FLUTUAÇÕES IÔNICAS EM SOLUÇÃO - PRODUÇÃO DE ENTROPIA José Antonio Fornés Departamento de Física - UFG

A dissipação de flutuações iônicas em concentração é estudada usando o formalismo da termodinâmica do não-equilíbrio. É dada uma fórmula para calcular a produção de entropia em função do tempo de relaxação inicial,  $\tau_0$ , a concentração iônica  $c$ , e a amplitude relativa de correspondente flutuação iônica.  $\epsilon = \delta c / c$ . Variações de entropia também são calculadas para diferentes valores destes parâmetros.

BID 16/14.00/9a.

**FLUXO DE INFORMAÇÃO PARA DISSIPAR UMA FLUTUAÇÃO IÔNICA ATRAVÉS DE UM CANAL DE MEMBRANA** José Antonio

Fornés Departamento de Física - UFG

O fluxo de informação que um sistema hipotético na membrana celular teria que processar para dissipar uma flutuação iônica na solução através de um canal de membrana é calculado sobre a base de termodinâmica do não equilíbrio. A fórmula revelada contempla o tamanho relativo e o tempo de relaxação inicial da flutuação, a concentração da solução e o tamanho do canal iônico. Foi encontrado que para um amplo intervalo de concentrações biológicas este fluxo de informação é aproximadamente 1 Kbyte/s para uma flutuação de 10%.

BID 17/14.00/9a.

**CAOS NA ELETRODISSOLUÇÃO DE Fe - O. Tschke, M.U. Klink e F.A.C. Fessel,**  
Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas.

Oscilações regulares e irregulares têm sido observadas há muito tempo em reações de eletrodissolução. Neste trabalho examinaremos sequências de bifurcação e ocorrência de caos em reações como a eletrodissolução do Fe com importância tecnológica.

A curva de dissolução do Fe foi obtida através de uma varredura de 0.5 mV/s e mostra um aumento de corrente até um potencial de 20 mV, medida em relação a um eletrodo de referência. A partir daí, a corrente estabiliza-se e o estado estacionário perde sua estabilidade, sofrendo uma bifurcação de Hopf, dando origem a um estado oscilatório. Quando o potencial atinge 50 mV, a corrente vai descontinuadamente a zero, caracterizando a passivação do eletrodo.

BID 18/14.00/9a.

**SIMULAÇÃO DO CRESCIMENTO DO CRISTAL DE LISOXINA USANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO.** Osvaldo Eduardo Aielo e Marco

Antonio Alves da Silva, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP, Av. Bandeirantes, 3900. 14049 Ribeirão Preto, SP.

As principais características do crescimento do cristal de Lisoxina são produzidas utilizando o modelo solid-on-solid (SOS) e simuladas através do método Monte Carlo (S.D. Durbin and G. Feher, Journal of Crystal Growth 110(1991) 41-51). Nosso objetivo neste trabalho é caracterizar os tipos de crescimento (por camada ou contínuo) em algumas direções com diversas situações do meio em que ocorre o crescimento. As energias de ligação são escolhidas para que a velocidade de crescimento se ajuste com os dados experimentais (S.D. Durbin and G. Feher, J. Crystal Growth 76 (1986) 583).

APOIO FINANCEIRO: CNPq

SIO 19/14.00/3e.

**CADEIAS COM AUTO-INTERAÇÃO RANDÔMICA.**

Milton Faria Junior, Lucila Marques dos Reis, Marco Antonio Alves da Silva. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP. Av. Bandeirantes, 3900. 14049 - Ribeirão Preto - SP).

O objetivo deste trabalho é o de estudar algumas características do enovelamento das proteínas utilizando um modelo simples. Para isto nós consideraremos um heteropolímero em que os sítios da cadeia atuam um sobre o outro com um potencial aleatório, sendo a energia potencial do sistema definida por [G. Iori, E. Marinari and G. Parisi, preprint: RDM2F-91-4]

$$E_{ij} = \delta_{ij} + r_{ij}^2 + \frac{R}{r_{ij}} - \frac{A}{r_{ij}} + \frac{\eta_{ij}}{r_{ij}}$$

onde:  $r_{ij}$  é o valor da distância de dois aminoácidos, R e a constante do termo repulsivo que proíbe o colapso, A é o termo atrativo que faz com que ocorra o enovelamento,  $\eta_{ij}$  é o fator de interação entre os aminoácidos, é o primeiro termo da equação é a interação entre aminoácidos vizinhos. A técnica utilizada para resolver o problema é a simulação de Monte Carlo.

APOIO FINANCEIRO: CNPq

SIO 20/14.00/3e.

**SUGESTÕES DE UM NOVO POTENCIAL PARA TRATAR AS PONTES DE HIDROGÊNIO NO DNA.**

Elto Drigo Filho e José Roberto Ruggiero - IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto-SP.

Com base em um formalismo matemático originário em Teoria de Campos Supersimetria - obtém-se um potencial anarmônico:

$$V(y) = ay^2 - \frac{1}{\beta^2 k} \frac{1}{dy} \frac{e^{-\sqrt{ak}|y|^3}}{\Gamma + \int_0^y e^{-\sqrt{ak}|z|^3} \beta dz}$$

Vamos introduzir este potencial para simular as pontes de hidrogênio no DNA. Os parâmetros a, k e  $\Gamma$  são fixados usando o operador integral de transferência para estudar a desnaturação térmica<sup>(1)</sup> e o modelo quase-contínuo<sup>(2)</sup> para obter os modos de baixa frequência. É feita uma análise das vantagens e desvantagens do uso deste novo potencial.

- 1- M. Peyrard and A.R. Bishop *Phys. Rev. Lett.* **52** 2708(1984)
- 2- K.C. Chou, G.M. Maggiora and B. Hao *Biophys. J.* **52** 2081(1987)

SIO 21/14.00/3e.

**Métodos Matemáticos para Redes Complexas de Reações Químicas**

Fernando de M. C. Vieira e Paulo M. Blech  
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) - Rio de Janeiro

Apresentamos detalhadamente alguns métodos matemáticos que permitem analisar os sistemas de equações diferenciais ordinárias associados à redes complexas de reações químicas, com vários exemplos a ilustrá-los.

Mostramos diversas aplicações à nossa área específica de estudos, isto é, os sistemas de transporte ativo em biomembranas.



BIO 22/14.00/5a.

**A INFLUÊNCIA DA FORÇA IÔNICA E DA CARGA SUPERFICIAL SOBRE O PERFIL DE POTENCIAL ELÉTRICO - UM MODELO PARA A MEMBRANA DO ERITRÓCITO**  
**CORTESZ-MACHIELLY, C. e BISCH, F.N.C.** Dpto. de Fisiologia, UERJ e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Equações de potencial elétrico foram determinadas pela resolução da equação de Poisson-Boltzmann, com base em um modelo matemático que tomava a membrana do eritrócito como um filme fluido, plano e infinito de espessura  $h$  (de  $x = -h/2$  a  $x = h/2$ ). Considerou-se que a distribuição das cargas nas duas superfícies do filme era homogênea, de tal forma que o potencial era dependente apenas da coordenada  $x$ . Um estudo sobre as influências da força iônica, da carga superficial e do potencial transmembrana sobre o perfil de potencial da membrana foi realizado. Os resultados indicam que a diminuição da força iônica da fase externa da célula causa um marcado decréscimo no valor absoluto da diferença de potencial ( $\Delta\phi_0$ ). Por outro lado, a diminuição da densidade de carga da superfície externa ( $Q_{e1}$ ) resultante da queda de força iônica contribui para um amortecimento ou decréscimo do potencial externo ( $\phi_{e1}$ ) e, conseqüentemente, torna a variação de  $\Delta\phi_0$  menos pronunciada. Considerações sobre os efeitos da variação do potencial transmembrana com a força iônica também são feitas.

Apoio Financeiro: CNPQ.

BIO 23/14.00/5a.

**THE POISSON-BOLTZMANN EQUATION APPLIED TO IONIC AND ZWITTERIONIC MICELLES**

**Luís Gustavo Dias, Augusto Agostinho Melo and Elói Feitosa**  
 IQUSP - São Paulo, IFUSP - São Paulo and UNESP - S. J. do Rio Preto.

Micelles, supramolecular aggregates obtained from hydrated amphiphiles, constitute a part of Biometric Systems with a number of applications. Important micellar effects are determined by the electrical properties of these systems. The Poisson-Boltzmann equation (PBE), which relates the electrical potential to the ion concentrations, is solved numerically to obtain the distributions of the electrostatic potential and charges about isolated ionic and zwitterionic micelles (1M and 2M). In this communication we present an original procedure for numerical solution of the PBE and apply this analysis to both 1M and 2M. In no previous work has any PBE model been applied to 2M. The models used consist, respectively, of an impenetrable sphere with charges smeared uniformly on the surface, and of a double shell concentric capacitor forming a dipole layer with positive inner and negative outer surfaces. Specific ion adsorptions, given by Volmer isotherms, were added to the 1M model. In absence of added salt the potential is null outside the 2M; in presence of salt, there is a negative net charge inside the dipolar region, which increases with the ionic strength, due to the fraction of ions which migrates from the bulk solution. The potentials so obtained are significantly smaller than those of 1M and differ from those obtained from analytical solutions of the linearized PBE (Baptista, N. et al. J. Phys. Chem., accepted for publication) at higher monovalent salt concentrations.

CNPq, Projeto Temático FAPESP and PADCT.

BIO 24/14.00/5a.

**RECONSTRUÇÃO 3D DO MOVIMENTO HUMANO - A PARTIR DE CÂMERAS DE VÍDEO NÃO METRIZAS E NÃO SINCRONIZADAS**

**BARROS, RICARDO MACHADO LEITE DE - FEF - UNICAMP**  
**BRENZLINDER, RENÉ - IFGW - UNICAMP**  
 DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA, INSTITUTO DE FÍSICA, UNICAMP

Este trabalho apresenta uma metodologia para reconhecimento das coordenadas tridimensionais de pontos característicos a partir de seqüências de imagens de vídeo UHS estereoscópicas digitalizadas.

Considerando que para cada câmera o raio de luz registrado inicia-se no ponto procurado e passa pelo foco, o princípio da reconstrução é o de localizar o cruzamento das retas suportes desses dois raios.

O equacionamento destas retas nos faz tratar a perspectiva sob a qual as marcas de referência do fundo e o ponto procurado são vistos nas imagens.

Outra dificuldade surge do fato das câmeras de vídeo não estarem sincronizadas, o que nos obriga a criar, por interpolação, a imagem de uma das câmeras para o instante de abertura da outra.

Os aplicativos referentes a este método estão sendo implementados em uma Work Station, em linguagem C++.

Na apresentação serão discutidos o método, os resultados preliminares e suas limitações.

o Projeto parcialmente financiado por FAPESP, CNPQ E FAEP

BIO 25/14.00/3a.

**HIPERTERMIA RÁPIDA.**

P.S. Peruchi, A.H. Sanches e K.F. Castro (DF-UFSCar).

Hipertermia, HL (elevação da temperatura local a  $\sim 42^{\circ}\text{C}$ ) com ultra-som, tem sido utilizado com sucesso no tratamento de certos tipos de tumores localizados<sup>(1)</sup>. A técnica de HL atual exige que a temperatura (T) local do tumor seja medida em vários pontos durante cada sessão de tratamento (70-100 pontos)<sup>(2)</sup>, o que é feito movendo-se sem parar por aréias de tumor. Isso traz certos riscos e desconforto aos pacientes durante o tratamento. A ausência de um modelo teórico satisfatório que permita prever a distribuição de temperatura durante uma sessão de HL, eliminando assim tantas medidas de T, tem levado os pesquisadores a procurarem novas soluções. A medida não invasiva de temperatura (descrita em outro trabalho do grupo) e/ou a hipertermia rápida<sup>(2)</sup>, (HR), parecem ser as soluções em potencial e pesquisas sobre elas tem sido desenvolvidas em nosso laboratório. A HR consiste em mandar uma dose efetiva de calor ( $35^{\circ} - 60^{\circ}$ ) durante um tempo tão curto da modo a não haver tempo para transportes significativo de calor. Da sistema totalmente auto utilizado para a produção e detecção da HR em materiais como água e tecidos biológicos in-vitro, foi desenvolvido e está sendo testado e os resultados preliminares serão discutidos.

- (1) P.F. Lala et al 73rd Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiological Soc. of Am. Dec(1987).  
 (2) D.J. Doris et al 10th Annual Meeting of the North American Hyperthermia Group, N.Oriens, Abril(1990).

APQIO: VAPESP/CNPq.

BIO 26/14.00/3a.

**CRONATOGRAFIA DE EXCLUSÃO DA ULTRACROMINA (Ec) de Glicosídeos resultat: ESTUDOS ESPECTROSCÓPICOS. M.H. Tinto, E.C.M. Agostinho, J.B. Ferruzi, H. Imanato e M. Tabak. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, CP 349, CEP 13560, São Carlos-Sp.**

Realizou-se estudos espectroscópicos do bema e do triptofano (trp) em função do pH nas frações obtidas na filtração em gel de Sephadex G-200 em pHs 7,0 e 9,0 da eritrocromina de G. resultat. A pH 7,0 obtve-se uma única fração (A), atribuída à Ec intacta; e pH 9,0, além do componente correspondente ao A, obtve-se um correspondente a 1/12 da Ec (B), um considerado como triptofano (C) e o último como monômero (D). A absorbância a 413nm medida na Ec (A) deada o pH 4 apresentou um valor constante até o pH 9, decrescendo a seguir, devido a sua desnaturação. Excitando-se em 280nm, mediu-se as emissões a 280nm (espalhamento de Rayleigh) e 330nm (trp) para todas as amostras e também a 620nm (bema) para a Ec. Emissão a 280nm: a Ec apresentou dissociação em pHs acima de 8 e inferior a 4,5, sendo mais evidente em meio alcalino; por sua vez as frações B e C apresentaram uma tendência à reassociação em uma faixa bastante estreita de pH centrada ao redor de 5,5. Observou-se o mesmo índice em torno do pH 9 para B e ao redor de 11 para C. Observou-se uma tendência geral de dissociação para a fração B e similarmente à fração A. Os resultados corroboram as atribuições baseadas na filtração em gel. O deslocamento do máximo da emissão do trp de 328nm para 343nm com a alcalinização, em especial na Ec, inferiu uma exposição gradativa do trp ao solvente com a dissociação e a desnaturação. A variação da intensidade da emissão a 330nm indica a titulação de grupos vizinhos ao trp, cujos pKa estão próximos de 8,3, sument nas frações B e C, e outra acima de 10,5. O decréscimo da intensidade do pH 11 indica provavelmente a desnaturação. A correlação observada entre as fluorescências medidas a 330nm e a 620nm indica uma proximidade entre alguns resíduos de trp e o grupo prostético bema.

VAPESP, CNPq, FINEP.

BIO 27/14.00/3a.

**ESTUDO DE MEDIDAS NÃO-INVASIVAS DE**

**TEMPERATURA VIA ULTRA-SOM. Lilliane Ventura (UFQSC), Elizabeth Castro e José A. R. Jordão (UFSCar).**

Motivado pelo sucesso da Hipertermia na extinção de tumores cancerígenos, este trabalho trata-se do estudo de medidas não-invasivas da temperatura no interior do corpo humano, que até então é feito por meio de termopares. O método proposto é através da defasagem de ondas ultrassônicas, uma vez que a velocidade destas ondas dependem da temperatura segundo a equação:

$$\Delta v = \alpha \Delta T \cdot v_0$$

onde  $v$  e  $T$  são a velocidade e a temperatura, respectivamente, e  $\alpha$  é 0,8-1,8m/s entre  $30^{\circ}-45^{\circ}\text{C}$  (intervalo de interesse). Utilizando uma cuba de acrílico com água degaseificada, contendo material absorvedor de ultrassom em seu interior, estudos sobre técnicas a serem utilizadas e frequência adequada foram realizados e os seguintes resultados obtidos: técnica de transmissão e frequência em torno de 2,0MHz. Medidas da defasagem de ondas estão sendo realizadas e um refinamento maior na parte eletrônica está sendo feito.

BIO 28/14.00/3a.

**SOLUÇÃO DO PROBLEMA INVERSO A PARTIR DO SUPLENTO MAGNÉTICO DE UMA PARTE DIMENSIONAL.**

Paraná Ribeiro S., Lima S., Bell C., Corte Ribeiro P., Rozzani J.,

Departamento de Física  
Departamento de Engenharia elétrica  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - São

São feito várias situações de obtenção da distribuição de dipolos magnéticos ou distribuição plana de corrente a partir do conhecimento do campo feito nos pontos acima de distribuição. A expressão do campo gerado por um dipolo magnético ou elemento de corrente é tratado tanto no (1/10), e a solução do problema inverso se dá através de técnicas iterativas. São utilizadas algumas transformadas em um método de processamento rápido de imagens. É construído também tanto a presença de ruído no sinal obtido e reconstrução de imagens. A técnica é aplicada em métodos obtidos usando um computador digitalizador.

BIO 29/14.00/3a.

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM BIOSUSCEPTÔMETRO.**

Seev Gidon Riperyasser Sapiro (seevk@biomag.fccirp.usp.br), Geraldo Ruffa (gerald@biomag.fccirp.usp.br) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP. Av. Bandeirantes, 3900. 14049 Ribeirão Preto, SP.

Um biosusceptômetro para medir a susceptibilidade magnética ( $\chi$ ) de tecidos biológicos ou sobre grandes volumes foi desenvolvido baseado num detector de campo magnético tipo SQUID-rf montado numa configuração gradiométrica de 2ª ordem. A medida de  $\chi$  de órgãos como o fígado é realizada através da aplicação de um campo magnético uniforme AC de baixa frequência (7-13 Hz) e a detecção de um sinal, através de um amplificador "lock-in", do aumento do fluxo magnético sobre a região de interesse quando o órgão é aproximado do gradiômetro. Para se evitar a influência da susceptibilidade do ar um acoplador contendo água ( $\chi_{\text{água}} = \chi_{\text{ar}}$ ) é inserido entre o detector e o órgão em estudo. Com esta medida pode-se determinar não invasivamente a concentração de ferro no fígado com sobrecarga. Modelos teóricos da resposta do susceptômetro foram realizados supondo o fígado como uma esfera paramagnética inserida num meio diamagnético para simular a resposta do instrumento. Aplicando-se um modelo da campo recíproco a integral elíptica do fluxo magnético concatenado no gradiômetro foi resolvida numericamente levando em conta os diferentes meios. "Phantoms" foram construídos contendo diferentes concentrações de sais de ferro e diâmetros para calibrar e verificar as simulações numéricas. Após uma etapa contempla medidas em pacientes com talassemia que desenvolvem sobrecarga de ferro no organismo.

APOIO FINANCEIRO: CNPq, FAPESP e CAPES

BIO 30/14.00/3a.

**TRAJETÓRIAS DE MICROORGANISMOS MAGNÉTICOS: DIGITALIZAÇÃO DE IMAGENS EM TEMPO REAL**

Darci Notta Esquivel, Roberto Valois, CBPP

O processo de digitalização de imagens das trajetórias observadas em microorganismos magnetotáticos sob a influência de campos magnéticos tem sido desenvolvido nos últimos anos. O hardware e o software, que estão sendo desenvolvidos e adaptados aos equipamentos óticos disponíveis no laboratório têm apresentado dificuldades por se tratar da obtenção de imagens em tempo real: estas imagens têm que ser obtidas em tempos bastante pequenos, da ordem de 30 quadros por segundo. Apresentamos o estágio que estamos neste processo, com os resultados obtidos.

BIO 1/14.00/6a.

**INTERAÇÃO PROTEÍNAS-MELANINAS: POSSIBILIDADES E LIMITES DE UMA GENERALIZAÇÃO.** A.L.C.F.Souto e M.R.Kawamura. Instituto de Física da USP.

Os mecanismos moleculares de atuação das melaninas, relacionados a sua possível função protetora, tem sido objeto de nossos estudos. Foi observado anteriormente que melaninas sintéticas de L-DOPA e albumina bovina (BSA) estabelecem processos de interação que envolvem transferência de energia. Com tratava-se de um resultado pontual, o presente trabalho investiga a possibilidade de generalização desse processo, estendendo a análise a diversos tipos de melanina (natural, de sépia, tumoral, sintética enzimática) e a outras proteínas. Para isso foi estudada a cinética de supressão da fluorescência estática em função da concentração de melaninas, em meios em solução. Os resultados obtidos permitem, além de caracterizar e generalizar a existência de uma interação, individualizar algumas características que foram analisadas em relação aos modelos atualmente propostos para as melaninas.

BIO 2/14.00/6a.

**INTERAÇÃO DE MELATONINA COM MEMBRANAS LIPÍDICAS**

C. S. Shida<sup>(1)</sup>, A. M. de L. Castrucci<sup>(2)</sup> e M. T. Lamy-Freund<sup>(1)</sup>. Instituto de Física<sup>(1)</sup> e Instituto de Biociências<sup>(2)</sup> USP, São Paulo.

A melatonina é uma indolamina sintetizada pela glândula pineal. O papel da melatonina no organismo tem sido bastante investigado, e se sabe que sua síntese está ligada ao ciclo circadiano. Entre as suas várias funções no organismo, destacamos aqui o espessamento de animais quando submetidos à ausência de luz. Acredita-se que a melatonina tenha uma ação agregadora sobre os melanosomas, semelhante ao hormônio concentrador de melanina (MCH). Foi sugerido que a ação da melatonina é não específica, não dependendo de receptores protéicos nas membranas.

O presente trabalho investiga a interação da melatonina com diferentes membranas lipídicas, com o objetivo de compreender seu mecanismo de ação nos organismos vivos. A melatonina, sendo um composto fluorescente, foi monitorada através da espectroscopia da fluorescência. Diversos marcadores de spin, foram incorporados às bicamadas lipídicas com o objetivo de avaliar as modificações na estrutura e fluidez das membranas.

Apoio financeiro: FAPESP e CNPq.

BIO 3/14.00/6a.

**ESTUDO DA CARGA SUPERFICIAL DE MICELAS E MEMBRANAS POR RESSONÂNCIA PARAMAGNÉTICA DE MARCADORES NITRÓXIDOS**

Celina M. S. Costa, Celja Antencodo, Barney L. Balca e Paulo M. Bisch

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CNPq  
Rua Xavier Sigaud 150, 22290, Rio de Janeiro

É conhecido que a constante de desdobramento hiperfino do  $^{14}\text{N}$  em espectros de ressonância paramagnética eletrônica de nitróxidos é sensível à variação de polaridade do solvente no qual eles estão dissolvidos. Esse efeito sobre spin-labels anfílicos tem sido utilizado para investigar a agregação de micelas de detergentes.

Neste trabalho pretendemos utilizar a medida de  $a_N$  do spin-label hidrofílico carboxy-*proyl* para monitorar a variação de polaridade na vizinhança de micelas de CTAB, com o objetivo de sistematizar um método alternativo para o estudo das variações de carga de superfície em membranas de fosfolipídicos (lipossomas) induzidas pela presença de surfactantes locais.

BID 4/14/00/66.

ESTUDO DA CINÉTICA DE GELATINIZAÇÃO DO AMIDO DE TRIGO  
UTILIZANDO A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR PULSADA

V.M. Solano R.<sup>a</sup>, C.E.M. Silva<sup>\*\*</sup>, C. Rattori<sup>a</sup>, G.H. Barbaris<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto de Física-UNICAMP; <sup>\*\*</sup>Faculdade de Engenharia de Alimentos-UNICAMP.

Mediante medições da relação líquido/sólido obtidas a partir do decaimento da indução livre (free induction decay, FID) em misturas amido-água, foi possível seguir o processo de gelatinização do amido de trigo. Introduzindo o conceito de índice relativo de liquificação é possível fazer estudos de cinética de gelatinização tendo obtido boa correlação com as medições das greves de gelatinização feitas com métodos enzimáticos.

Como acontece com as medições rotineiras do teor de óleo em sementes oleaginosas, os estudos de cinética de gelatinização através das relações líquido/sólido fornecida pela ressonância magnética nuclear pulsada, prometem ser um método rápida e eficaz no interesse de se obter informações da cinética de gelatinização, em geral, dos sistemas biopolímeros-água.

BID 5/14/00/66.

EFEITOS A DISTÂNCIA OBSERVADAS PELA RMN ATRAVÉS DAS MEDIÇÕES  
DOS TEMPOS DE RELAXAÇÃO, T1 e T2, EM ANIMAIS INOCULADOS COM  
O TUMOR DE WALKER-256.

V.M. Solano R., C. Rattori, G.H. Barbaris (Instituto de Física-UNICAMP)  
Ovidio Rattori, Ana H. Vieira-Matos (CAEEN-UNICAMP)

Foram feitas medições dos tempos de relaxação spin-rede (T1) e spin-spin (T2) em diferentes tecidos de ratos inoculados com o tumor de Walker-256. O tumor foi inoculado subcutaneamente na região dorso-lumbar. As autópsias foram todas gânglionares, ou seja, os órgãos estudados estavam livres de metastases. Isto significa que as mudanças dos tempos de relaxação T1 e T2, com a evolução da doença, foram prováveis efeitos a distância do tumor. Os órgãos mais afetados, desde o ponto de vista das medições T1 e T2, foram as adrenais e aqueles que contem elementos do sistema imunológico (timo, fígado, etc.). Estes resultados sugerem a presença de algum agente(s), ainda desconhecido, que seria responsável pelas alterações observadas.

BID 6/14/00/66.

INTERAÇÃO DO ION  $Cu^{2+}$  COM OS PEPTÍDEOS GLICIL-TRIPTOFANO E  
TRIPTOFIL-GLICINA. UM ESTUDO DE RMN EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE  
MICROONDAS (TECNICA T1  $\rho$ ). DISCUSSÃO DO MODELO TEÓRICO QUE ENVOLVE OS ORBITAIS 4s E 4p  
DO  $Cu^{2+}$ . H.G.F.L. e LARA (UNB/DF), D.R.HARCIMENIS (DFCN/UFPA/UFPA).

Com o objetivo de explorar o papel do resíduo pesado do triptofano, na simetria dos complexos Glic-Trip: $Cu^{2+}$  e Trip-Glic: $Cu^{2+}$ , foram preparadas soluções aquosas dos mesmos e ajustados os pH para 11.1 e 9.0.

Foram medidas as bandas  $\pi$  (9.5GHz) e  $\sigma$  (15GHz) nas temperaturas ambiente e nitrogênio líquido, simulações espectrais foram feitas, utilizando programas já desenvolvidos para este fim, permitindo a obtenção mais precisos dos parâmetros de ressonância.

Medidas dos espectros de absorção ótica no visível e diásporo circular dos complexos também foram realizadas. Os dados obtidos do complexo Glic-Trip: $Cu^{2+}$  em pH = 11.1, confirma a importância do resíduo lateral pesado do peptídeo na simetria do composto, dando parâmetros espectrais semelhantes aos apresentados pelas proteínas azuis.

Com base nos resultados experimentais, apresentamos um modelo teórico para os complexos com suas funções de onda, baseado na proposta de mistura dos orbitais 4s e 4p do ion  $Cu^{2+}$  (Brill).

Apoio financeiro: CAPES e FAPESP.

BIO 7/14.00/64.

EQUILIBRIUM OF CONFORMATIONAL STATES IN MET-HYDROLYSIS MOLECULES AS A FUNCTION OF HYDRATION LEVEL: AN EPR AND MOSSBAUER STUDIES. O.R.FACCIOLINI, L.M.MELO, S.TABAK, R.WALZBERG, G.BREMER, R.HILKE, L.BILL, A.L. THAYER. DFCM/UFSC/USP - S.Carlos-SP, + SFOIA/KEKROPA, S.Carlos-SP, + CDFP, Rio de Janeiro-RJ, \*\* Medizinische Universität Lubeck, Alemanha.

Protein have been shown to be dynamic molecules and exist in several conformational states and substates.

The equilibrium between these conformations depends of different factors and has an important role in biological behavior. In this work the role of hydration degree is investigated in the spin and valence equilibria of the iron reaction center of the met-myoglobin from sperm whale and horse muscles. Our results show the lost of EPR paramagnetism of these molecules in low hydration suggesting valence changes from ferric to ferrous state as well as high to low spin states of the ferric form.

These results are quantified in terms of different paramagnetic species by double integration of the EPR spectra corrected by g values and population effect due zero field splitting and temperature. Mossbauer measurements were taken with the samples in different degree of hydration, pure and reacted with NO nitric oxide gas. Interpretation of these Mossbauer spectra is in progress.

Financial support: CNPq (Brazilian Agency) and KFA (Germany).

BIO 8/14.00/64.

PERMEABILIDADE DE BARRICADEIRA DE SPIN ATRAVÉS DE CAPAS MUCILAGINOSAS DE ALGAS UNICELULARES DE ÁGUA DOCE DO TIPO SPONDYLUSION PARVICURVIFORME. O.R.FACCIOLINI (DFCM/UFSC/USP, S.Carlos-SP) e A.A.R.VIEIRA (UFPECar, S.Carlos-SP).

Algumas algas unicelulares de água doce apresentam uma capa mucilaginosa envolvente à célula cuja função não está bem conhecida. Em trabalhos prévios os autores mostraram que esta capa, constituída de polissacarídeos e glicoproteínas, funciona como agente querante de metais letais à sobrevivência da célula aumentando sua resistência à poluição. Neste trabalho é investigado o papel desta capa como meio de permeação seletiva de moléculas que podem atravessá-la e ser metabolizado no interior da célula. Para isto foram utilizadas várias marcadoras de spin como sondas que possam passar a capa e dar informações do tempo de migração para o interior da célula, uma vez que no interior o marcador de spin é reduzido e deixa de dar sinal de EPR.

A capa é tratada com soluções, à diversas concentrações, de LiCl que é uma agente osmótico retirando e solubilizando polissacarídeos e glicoproteínas da parede celular levando à desorganização da capa mucilaginosa. Esse resultado mostra que a velocidade de destruição do marcador de spin depende da sua estrutura molecular e também da desorganização da capa pela solução de LiCl.

Apoio Fianzeiro: FAPESP.

BIO 9/14.00/64.

ESTUDO ESPECTROSCÓPICO DO COMPLEXO DA TIROSINA E SEUS DIPEPTÍDEOS COM O ION  $Cu^{2+}$ . Tania Yoyomi Tomizaga, Emerson Luis Colomo, Derivanda Isabel Moraes, Otacirio Rangel Nascimento e Marcel Tabak.

Instituto de Física e Química de São Carlos-UFPE.

Este trabalho tem por objetivo estudar a formação de complexos da tirosina e dos dipeptídeos tirosil-glicina e glicil-tirosina com o ion  $Cu^{2+}$ . Para a caracterização destes complexos utilizamos as técnicas espectroscópicas de absorção ótica na região do visível, ressonância paramagnética eletrônica a temperatura ambiente e nitrogênio líquido e a técnica de fluorescência. Pelos dados de absorção ótica em função do pH, podemos observar que em pH baixo (2,0-3,5), os espectros apresentam uma banda larga e um ramifido característico do ion de  $Cu^{2+}$  livre em solução. Estes dados são confirmados pelos espectros de EPR. A medida em que aumentamos o pH, podemos observar pelos espectros que há um deslocamento do máximo de bandas para o azul, apresentando características típicas das transições d-d correspondentes às várias espécies de complexos do metal. Os espectros de EPR, mostram claramente que com o aumento do pH, ocorre a complexação do  $Cu^{2+}$  com os dipeptídeos em pHs altos (acima de 10,0). Surge neste espectro uma estrutura superhíperfinas de 3 linhas típicas para a coordenação do  $Cu^{2+}$  com 2 nitrogênios. Quanto a tirosina, o espectro do seu complexo com  $Cu^{2+}$  não apresenta estrutura superhíperfinas e na faixa de pH abaixo de pH 8,0 ocorre precipitação. Os espectros de EPR obtidos das soluções sobrenadantes não apresentam mudanças significativas em toda faixa de pH (8,0-12,0), sendo o sinal obtido típico do seu complexo com  $Cu^{2+}$ . Os parâmetros da EPR (para tirosina) são:  $g_0 = 2,134$ ;  $A_0 = 70,1G$ ;  $g_H = 2,261$ ;  $A_H = 170,0G$ ;  $g_I = 2,061$ ;  $A_I = 20G$ . Os dados de fluorescência também demonstram formação do complexo com uma constante de associação alta ( $10^5 M^{-1}$ ) e um efeito considerável de supressão da fluorescência da tirosina em todos os complexos estudados.

Apoio: CNPq e FINEP

BIO 10/14/00/6a.

ESTUDOS ESPECTROSCÓPICOS DOS COMPLEXOS DE TRIPTOFANO E DERIVADOS COM O ION COBRE(II). Emerson L. Galvão, Darciado I. Moraes, Otacirio E. Nascimento e Marcel Tabak. Instituto de Física e Química de São Carlos-USP.

Desde continuidade aos estudos espectroscópicos dos complexos do derivado triptofanoesídico com o íon cobre(II), podemos observar pelos aspectos de ressonância paramagnética eletrônica (RPE) os sinais dos diferentes complexos formados nas diferentes faixas de pH, sendo que na última faixa de pH (acima de 8) surge uma estrutura superhiperfina de 9 linhas relativas aos nitrogênios coordenados ao metal caracterizadas pelos parâmetros  $a_N$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B//$  e  $S_1$  obtidos dos espectros de RPE. Com o objetivo de obter os espectros dos complexos, individualmente nas respectivas faixas de pH, estamos submetendo os espectros de RPE a um tratamento matemático, através de subtrações, que em conjunto com os dados de absorção óptica e fluorescência, permitirão caracterizar os complexos e suas formações.

OMPq, FAPESP e FINEP.

BIO 11/14/00/6a.

ESTUDOS ESPECTROSCÓPICOS DE DERIVADOS DO DIPÍRIDAMOL. Christiana Philippini Ferreira Borges e Marcel Tabak. Instituto de Física e Química de São Carlos-USP.

Em estudos anteriores mostrou-se que o dipiridamol(DIP), uma droga vasodilatadora utilizada comumente em clínica, apresenta uma intensa fluorescência em solução, extremamente dependente da estrutura do solvente. Em particular em solução aquosa apresenta dois valores de pK associados à protonação de nitrogênios na sua molécula. No presente trabalho estudou-se vários derivados do dipiridamol, denominados RA14, RA39 e RA25, utilizando-se espectroscopias de absorção eletrônica e de fluorescência em solução aquosa variando-se o pH na faixa de 2 a 13. A comparação dos dados obtidos com estudos anteriores do DIP pode relacionar mais claramente as mudanças espectrais do DIP com diversos grupos que formam sua estrutura. Os derivados estudados apresentam substituições variadas mantendo a estrutura de anel central. Observou-se que o RA14 possui o mesmo tipo de comportamento do DIP com relação a variação do espectro de absorção variando-se o pH. Já no estudo de fluorescência nota-se que o RA14 apresenta uma diminuição de fluorescência quando diminuimos o pH de 6.3 para 5.5 (pK = 6.0), mas não apresenta um aumento de fluorescência com a diminuição do pH na região entre pH 13-12. O aumento de fluorescência (rendimento quântico) na transição de forma ácida para a básica é cerca de 3 vezes maior que a do DIP. Com relação ao RA39 observou-se um comportamento semelhante ao DIP tanto na absorção eletrônica quanto na fluorescência observando-se dois valores de pK, pK = 6.0 e pK = 11.0, nesta última. O aumento no rendimento quântico da forma ácida para a básica é semelhante ao DIP. As bandas de absorção do derivado RA25 estão bastante deslocadas para comprimentos de onda menores. Esta derivado apresenta um menor mudança de rendimento quântico na transição de forma ácida para a básica (pK = 6.0), cerca de 6 vezes menor que no caso do DIP. No RA25 todos os substituintes são cadeias secundárias e a dependência da fluorescência com o pH além das transições com pK<sup>1</sup> = 6.0 e pK<sup>2</sup> = 11.5 apresenta uma terceira transição num valor de pH relativamente baixo em torno de 2.5. Estudos preliminares de tempos de vida de fluorescência sugerem valores na faixa de nsq similares ao DIP.

Apoio Financeiro: OMPq, FAPESP

BIO 12/14/00/6a.

INTERAÇÃO DA DROGA VASODILADORA DIPÍRIDAMOL COM MICELAS DE LÍPO LECITINA E COM ALBUMINA BOVINA: ESTUDOS POR FLUORESCÊNCIA. Marcel Tabak e Iouri E. Borisavitch. Instituto de Física e Química de São Carlos-USP e Instituto de Química Física de Academia de Ciências da URSS, Moscou.

O vasodilatador coronariano dipiridamol (DIP) reduz a afinidade de hemoglobina pelo oxigênio tanto em solução de proteína como em eritrócitos. A compreensão deste fenômeno e por consequência de ação de DIP sobre sistemas biológicos é uma questão interessante tendo em vista o uso amplo do droga e nível clínico. No presente trabalho estudou-se em detalhes a interação de DIP com dois sistemas modelo que em princípio mimetizam a membrana biológica e as proteínas em solução. A análise de intensidade de fluorescência de DIP em presença de micelas de lipolectina (L-PC) através de um modelo simples de ligação permitiu estimar as constantes de associação de droga em pH 7.0 ( $7.5 \times 10^4 M^{-1}$ ) e pH 3.0 ( $2.5 \times 10^4 M^{-1}$ ). O uso de supressores de fluorescência, radicais ultrávidos de partição diferentes bem como de acrílica alda e iodato evidenciaram a localização da droga na interface polar da micela. Em pH 3.0 o efeito de protonação da molécula de L-PC foi também observado pelo aumento de supressão pelo iodato. A constante de associação de DIP com albumina bovina (BSA) foi estimada usando o mesmo método. Em pH 7.0 a constante de associação  $k_{BSA}$  =  $2 \times 10^4 M^{-1}$  e em pH 3.0  $k_{BSA}$  =  $4 \times 10^4 M^{-1}$ . Estudos de supressão de fluorescência com radicais ultrávidos, acrílica alda e iodato sugerem que a droga localiza-se na molécula de BSA num sítio hidrofóbico. Em pH 3.0 a proteína sofre uma mudança conformacional em que a estrutura torna-se mais aberta e o DIP torna-se mais acessível à supressão de fluorescência. O uso dos valores de tempos de vida de fluorescência e dos dados de supressão permitiu obter informações importantes sobre as interações entre a droga e os sistemas estudados.

Apoio: FAPESP, OMPq, FINEP.

Pedro G. Pescutti, Luis H. Catalani\*, Iourij E. Borisevich\*\* e Marcel Tabak\*\*\*

-Instituto de Física-USP - São Paulo, \*Instituto de Química-USP- São Paulo,  
\*\*Instituto de Química-Física da Academia de Ciências da ex-URSS, \*\*\*Insti-  
tuto de Física e Química da USP-São Carlos.

A droga vasodilatadora coronária dipiridamol (DIP), 2,6-bis(dietanolami-  
no)-7,8-dipiperidinopirimido-(5,4-d)pirimidina, quando submetida à ilumina-  
ção visível ( $\lambda > 400$  nm) sofre modificação na estrutura  $\pi$ -conjugada, que forma  
o núcleo da molécula. Tal fotomodificação pode ser monitorada pelo decaimento  
monoexponencial da banda de absorção em 400-460 nm ( $\lambda_{\text{max}} = 415$  nm). As constan-  
tes de decaimento obtidas desta forma foram utilizadas para determinar as constan-  
tes de ligação nos sistemas DIP-BSA (Albumina de Soro Bovino) e DIP-micelas  
de bisfosfatidilcolina. Demonstrou-se ainda que a constante de decaimento ve-  
ria linearmente com a pressão de O<sub>2</sub> na solução. Experimentos em água e O<sub>2</sub> in-  
dicaram o envolvimento de oxigênio singlete no processo.

Apoio: CAPES e FAPESP



**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**CRI - Cristalografia**

021/08.30/4s.

ESTUDO ESTRUTURAL DE VIDROS CHALCOGENICOS DE GERMANIO

Diomar Billencourt (IFUSP), Pascale Armand, Alain Ibañez (Univ. de Montpellier, França)

Vidros chalcogênicos de germânio e prata são bons eletrólitos sólidos. Apesar de suas sínteses, características térmicas e propriedades de condução iônica por cátion  $Ag^+$  serem bem conhecidas experimentalmente, o processo de migração dos íons na matriz vítrea é mal compreendido do ponto de vista microscópico. Supondo-se que esse processo esteja ligado à estrutura desses vidros, é de interesse a caracterização estrutural dos sistemas do tipo  $Ga_xGe_{1-x}As_{2-x}Se_{2+x}Ag_{2x}As_1$  ( $x = 0,5$ ) através das técnicas de espectroscopia de absorção de Raios-X (EXAFS), difusão anômala de Raios-X (AWAXS) e difusão central de Raios-X (SAXS).

Neste trabalho apresentamos os resultados obtidos com a técnica de SAXS realizados na estação D22 do LURE em Orsay, França.

Instituto de Física USP, CP 20516, CEP 01490, São Paulo  
 DIOMAR@USP.FI. ANSP.BR BITNET

021/08.30/4s.

CRYSTAL AND EPR DATA OF TRIGLYCYLCOOPER(II) BROMIDE SESQUICRYDRATE. O. E. Piro, E. S. Castellano, O. R. Nascimento, IFQSC, USP and M. F. Quinteros Rivaro and B. R. Rivaro, DF-FCB, UNLP and N. Casado, C.D. Brodino and R. Calvo, INTEC (CONICET), Argentina.

The title compound,  $C_8H_{16}N_2O_4CuBr \cdot 1.5H_2O$ , crystallizes in the space group  $C2/c$ , with  $a=21.468$ ,  $b=6.716$ ,  $c=16.166$  Å,  $\beta=98.39^\circ$  and  $Z=8$ . The structure was solved employing 1366 X-ray reflections by Patterson and difference Fourier techniques and refined to  $R=0.071$ . The tripeptide is bonded to one Cu(II) ion through the nitrogen [ $d(Cu-N)=1.97$  Å] and oxygen [ $d(Cu-O)=2.02$  Å] atoms of the first glycine residue and to another, symmetry related to the first one, Cu(II) ion through the oxygen atom [ $d(Cu-O)=1.93$  Å] of the terminal carboxyl group. This gives rise to covalently bonded and infinite -Cu-tripeptide-Cu-tripeptide- chains. These are further linked by a network of intermolecular H-bonds involving the water molecules and Br<sup>-</sup> ions. The Cu(II) ion is in a distorted tetragonal pyramidal coordination polyhedron. At the corners of the pyramid base are the terminal glycine nitrogen and oxygen atoms of one tripeptide, a carboxylic oxygen atom of another, symmetry related, tripeptide and a Br<sup>-</sup> ion. The fivefold coordination is completed with a water molecule at the top of the pyramid [ $d(Cu-O_w)=2.29$  Å]. From single crystal EPR data, the eigenvalues  $g_x=2.050$ ,  $g_y=2.131$  and  $g_z=2.273$  were obtained for the g-magnetic tensor  $g$ . The principal values and directions of  $g$  were interpreted on the basis of crystal symmetry and molecular environment around Cu(II). The variation of the EPR linewidth with the magnetic field orientation was measured at X and Q bands and the data analyzed in terms of the superexchange interaction existing between neighboring Cu(II) ions.

021/09.10/4s.

FILMES FINOS DE  $Ni(OH)_x$  DEPOSITADOS POR PRECIPITAÇÃO QUÍMICA: A DEPENDÊNCIA DAS PROPRIEDADES ELETROCRÔNICAS COM A TEMPERATURA.

M.C.A. Fantini (IFUSP), G.H. Bazzica (IPT), G.R.C. Carvalho (IFWVICAMP) e A. Gorankstein (IFWVICAMP).

Filmes finos de  $Ni(OH)_x$  preparados pela técnica de precipitação coloidal sobre substratos de  $In_2O_3$ . Sn apresentam propriedades electrocrômicas com eficiências de  $35 \text{ cm}^2/\text{C}$  e variação de densidade óptica em torno de 30% em ciclos de clareamento/escurecimento em solução de KOH com concentração de 0,1M. A dependência do desempenho electrocrômico com a estequiometria, estrutura e morfologia do material estudado foi investigada através das variações destas propriedades induzidas por tratamentos térmicos. A técnica de deposição empregada permitiu o crescimento de amostras na forma de pó, o qual pode ser facilmente analisado por medidas de análise térmica diferencial e gravimétrica, bem como por difração de raios-X. Os resultados mostraram que mudanças na estequiometria são seguidas por mudanças na estrutura e que a presença de radicais OH no material é essencial para a observação de contraste electrocrômico.

CRI/09/30/4a.

## CONTRIBUIÇÃO DO EFEITO DE TAMANHO DE GRÃO CRISTALINO ÀS FORMAS DE LINHA RAMAN E DE DIFRAÇÃO DE R-X.

Denise Ribeiro dos Santos e Idir L. Teclari, Instituto de Física, UNICAMP.

É bem sabido que a forma de linha de difração de raios-x está relacionada com a cristalinidade do material, e que podemos relacionar o tamanho médio dos grãos cristalinos ( $\bar{D}$ ) em várias direções na rede analisando o pico de raios-x correspondente.

Um efeito equivalente ocorre no espectro de espalhamento Raman de um semi-condutor microcristalino, conforme pode ser observado em publicações de vários grupos experimentais e teóricos nos últimos anos. Com base na teoria proposta por Richter e outros (Solid State Comm. 39, 689, 1981.) para o espectro Raman devido a fônons semi-confinados no volume de pequenos grãos esféricos, obtivemos uma expressão analítica para a forma de linha Raman de uma amostra de germânio microcristalino. Utilizando uma subrotina de ajuste de curvas baseada no método de mínimos quadrados, ajustamos a expressão obtida aos dados experimentais de vários filmes de  $\mu\text{-Ge}$ , depositados por sputtering sobre substratos de  $\text{c-Ge}$ . Como resultado do ajuste obtivemos o diâmetro médio dos grãos, e considerando que estes obedecem uma distribuição gaussiana de tamanhos, determinamos também a largura da dessa distribuição para cada amostra, conseguindo uma concordância muito boa entre a expressão teórica e os dados experimentais. Comparando os valores encontrados com os resultados obtidos pela técnica usual de raios-x, concluímos que o novo método de cálculo de  $\bar{L}$  é viável, sendo que os resultados têm uma boa concordância com  $\bar{L}$  medido por raios-x nos casos em que se pode dizer que a aproximação de grãos esféricos é válida.

CNPq.

CRI/09/30/4a.

## EVIDÊNCIA DE FORMAÇÃO DE NOVA FASE RICA EM SILÍCIO NO SISTEMA Fe/Si PARA BI-CAMADA FILME FINO DE Fe SOBRE Si(100) EXCITADA EM ALTA TEMPERATURA.

Denise L.F. Santos (DF-UFSCar), Lívio Amaral (IF-CFRGS) e José Pereira de Sousa (IF-CFRGS). Depositamos 900Å de Fe-o sobre silício Si(111) e Si(100) por evaporação térmica com bombeio de elétrons em pressão de base de  $1 \times 10^{-8}$  torr. Realizamos uma seqüência de recerimentos desde 350°C até 1200°C. Para amostras com substrato de Si(100) caracterizadas por difração de raios X observamos o aparecimento de linhas em posições angulares que não correspondem a qualquer das fases presentes no diagrama de fases do sistema Fe/Si. Assumimos que esta fase tem estrutura cúbica simples e calculamos seu parâmetro de rede para uma difração de plano (100). Com este parâmetro de rede calculamos posição da linha (300) para a mesma estrutura, que coincide com a posição de outra linha que sempre comparece nos espectros nas mesmas condições que a primeira. Após os recerimentos as amostras são caracterizadas por EX, RBS (Rutherford Backscattering), CDHS (conversion electron Mossbauer spectroscopy) e Channeling (canalização de partículas  $\alpha$ -fe).

CRI/10/30/4a.

TC

## O LABORATÓRIO NACIONAL DE LUZ SÍNCROTRON E A SUA INTERAÇÃO COM GRUPOS DE FUTUROS USUÁRIOS. Aldo Cibulka, Laboratório Nacional de Luz Síncrotron/CNPq e Instituto de Física/USP.

O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS/CNPq) está construindo um feixe de luz constituído por um anel de armazenamento de elétrons de 1,15 GeV e de inserções magnéticas (wigglers). A fonte oferecerá aos seus usuários a possibilidade de utilizar feixes de radiação de alta intensidade, do infravermelho aos raios-X. Em 1989 concluiu-se a primeira parte do acelerador linear injetor (50 MeV) e em 1991 um doze avos do anel de armazenamento. Se os recursos necessários forem devidamente fornecidos a etapa de produção do resto do anel será concluída em junho de 1994. Os usuários externos deverão ser responsáveis pelo projeto e execução da maior parte das estações experimentais para o uso da luz síncrotron, cabendo ao LNLS a responsabilidade de oferecer as linhas de luz incluindo o sistema de monocromatização e, eventualmente, de localização. Descrever-se-ão os 14 projetos já apresentados por usuários externos, incluindo 3 de exterior, e informar-se-á sobre o andamento dos mesmos. Três sistemas de monocromatização para VUV e raios-X foram concluídos no LNLS recentemente e serão caracterizados e testados este ano em laboratórios de luz síncrotron do exterior (CAMD, Baton Rouge e LURE, Orsay).

CNPq/13.10/4a.

ANDAMENTO DO PROJETO DE ESTAÇÃO EXPERIMENTAL PARA ESPALHAMENTO DE RAIOS X A BAIXO ÂNGULO NO LNL5.

L.A. Bernardes\*, I.L. Torriani\*\*\*, H. Tolentino\*, A.F. Craveiro\*  
A.R. Rodrigues\*, A.R.B. de Castro\*\*

\*LNL5/CNPq, \*\* IFGW/UNICAMP

O projeto de estação experimental para realização de experiências de espalhamento de raios X a baixo ângulo usando radiação de sítio crotroon encontra-se praticamente definido. Os parâmetros dimensionais es colhidos levam a obtenção de uma óptica adequada para utilização da estação no estudo de diversos sistemas de interesse biológico e problemas de física e química de materiais sólidos. Durante o último ano foram desenvolvidos vários componentes essenciais tais como transladores para fendas, beamstaps, monitores de feixe e detectores de radiação. Em particular, o protótipo do monocromador focalizante de alto fluxo já foi construído. O planejamento atual nos permitirá brevemente entrar na fase de construção da estação.

CNPq/11.20/4a.

MONOCROMADOR DE CRISTAL CURVO PARA A ESTAÇÃO DE ESPALHAMENTO DE RAIOS X A BAIXO ÂNGULO DO LNL5. L.A. Bernardes, I.L. Torriani\*\*, Nalio C.M. Tolentino, Aldo E. Craveiro e A.R. Rodrigues. (\*)LNL5/CNPq (\*\*)IFGW/UNICAMP

A estação experimental de espalhamento de raios-X a baixo ângulo projetada para o anel de 1.15 GeV do LNL5 foi apresentada no último EHPHC, 1991. Esta utiliza-se de um monocromador de cristal curvo que opera em alto vácuo para cobrir uma faixa de comprimentos de onda  $1\text{Å} < \lambda < 2\text{Å}$ . Foi construído um protótipo utilizando um cristal de Si(111) com o qual foram realizados testes de movimentação e estabilidade mecânica. Testes de vácuo da câmara do monocromador mostraram que pressões da ordem de  $10^{-6}$  mbar são perfeitamente possíveis. Foram feitos também ensaios teóricos para avaliação do comportamento do monocromador utilizando o programa "SHADOW". Resultados teóricos e experimentais serão apresentados assim como a atual situação da estação experimental e o planejamento das atividades futuras. CNPq.

CNPq/11.30/4a.

SIMULAÇÃO DE DIAGRAMAS DE DIFRAÇÃO MÚLTIPLA DOS RAIOS-X COM FEIXE INCIDENTE POLARIZADO. J. H. SASAKI, C. COFOS e L.V. CAZDOSO (IFGW/UNICAMP), J. DECO BERT e M.A. SACILOTTI (CNPq/TELEBRÁS) e K.J. ROBERTS (Univ. STRATHCLYDE, Glasgow, Escócia)

O programa MULTX (Defect Control in Semiconductors, K.Sunino (ed.) North Holland (1990), vol.II, p.1535) para a simulação de diagramas de difração múltipla de raios-X, foi implementado para considerar feixes incidentes polarizados, com o objetivo de simular diagramas obtidos com radiação síncrotron. Nesta caso, a polarização joga um papel fundamental, modificando as intensidades múltiplamente espalhadas.

Diagramas obtidos por Luh & Chang, Acta Cryst. (1991) A47, 502, para Ge e GaAs com feixe polarizado através monocromador Ge(333), foram simulados com boa concordância, e demonstram a importância do efeito. Nos diagramas utilizando radiação síncrotron em estruturas heteroepitaxiais, mostram grande influência da polarização no perfil do pico, principalmente para casos de muitos feixes simultâneos.

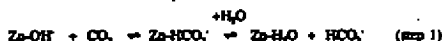
Apoio financeiro: CNPq, FAPESP, TELEBRÁS

CB1/08.10/5e.

**MODELLING STUDY OF THE PARTIAL INHIBITION OF BOVINE CARBONIC ANHYDRASE (BCA) II BY PYRIDOXAL PHOSPHATE(PLP).**

**Y.P. Mascarenhas\***, Dep. de Física, I.F.Q.S.C.-USP, 13560 S.Carlos, Q.Vriend and P.Stout, Bloccomputing Programme, EMBL, Heidelberg, Germany, A.R.Simoes and J.Rosa e Silva, Dept. de Bioquímica, F.M.R.P.-USP, 14049 Ribeirão Preto.

The molecular structure of BCA II was modelled by homology from the known structure of human carbonic anhydrase (Ericsson, Alwin Jones and Liljas, *PROTEINS, Structure Function and Genetics*, 4:274-292, 1989) using the facilities provided by the program WHAT IF (Vriend, *J.Mol.Graph.* 8:32-35) that automatically performs the detouring of eventual inter residue clashes and minimizes the molecular energy of the proposed model. To find a reasonable position for the PLP binding to BCADII three criteria were used: a) the experimental evidence for the binding at Lys 170 (Simoes, personal communication); b) analysis of the free space maps around the active site; c) analysis of the electrostatic potential maps of BCADII. The latter were calculated using the GRID program written by P.J.Goodford (MDL, West Way House, Elms Parade, Oxford OX2 9LL, England). A model for the inhibited enzyme was obtained from which it can be seen that PLL blocks the space around His 104, the residue believed to be responsible for the proton transfer needed to complete the enzymatic reaction:



B=buffer molecules (Poker and Sarkonen, *Adv. Enzym.* 47:149-274,1978) and in this way providing a reasonable mechanism for the partial inhibition experimentally observed.

Acknowledgments are due to the Programa Brasil de DAAD for providing the necessary support for the visit of one of the authors (Y.P.M.) to EMBL.

CB1/08.30/5e.

**CRYSTALLIZATION AND MOLECULAR REPLACEMENT STUDIES OF THE ENZYME GLUCOSAMINE-6-PHOSPHATE DEAMINASE FROM**

*Escherichia coli* K12. **R.García<sup>1,2</sup>, R.García<sup>1</sup>, M.Ahmed<sup>1</sup>, M.Calcagno<sup>1</sup> and G.Oliva<sup>1</sup>**  
 (1) Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 369, 13560 São Carlos, SP, Brazil; (2) Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado 70-159, 04510 México, D.F., México; (3) Instituto de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

In many species amino sugars have a ubiquitous function, both as a structural unit and as a source of energy. Amino sugars are essential components of cell walls and lipopolysaccharides. In *E.coli*, in the absence of exogenous amino sugars in the medium, glucosamine synthesis is induced in synthesizing glucosamine (GlcN) from glutamine and D-fructose-6-phosphate (Fru6P). On the other hand, it has been shown that bacterial growth in the presence of amino sugars is N-acetyl-glucosamine (GlcNAc) and GlcN induces the expansion of the enzymes necessary for their metabolism into Fru6P and from there into the glycolytic pathway (Ponshilg, 1990, *J.Bacteriol.* 172:1772). Glucosamine-6-phosphate deaminase (G6PD) catalyzes the reversible conversion of D-glucosamine-6-phosphate (Glc6NP) into Fru6P and ammonia. The reaction catalyzed is an allo-steric isomerization coupled with an enol-imine-tautomerization. G6PD from *E.coli* can be easily obtained from over-producing strains and purified by anionic site affinity chromatography (Ahmed et al., 1991, *Biochem Biophys Acta*, 1076, 366).

The enzyme is a hexameric homopolymer with subunits of 29.7 kDa and has been homogeneously crystallized with both phosphate and succinate sulphate as precipitants, over a wide pH range (6.0 to 9.0). The crystals belong to space group R32 and the cell parameters in the hexagonal setting are  $a = b = 123.9 \text{ \AA}$  and  $c = 223.2 \text{ \AA}$ . The crystals diffract to at least 2 Å resolution and a complete native diffraction dataset was collected to 2.1 Å resolution. Crystal density considerations indicate that there are two identical monomers per asymmetric unit. Self-rotation function studies suggest that the monomers are situated on the twofold axis and have point group symmetry 32, with a non-crystallographic three fold axis. The displacement of 15° between the non-crystallographic and crystallographic twofold could allow for two hexamers related by the crystallographic twofold to pack face-to-face in an optimal staggered configuration. In such a way, each monomer from a given hexamer would lie between two monomers of the twofold related hexamer.

This work has received partial support from CNPq, FAPESP, R.O and R.H was supported by REAR/CNPq Proc.17/84-BIO, M.C and M.A also acknowledge the DCAFA, U.N.A.M. (IN-206971).

CB1/08.50/5e.

**ESTUDO DE DERIVADOS DA GUANOSINA POR ESPALHAMENTO DE RAIOS-X A BAIXO ÂNGULO.**

**R. Itri, L.Q. Amaral (Instituto de Física-USP), Z. Czekughi, Z. Mariani (Istituto di Fisica Medica dell'Università degli Studi di Ancona, Italia).**

Foi recentemente mostrado<sup>1-2</sup> que o dinucleotídeo fosfato de 2'-deoxiquanilil-(3'-5')-2'-deoxiguanosina (G2) em água forma fases colestéricas e hexagonais líquido-cristalinas. A unidade básica destas fases é um agregado colunar quiral formado por um empilhamento de tetrâmetros planares de guanosina com ligações "Hoogsteen". O mesmo tipo de comportamento também foi encontrado para outros oligodeoxiquanilatos (G3, G4 e G6) assim como para o dinucleotídeo (G1)<sup>3</sup>. Enquanto a estrutura dos agregados colunares parece similar, foram observadas diferenças no passo das fases colestéricas por microscopia óptica e diferenças nos valores de concentração nas quais as transições de fase ocorrem. No intuito de estudarmos como as guanosinas interagem dando origem aos agregados colunares, vamos investigar as regiões mais hidratadas dos diagramas de fase. Assim sendo, descrevemos aqui o estudo do espalhamento de R-X a baixo ângulo de alguns derivados da guanosina em fases isotrópicas.

- (1) P. Mariani et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **111**, 6369 (1989).
- (2) L.Q. Amaral, R. Itri, P. Mariani e R. Nicoletto, (to be published).
- (3) P. Mariani et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **111**, 5809 (1991).

CB1/09.10/3a.

LIPID-DRUG INTERACTION: A STRUCTURAL ANALYSIS OF PINDOLOL EFFECTS ON MODEL MEMBRANES

A. Coletto, P. Mariani, M.G. Ponsi Bossi, F. Rustichelli, G. Albertini.  
Universita di Ancona, Italia

Lia G. Amaral  
Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

We report the results of a structural analysis based on X-ray diffraction and calorimetric measurements on a ternary system constituted by a phosphatidylcholine, a vasodilator drug (the Pindolol) and water. The Pindolol content - temperature dependent phase diagram shows that two new phases occur. The first one is an interdigitated "gel", and the second is a lamellar structure presenting a mixed conformation of lipid chains (L $\alpha$ S). Considering two representative drug concentrations, a detailed analysis has been performed as a function of the water content. Making reference to the pure liquid system, the comparative analysis of the electron density profiles relative to the high temperature lamellar phase reveals significant modifications, mainly in the central core of the lipid layer. In agreement with thermodynamic results, such structural data suggest that the drug interacts preferentially with the hydrocarbon moiety, inducing a stiffening and a tightening of the lipid chains. Moreover, the hydrophilic properties of the membrane (particularly in P $\beta$  and L $\alpha$ S) present an evident dependence with the drug concentration. (Biochimica Biophysica Acta - in press)

CB1/09.30/3a.

INCORPORAÇÃO DE ELIPTICINAS EM MEMBRANAS-MODELO.

C. R. ZACHARIAS - UNESP/FEG/DVQ e I. L. TORRIANI - UNICAMP/IFGW

A interação de drogas anti-cancerígenas com membranas é de vital importância, uma vez que, tanto o nível de membrana celular ex-terna como de organelas, elas constituem uma primeira etapa para a ação das drogas.

Estudamos a interação do alcalóide Elipticina com sistemas de membranas-modelo por técnicas de difração de raios-X a baixo ângulo. Variando a razão molar droga:lípido para quatro diferentes sistemas de membranas-modelo, concluímos, a partir da análise dos difratogramas obtidos, que a interação de Elipticina com membranas depende da permeabilidade da membrana, da afinidade eletrostática droga-lípido, bem como do pH da fase aquosa das bicamadas.

Essas dependências podem sugerir mecanismos de toxicidade seletiva a nível de membrana.

CB1/09.00/3a.

ESTUDO POR DIFRAÇÃO DE RAIOS-X DA INTERAÇÃO DA DROGA ANTI-CANCERÍGENA ELIPTICINA COM MEMBRANAS-MODELO.

CARLOS ERATO ZACHARIAS - UNESP/FEG/DVQ - GOARATUBINGUETÁ  
IRIS C. L. TORRIANI - UNICAMP/IFGW - CAMPINAS

A droga anticancerígena Elipticina, é capaz de atravessar membranas celulares por mecanismos de difusão passiva.

A interação da Elipticina com sistemas de membranas-modelo (DPPC) foi estudada por técnicas de difração de raios - X a baixo ângulo. Variando a razão molar droga:lípido, observamos, a partir de análises dos difratogramas, alterações estruturais nas bicamadas lipídicas. Essas alterações tendem à saturação a partir de uma razão molar crítica (EMC).

O parâmetro EMC foi definido como a razão molar necessária para a observação do primeiro pico de difração referente aos cristais da Elipticina. Estudamos o efeito da protonação da Elipticina no processo de cristalização da droga, variando o pH da fase aquosa das bicamadas. O cálculo da perfil de densidade eletrônica (resolução 7,2 Å) demonstra que a Elipticina incorporada na fase lipídica da bicamada não contribui para o processo de cristalização. A redução da espessura das bicamadas, indica um aumento da desordem das cadeias hidrocarbonadas devido à presença da Elipticina.

CBI/09/50/5a.	<b>A ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CRISTALOGRAFIA DE PROTEÍNAS DO LABORATÓRIO NACIONAL DE LUZ SÍNCROTRON -LNLS.</b>
<b>Richard Garratt e Glaucius Oliveira, Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 369, 13560 São Carlos, SP, Brazil;</b>	
<p>Devido à sua capacidade singular de produzir modelos estruturais detalhados de macromoléculas, em termos das coordenadas tridimensionais de seus átomos, a Cristalografia de Proteínas tornou-se uma ferramenta central para a Enzimologia, Biologia Molecular e Imunologia. AM e peptídeos, cerca de 400 estruturas de proteínas foram determinadas à média (2,5Å) e alta (1,5Å) resolução e a informação estrutural acumulada até o momento é a responsável maior pelo nosso conhecimento atual das bases moleculares da atividade biológica. O crescimento quase exponencial do número de novas estruturas de proteínas determinadas cristalográficamente, observado nos últimos anos, está certamente relacionado ao uso extensivo de fontes sincrotron como fontes de radiação-X, caracterizadas pela alta intensidade, colimação e capacidade de sintonia. Um exemplo é a determinação de estruturas de proteínas vivas em viúvas no desenvolvimento de vacinas e drogas terapêuticas, o qual só tornou-se factível com a utilização de fontes de alta brilho. Hoje em dia praticamente todas as fontes de luz sincrotron do mundo têm facilidades para a coleta de dados de difração de raios-X de cristais de proteínas.</p> <p>Dentro desse contexto foi projetada uma estação experimental de Cristalografia de Proteínas para o LNLS, sob a coordenação do Laboratório de Cristalografia do Instituto de Física e Química de São Carlos. Esta estação, projetada para estar associada à um "wiggler", visará ao atendimento dos diversos grupos de pesquisa básica e aplicada em biofísica, bioquímica e biologia molecular existentes no Brasil.</p> <p>A projeto técnico de estação tem como objetivo um feixe de alta fluxo, brilho e colimação visando coleta rápida de dados de difração, e um único (praticamente visível) comprimento de onda. O sistema de detecção é baseado no chamado "Imaging Plate", no qual as intensidades de raios-X são armazenadas como imagens latentes sob a forma de centro de cor, estados meta-estáveis de elétrons aprisionados em uma rede fluorescente de BaFBr:Eu<sup>2+</sup>. A imagem armazenada é lida através de varredura de placa com um laser de He-Ne. A luminescência estimulada resultante tem intensidade proporcional ao número de fótons observados. Uma exposição rápida à luz visível age a imagem novamente permitindo a reutilização de placa.</p> <p>O projeto completo foi apresentado à FAPESP como projeto temático de equipe, para obtenção de apoio financeiro que viabilize sua construção.</p>	

CBI/10/30/5a.	<b>TC DETERMINATION OF THE QUATERNARY STRUCTURE OF BIOPOLYMERS FROM SOLUTION SCATTERING. D.L.Svergun, European</b>
<b>Molecular Biology Laboratory, Hamburg Outstation, EMBL c/o DESY, Notkestrasse 85, D-W2000 Hamburg 52, Germany.</b>	
<p>New developments in the structure analysis of biopolymers in solution by means of small-angle scattering are considered. Novel approaches in data processing and interpretation allowing direct low-resolution restoration of the quaternary structure of the particles in solution are presented. Examples of the application of the new techniques to enzymes and nucleoproteins are given.</p>	
<p>Acknowledgements: CNPq/RHAB (Proc. nº 610047/92, 226/92) is gratefully acknowledged for the support for this visit.</p>	

CBI/11/20/5a.	<b>Adsorção de monofosfato de adenosina em precipitados de fosfato de cálcio: aspectos de sua caracterização físico-química.</b>
<b>A.C. Tessie e A. Vieyra, Deptº de Bioquímica Médica, I.C.B.-UFRJ. P. de Souza Barros, H.B. de Amorim e M.R. do Amaral Jr., Deptº de Física dos Sólidos IF-UFRJ. L.O. do Amaral, Deptº de Física Experimental IF-USP.</b>	
<p>Nos sistemas vivos contemporâneos, ATP (trifosfato de adenosina) é o doador de energia mais importante. Quando se examina a evolução dessa molécula, é evidente a importância dos estudos de síntese do ADP (difosfato de adenosina) a partir de AMP (monofosfato de adenosina) em soluções que simulam ambientes primitivos (Ref. 1). São apresentados resultados preliminares de uma caracterização físico-química dos sistemas envolvidos e da ação do pH das soluções e das alterações devido a presença do solvente Me<sub>2</sub>SO. As principais técnicas utilizadas foram: raios-X (altos e baixos ângulos) e espectroscopia infravermelha. Os objetivos iniciais são: (a) verificar a composição química dos precipitados; (b) identificar o estado físico dos mesmos; (c) confirmar diretamente a presença do mecanismo de adsorção; (d) contribuir para a compreensão da modulação do processo pela variação do fator pH das soluções e pela atuação do solvente.</p>	
<p>Referências: (1) N. Herpes-Lima, A.C. Tessie e A. Vieyra, <i>Origins of Life</i>, vol. 20, pag 27 (1990). N. Herpes-Lima, e A. Vieyra, <i>J. Mol. Evol.</i>, no prelo. A.C. Tessie e A. Vieyra, manuscrito em preparação.</p>	

CR1/11.00/76.

**ALBUMINAS HUMANA E BOVINA: DIFERENTES FORMAS PARA DIFERENTES PH'S.**

Johnny Rizzieri Olivieri, Aldo Felix Craievich - IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto e UNLS, Campinas-SP

Devido às suas múltiplas funções no organismo, a albumina tem sido objeto de muitos estudos em diferentes áreas. A análise das variações conformacionais em função do pH, pela técnica de espalhamento de raio-x a baixo ângulo (SAXS) tem mostrado a presença de várias formas para esta macromolécula. A partir dos resultados encontrados do Raio de giração  $R_g$  e da função distribuição de distâncias  $P(r)$ , modelos estruturais estão sendo propostos para os diferentes pH's, tanto para a albumina humana como para a bovina.

Agradecimento: FAPESP, CNPq

CR1/12.00/76.

**ESTUDO COMPARATIVO DE DIFERENTES FOSFOLIPASES POR SAXS**

José Razon Baltran Abrego, Carlos Julio Laure - IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto; Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

Mediante a teoria e técnica de espalhamento de raio-x a baixo ângulo (SAXS), estudou-se uma analogia de forma e tamanho entre a fosfolipase da *Crotalus Durissus Terrificus* e a fosfolipase porcina, bovina e *Crotalus Atrox*. A determinação dos parâmetros estruturais, como raio de giro  $R_g$ , volume hidratado  $V_h$ , área da superfície  $S$  e máxima dimensão  $D_m$ , permitiu a obtenção do tamanho das moléculas. O estudo qualitativo da função distribuição de distâncias  $P(r)$  mostrou claramente uma grande analogia entre as formas apresentadas dessas proteínas em solução, bem como em seu estado cristalino.

Suporte: FAPESP e CNPq

CR1/08.30/76.

**COMPORTAMENTO DE UM CAMPO DE ONDAS ELETROMAGNETICAS EM UM MEIO CRISTALINO - H. S. Campos, D. S. de Vasconcelos e W. A. Keller, Instituto de Física, UFBA, 40210, Salvador-BA.**

Analisamos o processo interativo de duas ondas que se propagam em um meio cristalino, através de um formalismo auto-consistente para o espalhamento de raios-X, desenvolvido para o caso simétrico de Bragg. As condições de contorno em cada camada do cristal são estudadas considerando uma aproximação microscópica para o campo eletromagnético. Introduzindo-se coeficientes complexos entre as amplitudes das duas ondas são determinadas, periodicamente nos planos limítrofes de cada camada, a refletividade e a fase de reflexão além de, os saltos em fase e em amplitude que cada onda sofre nesses planos. Precisos resultados numéricos adotando-se parâmetros do Si, do Ge e do GaAs revelam a forma de construção do campo de ondas espalhado pelo cristal. Esse campo comporta-se tipicamente como um fenômeno de Teoria Cinemática para um pequeno número de planos enquanto evolui continuamente para caracterizar um comportamento dinâmico à medida que o número de planos aumenta.

Apoio: CNPq



CB1/08.50/8a.

THE SELF-CONSISTENT STRUCTURE FACTOR IN TERMS OF THE  
' $q$ ' AND ' $p$ ' ANGLES.

W. A. KELLER and D. S. DE VASCONCELOS. Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, 40 210 Salvador, Ba.

Concept of the structure factor has been reconsidered which brings into account the Ewald self-consistency principle. A simple complex number, used in the conventional approach, is substituted by a unimodular matrix of dimension  $2 \times 2$ , with complex elements conjugate on its two diagonals. From the above matrix a complete information can be derived concerning the amplitude and phase relationship of both interacting waves within the space of the scattering unit. The most interesting amplitude ratio of two waves is the same as  $\tan(\theta_q) / \tan(\theta_p)$  where both relevant angles result from the developed before the self-consistent approach to a general X-ray crystal-scattering. The obtained ratio is, in fact, a product of the structure and polarization factors, from which the structural factor is readily separated knowing that the polarization contribution amounts to  $|\cos(2\theta)|$ . The proposed approach is valid also for the superstructures and for any type of multilayers examples.

CB1/09.10/8a.

REFRACTIVE INDEX IN A GENERALIZED SELF-CONSISTENT  
APPROACH

D. S. DE VASCONCELOS and W. A. KELLER. Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, 40 210 Salvador, Ba.

The developed self-consistent approach to X-ray scattering enables one to obtain the refractive index generally valid from X-ray to visible light range. Although in conventional Dywideo Theories of the X-ray diffraction the index is obtained as a complex and periodic function of position in this treatment, it is obtained as a natural consequence of the discrete contribution of dipole planes to phase and amplitude of scattered plane waves. While the wave vector is maintaining its original direction, the wave field is shifted due to dipoles self-consistent contribution. Again, in the conventional treatment it is assumed that only the complex character of the refractive index implies the absorption. On the contrary, absorption included in the present approach does not require imaginary part of this index. Taking into account that the self-consistent interaction between dipoles of the matter and the EM field is derived in a quite general way we conclude that the diffraction index in the proposed form may be also extended for the optical region. It is due to the fact that the actual index value is always calculated as a result of the wave field matter interaction and may be lesser or greater than one for X-ray or light, respectively.

CB1/09.30/8a.

O FENÔMENO DA TRANSMISSÃO EM UMA HETEROESTRUTURA

H. S. Campos - Instituto de Física, UFBA.

O fenômeno da transmissão ótica em um modelo de heteroestrutura é estudado considerando um tratamento auto-consistente para o espalhamento de raios-X. O meio cristalino é assumido como uma pilha de planos de dipolos induzidos interagindo com duas ondas eletromagnéticas planas, sob a geometria de Bragg. Através de um coeficiente complexo de transmissão determina-se, numericamente, a transmitividade e a fase da transmissão para um tipo de multicamada composta de GaAs e Si, sob a direção cristalográfica  $[111]$ . Os perfis obtidos revelam regiões angulares onde predomina cada substância para uma mesma variação em fase.

Apoio: CNPq

**PAINÉIS**  
**CRI - Cristalografia**

CR1 11/14.00/46.

EFETOS DA ADIÇÃO DE MgO E METAIS DE  
TRANSIÇÃO NA ESTABILIZAÇÃO DA SIRCÔNIA

C.O. FAIYA-BANTON<sup>1</sup>, C.A. Paskocimas<sup>2</sup>, J.A. Cerrí<sup>3</sup>, R. Nazar<sup>1</sup>, E. Longo<sup>2</sup> e J.A. Varela<sup>1</sup>

1. Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, Pres. Prud. (SP).
2. Depto. Química - UFSCar, São Carlos (SP)
3. Depto. Físico-Química - IQ-UNESP, Araraquara (SP).

Um grande esforço tem sido feito no sentido de abaixar a temperatura de estabilização da forma cúbica da sircônia, assim como de diminuir o tempo de tratamento térmico. Com esse objetivo, amostras tem sido preparadas com a adição de MgO e metais de transição, e os resultados tem sido satisfatórios. Neste trabalho relatamos os resultados obtidos na análise quantitativa em amostras de sircônia/magnésio dopadas com 0,1% e 0,3% de Ti, V, Mn, Fe, Cu e Zn tratadas a 530, 1130, 1450, 1500, 1550 e 1600°C; e sircônia com a adição de 5, 10, 15, 20 e 50% de Co.

Apoio: CAPES, CEMM, CNPq, FAPESP, FINEP, REAS.

CR1 12/14.00/46.

Detector Multifilar Bi-Dimensional para Radiação Ionizante

Barberino, C.H.; Kolde, K.; Marchioni, E.L.A.; Leite, M.A.L.;  
Sakunoue, M.; Sini, S.M.; Dietzsch, O.

Instituto de Física USP

Foi construído um detector bi-dimensional à gás multifilar para radiação ionizante, e foram feitos testes em uma pressão de 1 atm de 90% Ar + 10% CH<sub>4</sub>, com fonte de <sup>55</sup>Fe (5,9keV) e gerador Cu(8,04keV), obtida uma resolução espacial melhor que 800µm e não linearidade integral de 0,4%. Foram feitas medidas de difração de Raios-X para o Dodécil Sulfato de Sódio obtendo-se resultados em boa concordância com os dados da literatura.

CR1 13/14.00/46.

Determinação da estrutura cristalográfica do complexo  
Ca<sup>2+</sup> picrato. Dr. Rogério L.F. Oliveira, Cassiano B.B. e Vicentini, O.

Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, C.P. 368, 13561, São Carlos, SP. Instituto de Química, USP, Cidade Universitária, 05508, São Paulo, SP.

A determinação da estrutura do complexo do íon cálcio está envolvida num projeto mais amplo de estudo da coordenação química de íons cálcio.

O complexo do íon Ca<sup>2+</sup> com picrato apresenta duas formas cristalinas, sendo que a picrato não era estável sob a incidência de raios X. Apesar desta instabilidade a estrutura pode ser refinada. A diferença básica entre as duas estruturas das formas cristalinas 1 (instável) e 2 (estável) está na posição das águas. Na forma cristalina 1 as moléculas de água definem uma malha de ligações de hidrogênio mais complexa que a forma cristalina 2. A unidade assimétrica é constituída por um íon Ca<sup>2+</sup>, três íons picrato e duas moléculas de água. A coordenação do íon Ca<sup>2+</sup> é nove, sendo seis oxigênios de seis moléculas de água, um oxigênio do grupo COO e um oxigênio do grupo NO<sub>2</sub> de um íon picrato e outro oxigênio do grupo COO de outro íon picrato. O polímero de coordenação é um intermediário entre o prisma trigonal truncado e o antiprisma quando monocapado.

Dados cristalográficos:

Forma cristalina 1 - CaO<sub>2</sub>N<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, M<sub>r</sub>=1040,60, monocíclico, F<sub>2</sub>/a, a=7,799(2), b=26,925(7), c=17,463(2) Å, β=98,93(3)°, V=3623(2) Å<sup>3</sup>, Z=4, D<sub>c</sub>=1,908 g cm<sup>-3</sup>, λ(MoKα)=0,71073 Å, ρ=14,501 cm<sup>-3</sup>, F(000)=2092, T=296 K, R final 0,0686 para 4111 reflexões independentes observadas.

Forma cristalina 2 - CaO<sub>2</sub>N<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, M<sub>r</sub>=1040,60, monocíclico, C<sub>2</sub>/c, a=8,225(5), b=4,008(4), c=24,351(9) Å, β=111,46(2)°, V=7300(8) Å<sup>3</sup>, Z=8, D<sub>c</sub>=1,893 g cm<sup>-3</sup>, λ(MoKα)=0,71073 Å, ρ=13,897 cm<sup>-3</sup>, F(000)=1184, T=296 K, R final 0,0681 para 3032 reflexões independentes observadas.

Agradecimentos: CNPq, FAPESP

CEI 14/14.00/4a.

**ESTRUTURA CRISTALINA E MOLECULAR DO TRIFENILCARBINOL ; TRIFENILARSIMOXIDO.** Carlito Lariucci (Dep. Física - Univ. vers. Federal de Goiás) e Regina Helena de Almeida Santos (Instituto de Física e Química de São Carlos - USP)

Novos cristais do aduto ( $C_{18}H_{15}AsO.C_{15}H_{16}O$ ) foram obtidos e analisados por difração de raios-x, usando radiação monocromatizada  $K\alpha$  do molibidênio. Dados cristalográficos:  $a = 8,508(1)$ ,  $b = 16,113(1)$ ,  $c = 10,994(1)$  e  $\beta = 104,3^{\circ}$ ;  $V = 1460,4(5) \text{ \AA}^3$ ;  $Z = 2$ ; sistema cristalino monoclinico, grupo espacial  $P2_1$ . 2667 reflexões únicas foram medidas, das quais 2168 com  $I \geq 3\sigma(I)$ . A resolução da estrutura foi obtida por métodos diretos e o refinamento parcial apresenta  $R = 0,0555$ . Foi confirmada a desordem no empacotamento entre os átomos de As e C (carbinol). O fator de ocupação para cada um destes átomos, em suas respectivas posições, é de 0,68. A interação entre os ligantes é feita através de ponte de hidrogênio com distância O-O igual a  $2,784(a) \text{ \AA}$ . Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Lariucci e Santos (1984) exceto no grupo espacial ( $Pc$ ) e na distância O-O ( $2,904(4)$ ).

Lariucci, C. e Santos, R.H.A. (1984). 36ª Reunião Anual da SBPC. São Paulo.

CEI 15/14.00/4a.

**ESTRUTURA CRISTALINA E MOLECULAR DE  $[RuCl_2(CO)(PPh_3)_2DMA]DMA$ .**

Claudio Barberato, Eduardo E. Castellano (IFQSC-USP), Ornella Maria Porcu e Afzir Azevedo Batista (DQ - UFSCar).

Complexos de rutênio tem sido amplamente utilizados em catálise homogênea, em processos que envolvem reações tais como, hidrogenação, isomerização, hidroformilação, polimerização, carbonilação de substratos orgânicos. Nestes complexos, a presença de ligantes, como por exemplo,  $PPh_3$ , CO,  $AsPh_3$ , associados ao centro metálico da transição, os tornam mais efetivos como catalisadores. Assim, uma fonte importante para complexos de rutênio(II) ou (III) ocorre mediante moléculas ou espécies "solvato". Nestas espécies a liberação das moléculas de solvente caracteriza um sistema de reações de fácil substituição devido a elevada reatividade dos mesmos.

No presente trabalho, a partir da reação de  $[RuCl_2(PPh_3)_2DMA]DMA$  com CO(g) à temperatura ambiente sob agitação durante um período de 18h em DMA foi isolado, após adição de éter, um sólido amarelo. Este último após recristalização com diclorometano/etanol/éter mostrou ser  $[RuCl_2(CO)(PPh_3)_2H]$  enquanto que, do líquido-mãe obtinha-se o composto  $[RuCl_2(CO)(PPh_3)_2DMA]DMA$  ( $\nu_{CO} = 1932 \text{ cm}^{-1}$ ).

O complexo  $[RuCl_2(CO)(PPh_3)_2DMA]DMA$  cristaliza no sistema monoclinico, grupo espacial  $C_{2h}$ , com célula unitária  $a = 19,402(3) \text{ \AA}$ ,  $b = 18,305(2) \text{ \AA}$ ,  $c = 23,969(5) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 105,5(1)^{\circ}$ ,  $V = 8012(2) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 4$ ,  $\rho_{calc} = 1,2505 \text{ g/cm}^3$ ,  $\lambda(MoK\alpha) = 0,710703 \text{ \AA}$ ,  $F(0,0,0) = 3328$ ,  $T = 296 \text{ K}$ ,  $R_{int} = 0,0506$ ,  $R_w = 0,0923$ ,  $R_g = 0,097$  para 6021 reflexões independentes observadas [ $I \geq 3\sigma(I)$ ] e 411 parâmetros refinados.

CEI 16/14.00/4a.

**ESTRUTURA CRISTALINA DOS COMPLEXOS  $Py_2[RuCl_2(CO)Py]$  e  $Py_2[RuCl_2(Py)_2]$ .** M.R.M. Fontes, G. Olliva. Ins. de Física e Química de São Carlos, USP, E.A. Souza e A.A. Batista. Univ. Federal de São Carlos.

Complexos de rutênio com baixas valências que contém ligantes fosfina, têm sido usados na área de catálise homogênea. Recentemente, complexos com Ru(III) mostraram também possuir propriedades anti-tumorais, bem como complexos de platina e titânio anteriormente já haviam demonstrado tais propriedades para diversos tipos de câncer.

Complexos:

1)  $Py_2[RuCl_2(CO)Py]$ ,  $M_r = 430,11$ , monoclinico,  $P2_1/n$ ,  $a = 7,821(1)$ ,  $b = 10,337(3)$ ,  $c = 19,763(3) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 93,07(1)^{\circ}$ ,  $V = 1399,5(5) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 4$ ,  $D_c = 1,791 \text{ g/cm}^3$ ,  $\lambda(MoK\alpha) = 0,710703$ ,  $\mu = 14,88 \text{ cm}^{-1}$ ,  $F(000) = 643,9$ ,  $T = 296K$ ,  $R_{int} = 0,03$ ,  $R_w = 0,062$ ,  $R_g = 0,063$  para 1478 reflexões independentes observadas [ $I \geq 3\sigma(I)$ ].

2)  $Py_2[RuCl_2(Py)_2]$ ,  $M_r = 481,20$ , monoclinico,  $P2_1/n$ ,  $a = 8,080(7)$ ,  $b = 22,503(7)$ ,  $c = 10,123(6) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 93,19(6)^{\circ}$ ,  $V = 1638(2) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 4$ ,  $D_c = 1,739 \text{ g/cm}^3$ ,  $\lambda(MoK\alpha) = 0,710703$ ,  $\mu = 13,06 \text{ cm}^{-1}$ ,  $F(000) = 959,9$ ,  $T = 296K$ ,  $R_{int} = 0,03$ ,  $R_w = 0,038$ ,  $R_g = 0,039$  para 1553 reflexões independentes observadas [ $I \geq 3\sigma(I)$ ].

Ambas estruturas são compostas essencialmente por dois planos perpendiculares entre si, um formado pelos quatro átomos de cloro (com ângulo de aproximadamente  $80^{\circ}$  entre si), e outro pelos grupos Py e carbonila, e o átomo de Ru na interseção destes. Tais moléculas têm carga líquida negativa, sendo necessário a presença do grupo Py não coordenado (com carga líquida positiva), para a estabilização do cristal.

CR1 17/14/00/4a.

DETERMINAÇÃO DA ESTRUTURA DE COMPOSTOS CÉRMICOS UTILIZANDO-SE O MÉTODO DE RIETVELD

M. C. C. FERREI, Y. P. MASCARENHAS, H. C. BRASO - DPCN/IPQSC/USP. Av. Dr. Carlos Rorvalho, nº 1465, C. P. 369, 13560 - São Carlos - SP.

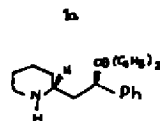
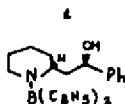
Obteve-se, com o auxílio do programa DBWS-9006 (RIETVELD), a estrutura do composto  $Y_2Cu_2O_5$ , originária da reação  $Y_2O_3 + 2CuO$ .  
Para obtenção dos difratogramas, utilizou-se o difratômetro automático com geradores de raios-x da anodo rotatório Rotaflex da Rigaku-Denki com anodo de cobre (rod.  $K\alpha = 1,54 \text{ \AA}$ ).  
Serão apresentados resultados comparativos entre  $Y_2Cu_2O_5$  e  $Ba_2Cu_2O_5$  (isoestrutural).

CR1 18/14/00/4a.

THE CRYSTAL STRUCTURE OF (2S,3SR)-2-(1'-O-DIETHYLBORINYL-2'-PHENYLETHYL)-PIPERIDINE

M.C.Namoto, Y.P.Mascarenhas, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, R.A. PIII, L.C.Dias, Instituto de Química, Unicamp.

Along our studies on the diastereoselective reduction of  $\beta$ -amido ketones (R.A.PIII, U.Ramovity and L.C.Dias, J. Chem. Soc. Perkin Trans 1, 1213 (1990)) we observed that the anti-N-acyl- $\gamma$ -amino alcohol was the major product when lithium triethylborohydride was employed as the reducing agent. During the total synthesis of (+/-)-Sedamide (R.A.PIII and L.C.Dias, Synth Commun 21, 2213 (1991)), the reduction of  $\alpha$ -phenacylpiperidines with lithium triethylborohydride in THF at -78°C afforded a single reduction product which had incorporated a -B(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> residue. Although the incorporation of the -B(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> residue was evident from the IR-NMP (two triplets at  $\delta$  0.79 and 0.80 ppm), <sup>13</sup>C-NMR (two methyls at  $\delta$  8.31 and 8.83 ppm) and mass spectra ( $m/e$  273), they did not allow us to distinguish between structures 1 and 1a. To unambiguously establish the structure of the novel product isolated in this reaction we decided to carry out an X-ray diffraction analysis on the crystals ( $m.p.$  83.8-98.0 °C) isolated from CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-hexane. The compound crystallizes in the monoclinic system, space group C2/c, with  $a = 18.284 \text{ \AA}$ ,  $b = 12.574 \text{ \AA}$ ,  $c = 11.415 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 94.33^\circ$ ,  $\gamma = 90^\circ$ ,  $V = 2331.48 \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 8$  molecules/unit cell,  $D_c = 1.089 \text{ g/cm}^3$ ,  $\lambda = 0.70932 \text{ \AA}$ ,  $F(000) = 1.200$ . Diffracted intensities for 2372 unique reflections were collected making use of CAD4 automatic diffractometer (Enraf Nonius), from which 1840 ( $I > 3\sigma(I)$ ) were used to resolve structure. The structure has been resolved by direct methods and the refinement by the Method of least squares. All distances and angles are the usual ones and the most interesting feature of the molecular structure is the bridge between Boron and Nitrogen from piperidine ring.  
Acknowledgment: FAPESP, CNPq, FINEP



CR1 19/14/00/4a.

CRISTALIZAÇÃO E INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR POR RAIOS-X DA ANIDRASE CARBÔNICA BOVINA NATIVA.

Revisita Butzer, Wanda D. Ferruz de Jesus & Gleicy Oliveira (Laboratório de Cristalografia - DPCM - Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Caixa Postal 369, 13560 - São Carlos - SP) & Ignes Carrozzini (CENARGEM/EMBRAPA)

A anidrase carbônica apresenta grande interesse devido à reação catalítica reversível sobre a hidratação do dióxido de carbono:



Com o peso molecular aproximado de 30.000 daltons, a proteína foi purificada e liofilizada (Prof. Arnaldo C. Simões, Departamento de Bioquímica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, e armazenada à 4°C.

Os experimentos de cristalização foram conduzidos a 18°C e a 4°C em salas mantidas à temperatura constante. Foram obtidos cristais utilizando a técnica de vapor de difusão, com o método do "hanging drop". Na solução precipitante utilizou-se TRIS como tampão com valores entre 7,5 ≤ pH ≤ 8,25 e 54 a 59% do sulfato de amônio. No poço utilizou-se 1 ml de solução precipitante. As gotas foram preparadas a partir de 5 µl de proteína (10 mg/ml) + 5 µl da solução do poço.

As gotas foram colocadas em lâminulas siliconizadas e vedadas com grãos de vácuo sobre a solução do poço. Os cristais apareceram após alguns dias e continuaram crescendo até dois meses depois, atingindo dimensões máximas de 1 mm por 0,12 mm.

Esses cristais foram obtidos em condições diferentes das descritas por outros autores (Kasari et al. J.Mol.Biol., 1986, 190, 129-131; Eriksson et al., J.Biol.Chem., 1985, 261, 16247-48), por isso o interesse em determinar suas características cristalográficas, grupo espacial e limite de resolução, usando a câmara de processo, fim de comparar esses resultados com os já descritos na literatura.

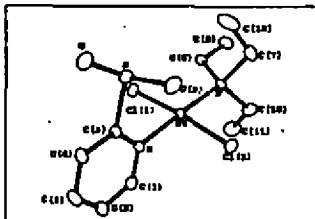
Apoio: FAPESP, FINEP, CNPq, EMBRAPA

Determinação e refinamento da liga de Heusler (Co<sub>2</sub>Sn). A. M. Brápatia e Y. P. Mascarenhas, Instituto de Física e Química de São Carlos-USP, R. D. Souza e M. Olson-Dionísio, Departamento de Física da Universidade Federal de São Carlos.

A liga (Co<sub>2</sub>Sn) foi preparada a partir de quantidades estequiométricas dos seus componentes de alta pureza. Foi feita uma pré-fusão em atmosfera de Ar em forno de resistência, a 1200°C do Co<sub>2</sub>Sn. A seguir essa liga foi fundida junto com o Sn em forno de arco, também em atmosfera de Ar. Para maior homogeneização, repetiu-se esta etapa. A liga foi analisada por difração de raios-x utilizando-se difratômetro automático (modo rotatório) Rigaku Rotaflex Modelo RU-200B por comparação com difratogramas padrões (JCPDS). Verificou-se que a liga é isomorfa com outras ligas de Heusler. Entretanto a análise das extinções sistemáticas evidencia que, em vez do grupo espacial Fm $\bar{3}m$ , constante de literatura, o grupo espacial correto é F-43m, sendo também mais conveniente por não ser centrosimétrico. Parâmetros da cela: a<sub>0</sub>=6.06Å. Coordenadas atômicas: Co(0,0,0); Co(1/2,1/2,1/2); Sn(1/4,1/4,1/4); Sn(3/4,3/4,3/4).  
Apoio: CNPq, FAPESP e FINEP.

**ESTRUTURA CRISTALINA DO TRANS DICLORO[(TRISILFOSFINA) (2-METILSULFÍL)PIRINA]PLATINA(II)**. W. F. Azevedo Jr. e Y. P. Mascarenhas, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, G. F. Souza e C. A. Filgueiras, Instituto de Ciências Exatas, UFMG.  
A estrutura foi resolvida usando-se o método de Patterson e técnicas de Fourier diferença, todos os átomos, exceto o H, foram tratados anisotropicamente. A Pt mostra uma coordenação quadrado-planar, como mostra a figura abaixo. Os dados cristalográficos são descritos a seguir.

M<sub>r</sub> = 525,25; sistema cristalino: monoclinico; grupo espacial: P2<sub>1</sub>/c; a = 8,067(3); b = 6,5184(9); c = 25,592(3)Å; β = 92,000(9)°; volume = 1757,6(7)Å<sup>3</sup>; Z = 4; D<sub>c</sub> = 1,98 gcm<sup>-3</sup>; Cuk<sub>α</sub>, λ = 1,540562Å; μ = 18,65 cm<sup>-1</sup>; F(000) = 1007,7; T = 296K; R = 0,055.

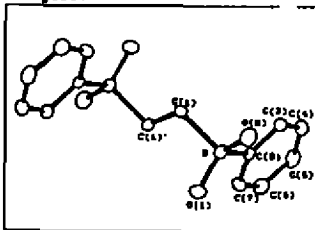


Apoio: FAPESP, CNPq, FINEP.

**ESTRUTURA CRISTALINA DO C<sub>12</sub>H<sub>16</sub> (20)**, W. F. Azevedo Jr. e Y. P. Mascarenhas, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, G.F. Souza e C.A. Filgueiras, ICRX-UFMG.

A estrutura foi resolvida usando métodos diretos e técnicas de Fourier diferença. Nos ciclos finais do refinamento por mínimos-quadrados, todos átomos exceto H foram tratados anisotropicamente. Os dados cristalográficos estão a seguir:

M<sub>r</sub> = 310,39; sistema cristalino: monoclinico; grupo espacial: P2<sub>1</sub>/n; a = 8,495(3); b = 10,159(1); c = 9,0171(1)Å; β = 116,23(2)°; volume = 702,3(3)Å<sup>3</sup>; (número de moléculas por cela unitária, Z = 2); (densidade calculada, D<sub>c</sub> = 1,468 gcm<sup>-3</sup>; (radiação utilizada, MoK<sub>α</sub>, λ = 0,7093Å; μ = 3,16 cm<sup>-1</sup>; F(000) = 324; T = 296K; R = 0,042. O anel fenil é planar, dentro da precisão experimental. O átomo S possui uma coordenação tetraédrica distorcida.

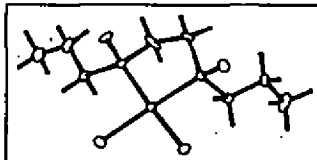


Apoio: CNPq, FAPESP, FINEP.

**ESTRUTURA CRISTALINA DO CIS-DICLORO[HEXO-1,2-BIS(4-NITROFENILSULFENIL)ETANO]STANNO(II)**. W. F. Azevedo Jr. e Y. F. Mascarenhas. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, G. F. SOUSA e C. A. Filgueiras. Instituto de Ciências Exatas. UFMG.

A estrutura foi resolvida usando-se o método de Patterson e técnicas de Fourier diferença, todos os átomos, exceto o H, foram tratados anisotropicamente. Os dados cristalográficos são descritos a seguir.

$M_r = 472,24$ ; sistema cristalino: ortorrômbico; grupo espacial:  $F2_22_1$ ;  $a = 7,360(2)$ ;  $b = 9,793(2)$ ;  $c = 19,369(7)$ Å; volume =  $1396,1(4)$ Å<sup>3</sup>;  $Z = 4$ ;  $D_x = 2,25$ gcm<sup>-3</sup>;  $Mok_{\lambda} = 0,709300$ Å;  $\mu = 13,45$ cm<sup>-1</sup>;  $F(000) = 1036$ ;  $T = 296$ K;  $R = 0,048$ .



Apoio: FAPESP, CNPq, FINEP.

**ESTRUTURA CRISTALINA DO HEXO(IV) CLORETO DE DIFENIL ETANO(IV) + HEXO-BIS(FENILSULFENIL)ETANO**. W. F. Azevedo Jr. e Y. F. Mascarenhas. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, G. F. SOUSA e C. A. Filgueiras. Instituto de Ciências Exatas. UFMG.

Neste trabalho descrevemos a estrutura cristalina de um complexo de Sn, na estrutura o Sn exibe uma coordenação tetraédrica deformada. A estrutura foi resolvida usando-se o método de Patterson e técnicas de Fourier diferença, todos os átomos, exceto o H, foram tratados anisotropicamente. Os dados cristalográficos são descritos a seguir.

$M_r = 589,63$ ; sistema cristalino: monoclinico; grupo espacial:  $F2/c$ ;  $a = 10,540(3)$ ;  $b = 9,743(1)$ ;  $c = 24,099(7)$ Å;  $\beta = 92,95(2)^\circ$ ; volume =  $2471(1)$ Å<sup>3</sup>;  $Z = 4$ ;  $D_x = 1,58$ gcm<sup>-3</sup>;  $Cu_{\lambda} = 1,540562$ Å;  $\mu = 13,40$ cm<sup>-1</sup>;  $F(000) = 1248$ ;  $T = 296$ K;  $R = 0,035$ .

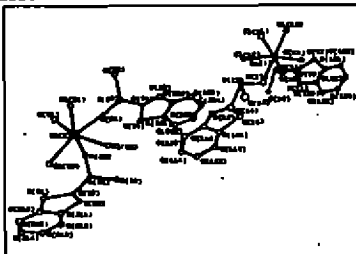
Apoio: FAPESP, CNPq, FINEP.

**ESTRUTURA CRISTALINA DE DO HEX-TRICLORO[2-METILSULFENIL)BENZOTIASOL]METILSTANNO(IV)**

W. F. Azevedo Jr. e Y. F. Mascarenhas. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, G. F. SOUSA e C. A. Filgueiras. Instituto de Ciências Exatas. UFMG.

No complexo, aqui estudado, o Sn mostra uma coordenação octaédrica deformada, como pode ser visto na figura abaixo. A estrutura foi resolvida usando-se o método de Patterson e técnicas de Fourier diferença, todos os átomos, exceto o H, foram tratados anisotropicamente. Os dados cristalográficos são descritos a seguir.

$M_r = 612,70$ ; sistema cristalino: monoclinico; grupo espacial:  $F2/c$ ;  $a = 20,083(2)$ ;  $b = 17,406(1)$ ;  $c = 14,415(2)$ Å;  $\beta = 108,06(7)^\circ$ ; volume =  $4790,5(8)$ Å<sup>3</sup>;  $Z = 8$ ;  $D_x = 1,71$ gcm<sup>-3</sup>;  $Mok_{\lambda} = 1,540562$ Å;  $\mu = 14,45$ cm<sup>-1</sup>;  $F(000) = 2438$ ;  $T = 296$ K;  $R = 0,0514$ .

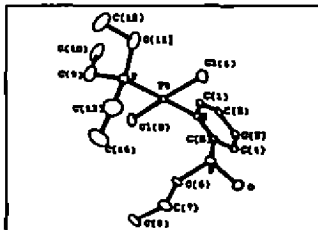


Apoio: FAPESP, CNPq, FINEP.

**ESTRUTURA CRISTALINA DO TRANS-DICLORO (TRIFENILFOSFÍNIO) (2-D-PROPILOSENILENIL)PIRIDINA(DIPLATINA(II)).** W. F. Assvedo Jr. e Y. F. MacCarrenhas, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, G. F. SOUSA e C. A. Figueiras, Instituto de Ciências Exatas, UFPA.

A estrutura foi resolvida usando-se o método de Patterson e técnicas de Fourier diferença, todos os átomos, exceto o H, foram tratados anisotropicamente. Os dados cristalográficos são descritos a seguir.

$M_r = 527,10$ ; sistema cristalino: triclinico; grupo espacial: P-1;  $a = 8,254(3)$ ;  $b = 8,377(4)$ ;  $c = 14,531(4)$  Å;  $\alpha = 87,14(3)$ ;  $\beta = 82,83(3)$ ;  $\gamma = 84,10(3)^\circ$ ; volume =  $991,0(7)$  Å<sup>3</sup>;  $Z = 2$ ;  $D_c = 1,77$  gcm<sup>-3</sup>;  $CuK\alpha$ ,  $\lambda = 1,540562$  Å;  $\mu = 14,45$  cm<sup>-1</sup>;  $V(000) = 535,9$ ;  $T = 296K$ ;  $R = 0,0606$ .



Apoio: FAPESP, CNPq, FINEP.

**O EFEITO DO ESPALHAMENTO MÚLTIPLO NA DETERMINAÇÃO DE TEXTURAS COM DIFRAÇÃO DE NEUTRONS.**

**Hércules Lopes, C.B.R. Faria, F. Ambrósio Filho**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP.

O espalhamento múltiplo, ou extinção secundária como preferem alguns autores<sup>1</sup>, é um dos maiores problemas na difração de nêutrons em materiais policristalinos. Este efeito ocorre devido à baixa absorção dos nêutrons na maioria dos materiais. Ele impede a proporcionalidade entre a intensidade difratada e o volume da amostra. Em uma amostra assimétrica, o espalhamento múltiplo causa uma variação da intensidade difratada dependente da forma e tamanho da amostra. Neste trabalho são apresentados alguns resultados que mostram o comportamento do espalhamento múltiplo e sua dependência da posição da amostra em relação aos feixes incidente e difratado, bem como a dependência desse tipo de espalhamento de algumas características cristalográficas da amostra, tais como, fator de estrutura da reflexão, estrutura cristalina, e coeficiente de absorção linear. Amostras de alumínio laminado foram utilizadas para uma avaliação do efeito do espalhamento múltiplo sobre as figuras de pólos representativas da textura de laminação.

1 - Kajama, J. Determination of Cold Rolling and Recrystallization Textures in Copper Sheets by Neutron Diffraction. Trans. IAS-AIME (1950), v.242 : 673-7.

• Trabalho realizado com bolsa de mestrado CAPES.

**APROXIMAÇÃO DE UM FEIXE COM PERFIL VERTICAL DE FORMA TRAPEZOIDAL PARA UMA FORMA GAUSSIANA EQUIVALENTE E OS EFEITOS SOBRE AS CURVAS DE ESPALHAMENTO DE RAIOS-X A BAIXO ÂNGULO.**

**Dimas Roberto Vollet**

IGCE/UNESP - Departamento de Física - Rio Claro - SP

Alguns critérios de equivalência são estabelecidos no sentido de transformar um perfil vertical de feixe de raios-X, com distribuição de intensidade de forma trapezoidal ao longo de sua altura, em um perfil vertical de forma gaussiana, com o objetivo de utilizar o perfil transformado no método de correção pelo perfil vertical desenvolvido por Lin, Von Baethan e Schaidt (1978). Os efeitos dessa transformação numa classe típica de curvas de SAXS, quando vista sob as condições de ambos os perfis, são comparados.



CRYSTAL STRUCTURE OF 4-AMINOSULFOXIDE-5-CHLORO-1-PHENYL PYRAZOLE. *Jorge Jeleń*<sup>a</sup> & *J. Zolnerman-Schopector*<sup>b</sup>

(Laboratório de Cristalografia - DFCM - Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Caixa Postal 369, 13560 - São Carlos - SP <sup>a</sup>UEPG, <sup>b</sup>UPAL).

Thromboxane synthetase (TXS) inhibitors may have therapeutic utility in several conditions where platelets are believed to play a role in the pathogenesis of some disease processes as ischemia, arrhythmias, pulmonary hypertension and thromboembolic disorders. During a research program aiming the synthesis of potentially active substances the title compound was obtained by E. Barreiro and co-workers (UPRJ) and in order to compare this substance with others of known activity, a three dimensional crystal structure analysis was undertaken.

Crystal Data:  $C_9H_8N_2O_2ClS$ , crystallizes in the space group  $Cc$  with  $a=12.126(4)$ ,  $b=13.573(2)$ ,  $c=8.755(1)$  Å,  $\beta=118.15(2)^\circ$  and  $Z=4$ ,  $D_x=1.347$  g cm<sup>-3</sup>,  $\mu=4.45$  cm<sup>-1</sup>,  $R(000)=528$ . The structure was solved by Patterson and difference Fourier techniques and refined to  $R=0.035$  for 1123 reflections and 143 parameters. Selected distances in Å: S - N = 1.50(1) S - O = 1.42(1), 1.44(1)

S - C = 1.72(1)

Selected angles in deg: N - S - O = 105.5(8), 106.9(8)

N - S - C = 109.0(8) O - S - O = 121.4(9)

O - S - C = 106.7(8), 107.0(8)

The pyrazole and phenyl rings are planar to within experimental accuracy and make a dihedral angle of  $56.0(5)^\circ$ .

This work has received partial support from CAPES, CNPq, FAPESP and FINEP.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**DEF - Defeitos, Crescimento, Caracterização e**  
**Teoria de Cristais**

DEF/08/50/4a.

### MOMENTOS INTERATÔMICOS DE CORRELAÇÃO DE SEGUNDA ORDEM PARA UMA CADEIA LINEAR ANARMÔNICA

José Nicodemos T. Rabelo, Márcio Adriano R. de Souza,  
Vítcheislav I. Zubov, Departamento de Física, UFG.

Os momentos interatômicos de correlação de segunda ordem  $q_2$  para uma cadeia linear monostômica são calculados usando-se o Método Correlativo Não-Simetrizado do Campo Autoconsistente.  $q_1$  e  $q_2$  são os deslocamentos dos átomos de suas posições de equilíbrio. Considera-se a anarmonicidade até a quarta ordem e a distância térmica. São analisados dois casos: interação apenas de primeiros vizinhos e interações com átomos mais distantes. Os resultados obtidos são aplicáveis para qualquer potencial de interação atômica. Eles se expressam através das derivadas deste potencial de segunda (a parte harmônica), terceira e quarta (contribuição da anarmonicidade) ordens. Efetuam-se estimativas numéricas para potenciais interatômicos concretos.

DEF/09/10/4a.

### CADEIAS DE RELOCAÇÕES ATÔMICAS EM PRESENÇA DE VACÂNCIAS

Cesar R.B. Silva e Cláudio Scherer  
Instituto de Física, UFRGS

Cadeias de relocações atômicas em sólidos irradiados por um feixe de íons, com participação de vacâncias foram estudados pelo método da dinâmica molecular (MDM). O potencial utilizado foi o de Gibson II [1]. Os íons do feixe incidente causam relocações atômicas em forma de "cascatas de colídes" em pequenas regiões, que em um tempo da ordem de  $10^{-12}$ s adquirem características de um líquido, conhecidas como "thermal spikes". Dias de la Rubia et. al. [2] determinaram que cadeias de relocações são o principal mecanismo de transporte de átomos auto-intersticiais para fora da região central do "spike", onde a probabilidade de recombinância é muito grande, durante a fase colisional. Investiga-se a possibilidade de o mesmo mecanismo ser responsável por um aumento na concentração de vacâncias na região do "spike". Para realizar essas simulações um novo algoritmo para MDM foi criado. O seu tempo de execução é linearmente dependente do número N de átomos na amostra, podendo ser ordens de grandeza mais rápido do que seus antecessores que dependem de  $N^2$ .

Referências:

- 1 J.B. Gibson, A.N. Goland, M. Milgram, and G.H. Vineyard, Phys. Rev. 120, 1229 (1960).
- 2 T. Dias de la Rubia, R.S. Averback, R. Benedek, and W.E. King, Phys. Rev. Lett. 59, 1930 (1960).

DEF/09/30/4a.

TC

### "PRINCÍPIOS PARA O ESTUDO DE DEFEITOS EM MATERIAIS NO DOMÍNIO ELETRO-ÓPTICO"

P. Trzaski (Escola Federal de Engenharia de Itajubá)  
J. Lima, M. E. G. Vieira (Universidade Federal de Sergipe)  
E. Okune (Instituto de Física da USP)

Empregamos a designação *domínio eletro-óptico* para abranger o conjunto de técnicas e procedimentos que visam a investigar, modificar e detectar a luminescência e a condutividade elétrica de materiais semicondutores e isolantes em geral. Nosso objetivo é, através de uma sequência de trabalhos cuidadosamente planejada neste domínio, maximizar a relação entre informações obtidas e número de experimentos realizados, de modo a obter um panorama estrutural microscópico o mais completo possível das amostras examinadas, bem como um mapa das etapas a seguir para acentuar as propriedades eventualmente interessantes e esquivar as que sejam não relevantes ou indesejáveis para as aplicações específicas em questão.

Nesta exposição, pretendemos discutir nossa concepção de domínio eletro-óptico, descrevendo sucintamente a maior parte das técnicas de investigação e detecção nele incluídas, dando para cada uma os princípios teóricos, as informações que fornecem e sua interpretação e o esquema básico do equipamento experimental pertinente, tudo isto tendo como pano de fundo o importante aspecto das correlações que se podem estabelecer entre eles. Mostraremos brevemente, também, um sistema experimental multi-propósito que construímos para operar em praticamente todo o domínio e forneceremos referências e painéis apresentados neste Encontro, resultados da linha de trabalho que aqui propomos.

DEF/10/30/4a.

**CORRENTES TERMOIÔNICAS EM CRISTAIS DE LiF:Mg,Ti,OH**

Elisabeth Mateus Yoshimura e Emico Okuno (UFSP)

Os processos de agregação de dipolos I-V em cristais de fluoreto de lítio com impurezas de magnésio, titânio e hidroxila foram estudados pela técnica de correntes de despolarição termicamente estimuladas. Tratamentos térmicos diversos e irradiação com raios gama foram empregados para produzir modificações na distribuição dos dipolos I-V presentes na solução sólida das amostras cristalinas. Foram observadas quatro bandas: uma em  $(218 \pm 2)$  K, aqui denominada banda B, já conhecida e devida a dipolos I-V livres no cristal; outra a temperatura mais baixa  $(200 \pm 4)$  K (banda A) foi identificada com pequenos agregados de dipolos, possivelmente dímeros; a terceira (banda C) se mantém a temperaturas entre 300 e 330 K, dependendo da quantidade de impurezas presente na amostra e do tratamento térmico efetuado, e está provavelmente associada a grandes agregados de defeitos, com participação de impurezas e vacâncias; uma quarta banda (banda D), também acima da temperatura ambiente, mais destacada para amostras de LiF nominalmente puro, provavelmente está associada à relaxação de defeitos intrínsecos que se concentram próximos a deslocamentos existentes nos cristais.

Estudos da cinética da agregação dos dipolos I-V para temperaturas entre 30 e 250 °C indicam que o desaparecimento dos dipolos da solução sólida durante recozimentos isotérmicos se dá ora pela formação de dímeros, ora de trímeros, de acordo com a temperatura e o intervalo de tempo do recozimento.

DEF/10/50/4a.

**ABSORÇÃO ÓPTICA (AO) E TERMO-LUMINESCÊNCIA (TL) EM BERILO INCOLOR (COSHEMITA).**

Ana Regina Sliak - Departamento de Física Nuclear, Instituto de Física, Universidade de São Paulo.

Um único pico TL centrado em 180°C é observado na curva de emissão do berilo  $(Be_3Al_2Si_3O_{12})$  incolor iluminado com luz ultravioleta (UV). Comprimentos de onda entre 230 e 240nm são os mais efetivos na produção desse pico TL. Os espectros de AO dessas mesmas amostras apresentam várias bandas entre 350 e 190nm. Tratamentos térmicos entre 600 e 800°C efetuados antes da iluminação reduzem o espectro de AO como um todo e também o pico TL apenas nos primeiros minutos de aquecimento térmico não acontecendo nenhuma outra modificação nos espectros para intervalos de tempo mais longos. Medidas de Resonância Paramagnética Eletrônica mostram que o  $Fe^{2+}$  se reduz a  $Fe^{3+}$  sob tratamentos térmicos nesse mesmo intervalo de temperaturas e que hidrogênio atômico é produzido em gemas irradiadas. As conclusões desse trabalho são: 1) o ferro não participa do processo TL e 2) os prótons dos canais estruturais fazem o papel de armadilhas de elétrons dando origem aos hidrogênios. Quando o material é aquecido, os elétrons armadilhados se tornam livres e são capturados por oxigênios da rede que atuam como centros de recombinação. (Programa BID/USP)

DEF/11/10/4a.

**TUNELAMENTO TERMICAMENTE ASSISTIDO - UM MODELO PARA EMISSÃO TERMO-LUMINESCENTE DA CALCITA.**

José Fernandes de Lima (UFSE), Flórci Trassental (EPEI) e Emico Okuno (UFSP).

A emissão termoluminescente da calcita é atribuída ao decaimento do íon  $Mn^{2+}$  desde o primeiro estado excitado para o estado fundamental. O modelo utilizado para explicar essa emissão afirma que durante a irradiação o  $Mn^{2+}$  perde um elétron tornando-se  $Mn^{3+}$ , ao mesmo tempo em que esse elétron é capturado por um dos radicais  $CO_3^{2-}$  formando um centro de elétrons tipo  $CO_3^{\cdot-}$  ou  $CO_2^{\cdot-}$ . Durante o aquecimento o elétron é capturado pelo cátion  $Mn^{3+}$  resultando em  $Mn^{2+}$  no estado excitado.

O estudo da análise cinética dos picos termoluminescentes mostrou que um bom ajuste do decaimento isotérmico é obtido quando representamos a intensidade TL em função do inverso do tempo de aquecimento. Além disso o decaimento de intensidade TL devido a iluminação com luz ultravioleta também é ajustado com  $t^{-1}$  onde  $t$  é o tempo de iluminação.

Esses resultados levaram à proposição de que a recombinação que ocorre durante o aquecimento, a que resulta na emissão de luz, é precedida de tunelamento termicamente assistido do elétron a partir de uma armadilha rasa de um centro de elétrons localizado na vizinhança do  $Mn$ .

DEF/11.30/4a.

TSDC EM VIDROS BINÁRIOS DE P-Pb.  
A.J.D.Moreno<sup>a</sup>, M.C.D. Costa<sup>a</sup>, H.V.Silva<sup>b</sup>, Domerval  
M.Filho<sup>b</sup>, P.C.Barbosa<sup>\*\*</sup> e J.M.Filho<sup>\*\*</sup>.  
<sup>a</sup> Dept<sup>o</sup> de Física - UFMA.  
<sup>\*\*</sup>Dept<sup>o</sup> de Física - UFC

Vidros binários com composição  $(1-x)P_2O_5 \cdot xPbO_2$  foram produzidos em atmosfera oxidante a temperatura de 600°C. As análises de raios-X não mostraram nenhum processo de cristalização.

Medidas de TSDC com campo elétrico variável mostram a existência de dois picos de corrente de intensidade diferentes. O pico de maior intensidade que ocorre em uma temperatura de 14°C para um campo aplicado de 1200V deslocou-se com a mudança do campo. O de menor intensidade ocorre a uma temperatura de 52°C e não se deslocou com a variação do campo aplicado.

Este comportamento sugere que dois processos de relaxação estão presentes. O pico de menor intensidade estaria associado a relaxação dipolar e o outro possivelmente estaria associado a cargas interfaciais (Maxwell-Wagner).

DEF/11.30/4a.

TSDC E ESPECTROSCOPIA MÖSSBAUER EM VIDROS DE METAL PESADO DOPADOS COM FERRO.

J.Mendes Filho, J.A.C.Paiva, J.C.P.de Oliveira, P.C.  
Barbosa e A.S.B.Sombra - UFCE.  
C.J.de Oliveira - UECA  
M. Aranha, L.C.Barbosa e O.L.Alves - UNICAMP

Vidros de  $P_2O_5$ -PbO-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-(X)Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> foram estudados usando-se técnicas de TSDC e espectroscopia Mössbauer e medidas de constante dielétrica. Observou-se somente um pico de corrente fortemente dependente com o tratamento térmico em atmosfera oxidante e redutora, tanto para amostras puras como dopadas com ferro. Outro efeito observado é que o pico de corrente depende do valor do campo aplicado.

Medidas Mössbauer, revelam que os íons de Fe<sup>+2</sup> e Fe<sup>+3</sup> ocupam cada um sítios de valência octaédrica e tetraédrica, sendo os parâmetros bastante característicos de uma estrutura vítrea. As larguras de linha das distribuições para o Fe<sup>+2</sup> apresentam-se maiores comparativamente ao Fe<sup>+3</sup> o que está de acordo com os resultados de TSDC. Medidas dielétricas sugerem a presença do efeito Maxwell-Wagner).

DEF/12.10/4a.

UMA FASE CONGELADA DE NiTiF<sub>5</sub>.6H<sub>2</sub>O. A.M. Rodriguez<sup>a</sup>, H.  
Saitovitch, P.R.J. Silva, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF/CNPq, J.A.Martinez, M.Caolin, M.Taylor, Universidade Nacional de La Plata-UNLP, Argentina.

Os compostos do tipo NiTiF<sub>5</sub>.6H<sub>2</sub>O (M=Ti, Co, Sr) apresentam interessantes comportamentos no que se refere à dinâmica de grupos atômicos assim como nos seus processos de desidratação. Neste trabalho apresentamos medidas de interações hiperfina (IH) no NiTiF<sub>5</sub>.6H<sub>2</sub>O, através da técnica de correlação angular (CA) no <sup>51</sup>Ti-<sup>101</sup>Ta introduzido naquele composto, substitucionalmente ao Ti, durante sua preparação, na proporção de aproximadamente 1 at.% Este composto apresenta uma transição de fase em aproximadamente 150K. Resfriando rapidamente o composto, a partir da temperatura ambiente, até abaixo da temperatura de transição foi possível "congelar" a fase de alta temperatura. Variando lentamente a temperatura, aquela fase "congelada" desaparece dando lugar à fase de baixa temperatura. Todas estas fases, em amplo intervalo de temperaturas, foram caracterizadas em termos de suas interações hiperfina (frequências de interação quadripolar elétrica).

<sup>a</sup>Bolsista FINEP/CNPq  
Universidade Nacional de La Plata-UNLP, Argentina.

DEF/08.10/5a.

**CRESCIMENTO E PURIFICAÇÃO DE LiF.** Ana Maria do Espírito Santo, Souza Lúcia Baldochi, Isilda Marcia Baniéri - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN-SP

Monocristais de fluoreto de lítio são importantes em aplicações nas áreas ópticas e nucleares. Para essas aplicações é necessário ter-se um alto grau de pureza e, portanto, o crescimento desses monocristais depende dos insumos iniciais. Atualmente o fluoreto de lítio obtido no país apresenta uma pureza inadequada. Para purificar esses materiais utilizam-se duas técnicas de separação que se valem dos diferentes coeficientes de segregação das impurezas: o método Bridgman que permite uma pré-purificação do material e o método de refino por zona sob atmosfera de HF. Serão apresentados os resultados obtidos até o presente.

DEF/08.30/5a.

### Crescimento e Caracterização de Monocristais de $LiIO_3$ por Espectroscopia Micro-Raman \*

Geraldo M. C. Batista, Marcos A. Pimenta e Luis O. Ladeira

(DF - ICEx - UFGM - C.P. 702 - 30161 - Belo Horizonte - MG)

O  $LiIO_3$  tem sido amplamente estudado por apresentar propriedades de óptica não linear, tais como a geração de segundo harmônico e o fenômeno da luminescência paramétrica.

Estamos crescendo cristais de  $LiIO_3$  pelo método de evaporação lenta de uma solução aquosa saturada, à temperatura constante, visto que a solubilidade do iodato de lítio varia muito lentamente com a temperatura. Sabe-se que à temperatura ambiente o cristal pode apresentar as formas hexagonal ou tetragonal. A forma hexagonal predomina quando a temperatura de crescimento for inferior a 45 °C. Nota-se também uma forte influência do pH da solução na morfologia dos cristais crescidos na forma hexagonal.

Os monocristais crescidos estão sendo caracterizados por difração de raios-X e espectroscopia micro-Raman.

\*Agências financiadoras: CAPES, FAPEMIG, CNPq e FINEP

DEF/08.30/5a.

### Influência da Concentração de $Nb_2O_5$ e $PbO$ em Vidros Fosfatos

N. Araujo<sup>1</sup>, O. L. Alves<sup>2</sup> e L.C. Barbosa<sup>1</sup>

(1) Laboratório de Materiais Vitreos, IFGW - UNICAMP, Campinas 13081, C.P. 6163 - SP, Brasil

(2) Laboratório de Química do Estado Sólido, IQ - UNICAMP, Campinas 13081, C.P. 6154 - SP, Brasil

Vidros com altos índices de refração estão sendo utilizados no campo da óptica integrada. Sabe-se que elementos de transição e elementos de óxidos pesados influenciam fortemente as propriedades ópticas não lineares dos mesmos. Neste trabalho apresentamos alguns dados que mostram a influência da concentração do  $Nb_2O_5$  e do  $PbO$  em algumas propriedades que se relacionam com a estrutura do vidro, que por sua vez devem estar intimamente relacionadas com as propriedades ópticas não lineares.

Os vidros foram caracterizados pelas técnicas de: difratometria de raios-X, espectroscopia UV-Vis, espectroscopia IVTF, dilatometria, índice de refração linear e densidade. Serão apresentados alguns resultados procurando correlacioná-los com as propriedades mais importantes no campo da óptica não linear.

DEF/09.10/9a.

**INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DOS ÓXIDOS DE METAIS PESADOS EM VIDROS PARA DISPOSITIVOS COM MATRIZ DE GERMIANO.**

Victor C. Soizen, Luis C. Barbosa, Roberto Aranha (LNV-Laboratório de Materiais Vitreos, Proj. Fibras Ópticas, IPGW/UNICAMP), Oswaldo L. Alves (LQES - Laboratório de Química do Estado Sólido, IQ UNICAMP).

Dando continuidade ao trabalho apresentado ao XIII Encontro de 1990 (1), foram preparados quatro grupos de vidros do sistema  $Bi_2O_3 - PbO - H_2O - CaO$ , fazendo variar dentro de certa faixa as composições de dois óxidos e mantendo fixos os outros dois com a finalidade de estudar as propriedades sob a influência de estes na formação do vidro. Os óxidos foram fundidos em forno elétrico de resistência super kental, em cadinhos de alumínio (99,99%) na temperatura de 1000 °C por 30 minutos, vazados e posteriormente resfriados na temperatura de 300 °C a 350 °C durante 3 horas; os vidros assim obtidos apresentaram tonalidades amarelas diferentes, são transparentes, livres de bolhas e homogêneos; foram feitas medidas da densidade, do índice de refração dando valores altos, acima de 1,80; foi determinado as temperaturas de Transição Vitrea, de Soft Point e o Coeficiente de Expansão Térmica por Dilatometria; os espectros UV apresentam cut-off próximos de 416 nm., os espectros IR de amostras de lâminas e pó estão sendo analisadas para a determinação das bandas presentes.

(1) VIDROS CONTENDO ÓXIDOS DE METAIS DOS GRUPOS IVA E VA: PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO. Roberto Aranha, Luis C. Barbosa, Francisco Garrido e Oswaldo L. Alves - XIII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, 1990.

DEF/09.30/9a.

**TC****CARACTERIZAÇÃO DE ESTRUTURAS HETEROEPITAXIAIS POR SIMULAÇÃO DE**

**DIFRAÇÃO MÚLTIPLA DE RAIOS-X.** Sérgio L. Meralhão e Alexandre P. Cardoso - IPGW/UNICAMP

Na simulação do perfil de picos num diagrama de difração múltipla de raios-X (diagrama Renninger), é considerado o espalhamento do feixe de raios-X, pelas duas redes cristalinas da camada e do substrato simultaneamente. O diagrama Renninger simulado para a camada epitaxial, apresenta serras, as contribuições oriundas da difração por planos cristalinos da rede do substrato observadas experimentalmente.

Utilizando a comparação entre os diagramas Renninger simulados e os experimentais, assim como os valores de  $d_1$  obtidos do método de Bond, foram determinados com boa resolução: i) o parâmetro de rede  $a_f$  da camada, ii) a largura moesito da camada ( $\eta_a$ ) e do substrato ( $\eta_s$ ), e, (iii) o grau de coerência entre ambas as redes. A técnica foi aplicada no caso do sistema GaAs/Si.

Apoio financeiro: CNPq, FAPESP, TELEBRÁS

DEF/10.30/9a.

**CARACTERIZAÇÃO DE DEFEITOS PRODUZIDOS POR CARBONO EM SILÍCIO CZOCHRALSKI - DOADORES TÉRMICAMENTE GERADOS.** WAGNER WILSON FURTADO - DEPTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, GOIÂNIA E VIVIAN STOJANOFF, INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIV. DE SÃO PAULO.

Neste trabalho é estudado o efeito do carbono na formação de defeitos em silício Czochralski crescido na direção 100 em amostras submetidas a tratamentos térmicos variados. Medidas de espalhamento difuso de Raios-X, espectroscopia de infravermelho, medidas de resistividade, topografia de Raios-X e microscopia eletrônica de transmissão mostraram que os defeitos nas amostras "como crescidas" podem ser relacionados com os microdefeitos tipo B. Tratamento térmico a 450°C mostrou a presença de vacâncias nas amostras com baixa concentração de carbono, enquanto que nas amostras com alta concentração ocorre a inibição da formação dos Doadores Térmicos ("Thermal Donors - TD"). Os resultados confirmam os modelos de Newman (1985) e Mathiot (1987) em que os TD são formados pela incorporação de átomos de silício ao sítio intersticial a dímeros ou trímeros de oxigênio intersticial. Para tratamentos térmicos a 650°C, o carbono promove a formação de Novos Doadores ("New Donors - ND"). Os resultados mostram que estes defeitos são de natureza predominantemente de vacância e concordam com os modelos de geração que envolvem átomos de oxigênio substitucional. Os doadores observados a 550°C puderam ser relacionados aos Novos Doadores Térmicos ("New Thermal Donors - NTD") observados por Kamiura et al. (1989).

**Referências:**

- Newman, R.C. (1985). J. Phys. C: Solid State Phys., 18, L967.
- Mathiot, D. (1987). Appl. Phys. Lett., 51, 9Da.
- Kamiura, Y., Hashimoto, F. e Yoneta, M. (1989). J. Appl. Phys., 65, 600.

DEF/10.50/5a.

MEDIDA DO PERFIL DE CONCENTRAÇÃO NA INTERFACE CRISTAL-NUTRIENTE POR DIFRAÇÃO.  $\alpha$ -HgI<sub>2</sub> COMO CRISTAL MODELO

Bernardes, A.C. (1); Pizano, E. (2); Pontiggia, C. (3); Dell'Aglio, G. (4); Bedarida, F. (4)

- (1) Instituto de Física e Química de São Carlos - USP - Brasil.  
 (2) Instituto di Fisica dell'Ingegneria - Università di Genova - Itália.  
 (3) Dipartimento di Fisica - Università di Genova - Itália.  
 (4) Dipartimento Scienze della Terra - Università di Genova - Itália.

As propriedades intrínsecas de um sólido que resultam de sua estrutura partem e podem ser largamente modificadas pela presença de defeitos cristalográficos e químicos. A formação desses defeitos depende das condições de transporte de massa e calor próximas à interface cristal-nutriente durante a cristalização. Um novo dispositivo de medida de fase (chamado de difrator) foi usado para a medida local do gradiente de concentração de uma solução de iodeto de mercúrio com DMSO e metanol. Os resultados e uma descrição detalhada do instrumento serão apresentados.

DEF/11.10/5a.

## EFEITO DA TEMPERATURA NA LARGURA DAS LINHAS EXCITACIONAIS DE POÇOS QUÂNTICOS DE InGaAs/GaAs

Fernando Iikawa, Paulo Motisuke, IFGW, UNICAMP.

Poços quânticos de InGaAs/GaAs foram analisados por fotorefletância e fotoluminescência em função da temperatura variando desde 2K a 300K. Os poços têm espessuras de 60 e 100Å e foram crescidas por MOCVD a pressão atmosférica a 550°C. A largura da linha de luminescência referente a transição fundamental no poço é de aproximadamente 5meV o que mostra que a estrutura é de excelente qualidade. Os espectros de fotorefletância apresentam estruturas devido as transições permitidas referentes aos estados fundamentais de buraco pesado (HH) e leve (LH) e do primeiro estado excitado do buraco pesado (HW) e E<sub>1</sub>. A largura da linha de fotorefletância a baixa temperatura é similar da mesma ordem de grandeza daquela obtida por fotoluminescência. Os resultados das medidas de largura das linhas em função da temperatura são interpretadas baseadas em modelos de espalhamento devido aos fônons ópticos e acústicos. A contribuição devido a outros espalhamentos também é discutida no trabalho.

DEF/11.30/5a.

## NÍVEIS ELETRÔNICOS ASSOCIADOS A DISCORDÂNCIAS EM CdTe (vo Alexandre Hümmelgen, Departamento de Física, UFPR)

Discordâncias introduzidas através de indentação em face (100) são estudadas utilizando-se DLTS (Deep Level Transient Spectroscopy). Adotando-se geometria de contato Schottky e orientação cristalina adequada, pode-se estudar separadamente discordâncias alfa e beta. Defeitos, cuja concentração apresenta correlação com a densidade de discordâncias aparecem em n-CdTe a E<sub>c</sub> = 0,73 eV e em p-CdTe a E<sub>v</sub> = 0,35 eV e E<sub>v</sub> = 0,45 eV. Em todos os casos, a concentração de defeitos relacionados a discordâncias é maior em discordâncias do tipo beta. A origem desses defeitos não é atribuída diretamente ao campo da discordância, mas à nuvem de Cottrell ou à destruição ou formação de complexos dispersos na rede cristalina. O defeito localizado em E<sub>v</sub> = 0,35 eV apresenta comportamento anormal. Aumentando-se o tempo de pulso, diminui a concentração do defeito, indicando mudança de configuração desse mesmo defeito. O defeito E<sub>v</sub> = 0,45 eV provavelmente é um complexo envolvendo Fe, Ag ou Cu, enquanto que E<sub>c</sub> = 0,73 eV provém da nuvem de defeitos pontuais (provavelmente intrínsecos) que conhecidamente circunda discordâncias. O p-CdTe utilizado nas investigações é preparado a partir de n-CdTe crescido por método Bridgman modificado, efetuando-se tratamento térmico em ampola de quartzo fechada, contendo excesso de Telúrio. Tanto o material tipo n quanto o material tipo p possuem densidade de portadores a temperatura ambiente da ordem de 10<sup>16</sup> cm<sup>-3</sup>.



DEF/11/50/5a.	<b>TC</b> CANADAS FINAS E FILMES FINOS DE HALOGENETOS ALCALINOS COLORIDOS POR FEIXES ELETRÔNICOS DE BAIXA ENERGIA: PROPRIEDADES ÓPTICAS E APLICAÇÕES
M. Cremona, R.M. Montereali, G. Baldacchini, ENEA, CRE Frascati - Itália; E. Somma Dept. de Física, Universidade de Roma I - Itália; L.C. Scavarda do Carmo, R.A. Nunes, Depto. de Física, PUC-Rio.	
<p>Nos últimos anos foi observado um grande desenvolvimento dos componentes microeletrônicos e de ótica integrada relacionadas com o campo de lasers do estado sólido, o que permitiu inclusive a construção de lasers compactos de semicondutores. O estudo de filmes sutis e camadas finas de cristais de halogenetos alcalinos coloridos mediante o uso de elétrons de baixa energia (3-30keV) se coloca no longo desta linha de pesquisas no que se refere a uma possível utilização em dispositivos optoeletrônicos ativos (lasers) e passivos (fotomáscaras). A possibilidade de focalização e controle do feixe de elétrons permite que a coloração tenha algumas propriedades semelhantes a de uma dopagem localizada.</p>	
<p>O interesse por estes materiais dielétricos é motivado tanto pela precedente experiência sobre as propriedades físico-ópticas amadurecidas sobre cristais isolantes contendo impurezas e centros de cor, quanto pela necessidade de uma caracterização sistemática dos processos de formação, de crescimento e de irradiação dos filmes, estes com o escopo de otimizar os parâmetros envolvidos na geração dos centros que podem participar dos eventuais dispositivos óticos. Apresenta-se discussões e resultados, alguns preliminares, das propriedades óticas de camadas finas e filmes de alguns halogenetos alcalinos coloridos, alguns produzidos em Roma (ENEA) e alguns no Rio de Janeiro (PUC). Alguns destes resultados, sobretudo aqueles concernentes as propriedades de luminescência e de superfluorescência (ganho) em LIF, fazem esperar a sua utilização em novos dispositivos, mas, ao mesmo tempo, evidenciam a necessidade de posteriores trabalhos de pesquisa.</p>	

DEF/08/10/6a.	<b>EFICIÊNCIA QUÂNTICA DE LUMINESCÊNCIA DO LiF:F<sup>+</sup></b> - Marcos Duarte, Martha Marques Ferreira Vieira e Izilda Márcia Romeri - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN/SP.
<p>O centro de cor F<sub>2</sub><sup>+</sup> na matriz LiF pode ser utilizado como meio laser ativo e também na obtenção de "Q-switching" e "mode-locking". Neste trabalho determinou-se a eficiência quântica de luminescência (EQL) do LiF:F<sup>+</sup>. A EQL, definida como a razão entre o número de fótons emitidos e o número de fótons absorvidos, tem importância tecnológica, na determinação da eficiência ótica de bombeio em lasers e no entendimento dos processos de desexcitação no LiF:F<sup>+</sup>. O modelo utilizado na determinação da EQL emprega o efeito fotoacústico e baseia-se essencialmente na comparação dos espectros de absorção, excitação e fotoacústico. Determinou-se ainda a EQL do centro F<sub>2</sub><sup>+</sup> no LiF a partir do valor obtido para o centro F<sub>2</sub><sup>+</sup>, sendo também observado e estimado o processo de transferência da energia dos centros F<sub>2</sub><sup>+</sup> para os centros F<sub>2</sub><sup>+</sup>.</p>	

DEF/08/30/6a.	<b>EFICIÊNCIA QUÂNTICA DE LUMINESCÊNCIA DO YLF:Ho<sup>3+</sup></b> - Marcos Duarte, Martha Marques Ferreira Vieira, Lília Coronato Coutinho, Marcio Cosma e Izilda Márcia Romeri - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN/SP.
<p>O laser de YLF:Ho<sup>3+</sup> é usado principalmente na área médica, entre outras aplicações, por possuir emissão em 2,1µm, região de absorção da água. Neste trabalho é feita a determinação da eficiência quântica de luminescência (EQL) do íon Ho<sup>3+</sup> na matriz YLF. As análises efetuadas apresentam concentrações variando de 0,8 a 100%. O método empregado na determinação de EQL utiliza o efeito fotoacústico e as razões de ramificação do material em estudo. Para aplicação desse método é obtido o sinal fotoacústico de forma absoluta, o que permite uma comparação com os sinais de desexcitação radiativa, também medidos de forma absoluta, tornando possível a investigação dos processos de transferência de energia entre os estados eletrônicos.</p>	

DEF/08/50/6a.

CARACTERIZAÇÃO ÓTICA DE DEFREITOS ENVOLVENDO ÍONS DE CHUMBO Em BaLiF, - Lúcia Prado, Sonia Lúcia Baldochi e Wilson Dias Vieira Junior - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CIEN/EP.

Centros de cor associados a íons de  $Pb^{2+}$  em matrizes de BaLiF, apresentaram ação laser sincronizável entre 855 e 965 nm. Esses centros podem ser descritos pela mesma aproximação teórica aplicada aos centros laser ativos de  $Tl^{2+}$  em KCl.

Por irradiação com elétrons de alta energia acreditamos ter formado centros análogos, aos acima mencionados, em cristais de BaLiF, dopados com chumbo. São apresentados os resultados preliminares de caracterização ótica desse novo centro tais como absorção ótica, emissão e espectro de excitação no intervalo de temperaturas compreendido entre 15 K e 300 K.

DEF/09/10/6a.

ESPECTROSCOPIA DE CRISTAIS DE BaLiF, DOPADOS COM  $Ni^{2+}$  - Evelyn Martins\* e Wilson Dias Vieira Junior - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CIEN/EP.

Fluoroperovskitas cúbicas dopadas com íons de  $Ni^{2+}$  tem se mostrado boas matrizes para lasers de estado sólido sincronizáveis. Nosso trabalho consiste no estudo de propriedades espectroscópicas de sistemas compostos de cristais de BaLiF, que é uma perovskita cúbica invertida em relação as convencionais, dopados com íons de Ni divalentes, que possuem elétrons na camada 3d que interagem fortemente com a rede cristalina. Esses cristais são de particular interesse, uma vez que absorvem na região de 1,64  $\mu$ m, podendo ser bombeados por um laser de Nd:YAG. A emissão consiste de uma banda larga na região de 1,5  $\mu$ m. Resultados espectroscópicos preliminares serão mostrados e comparados com o  $Ni^{2+}$  em outras matrizes.

\* Desenvolvido com apoio de FAPESP.

\*\* Bolsista CAPES

DEF/05/30/6a.

TC

### SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS ESTÁTICAS EM SOLUÇÕES SÓLIDAS DE $CaF_2$ COM $YbF_3$ , $LaF_3$ E $AlF_3$

Mário Ernesto Giljo da Vieira (Depto de Física-UFS), Ana Regina Blek (UFUSP) e Bob A. Jackson (Chemical Laboratory-Univ. of Keele, UK)

Neste trabalho a técnica de Simulação Computacional Estática vem sendo utilizada para investigar os defeitos formados em soluções sólidas de  $CaF_2$  com fluoretos de Itérbio, Lantânio e/ou alumínio através do cálculo das energias de formação e ligação dos defeitos. Vários tipos de defeitos estão sendo investigados desde a formação de dipolos simples até os grandes agregados de dipolos como o "cubo-octaédrico" envolvendo os três íons de impurezas isoladas ou combinadas em sistemas com dois ou três dopantes. O íon único da impureza é a característica mais importante no comportamento dos valores obtidos para as energias de formação e ligação comprovando várias evidências experimentais. O  $Yb^{2+}$ , íon menor que o  $Ca^{2+}$ , apresenta uma tendência de formar grandes agregados enquanto que o  $La^{3+}$ , com raio iônico superior ao  $Ca^{2+}$ , dá origem a dímeros (agregados com dois dipolos). Para o caso do  $Al^{3+}$ , íon nunca antes estudado nesta matriz cristalina, foi utilizado um método semi-empírico para a obtenção dos parâmetros dos potenciais de interação de curto alcance. Os resultados indicam que este íon, quase duas vezes menor em tamanho do que o  $Ca^{2+}$ , parece não dar origem a dipolos já que a energia de formação por íon de impureza é muitas vezes menor para o caso do agregado cubo-octaédrico do que para os dipolos. (Programa BID-USP)

DFP/10.30/66.

## Comportamento Macroscópico das Transições de Fase Difusas \*

Roberto Luiz Moreira e Ricardo de Paula e Silva Maestri Lebo

(DF - ICEx - UFGM - C.P. 702 - 30161 - Belo Horizonte - MG)

E-mail: MASETTI@BRUFMG.BITNET

Transições de fase difusas ocorrem frequentemente em soluções sólidas com estruturas perovskitas e "tungsten-bronze". Em transições ferroelétricas difusas, as anomalias dielétricas são suavizadas devido à coexistência de fases numa extensa faixa de temperatura. Nestas transições, a constante dielétrica deixa de ser explicada por um tratamento fenomenológico simples, o qual prevê um comportamento linear do recíproco da susceptibilidade dielétrica  $\chi^{-1}$ . Smolensky & Isupov propuseram um modelo que prevê um comportamento quadrático para  $\chi^{-1}$ , além do máximo da curva de constante dielétrica. Posteriormente, foi proposta uma lei empírica mais geral, na qual  $\chi^{-1}$  dependeria da temperatura através de uma lei de potência, com expoente entre 1 e 2.

Neste trabalho, nós realizamos uma generalização da teoria de Landau-Devonshire, verificando que este expoente possui uma dependência térmica, sendo igual a 2, próximo à transição, decrescendo gradualmente a 1, à medida em que se afasta do pico. Assim, neste tipo de transição, as leis de Smolensky-Isupov (expoente 2) e Curio-Weiss (expoente 1) podem ser encaradas como dois casos limites, enquanto o expoente fornecido pela lei empírica representa seu valor médio.

\*Agências financiadoras: FAPEMIG, CNPq e FINEP

DFP/10.50/66.

## EFEITOS DA PRESSÃO NO ESPALHAMENTO RAMAN DO LÍCSO.

E.S. Silveira e V. Lemos, Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP,  
E.E.A. Melo e J. Mendes Filho, Departamento de Física, UFPA.

Espectros Raman do Sulfato de Lítio e Césio, (LCS), foram obtidos para vários valores de pressão no intervalo entre 0 e 10 GPa. Em condições ambientes de temperatura e pressão, este material pertence ao grupo espacial ortorrômbico  $D_{2h}^{16}$ ,  $P_{nma}$ . Amostras orientadas com face (100) permitiram a observação de modos de simetria  $A_g$  e  $B_{1g}$  do grupo  $D_{2h}^{16}$ ,  $P_{nma}$ . O comportamento de quatro modos internos e dois externos apresentaram anomalias no espectro Raman para o valor de pressão  $P = 3,8$  GPa. A dependência das frequências com a pressão para todos os modos observados são lineares, com inclinação positiva e contínuas até 3,7 GPa. Neste valor de pressão ocorre uma descontinuidade para cada curva  $\omega$  vs.  $P$ . Dois picos atribuídos à modos  $B_{1g}$ -R dão lugar a um único pico em  $\omega = 440,4$   $\text{cm}^{-1}$  e  $P_c = 3,8$  GPa. Do mesmo modo, os picos correspondentes aos modos  $\nu_4$  desaparecem e um novo pico surge em  $\omega = 635,1$   $\text{cm}^{-1}$ , e  $P_c = 3,8$  GPa. Tais efeitos estão de acordo com várias características de transições de fase induzidas por reorientação de poliedros: a) ocorrem em materiais nos quais os poliedros são ligados preferencialmente pelos vértices; b) a transição é rápida e reversível. O arranjo estrutural do LCS é derivado do  $\text{SiO}_2$ , caracterizado por anéis com seis poliedros. Em particular as unidades são arrançadas com ápices alternados no  $\text{SiO}_2$ , enquanto que o arranjo no LCS alterna três ápices num sentido e três ápices opostos, na direção do eixo pseudo-hexagonal. A lâmina seguinte é obtida por aplicação de uma operação de simetria  $\pi$  (diamond glide). Isto significa que há maior grau de liberdade para rotação em torno do eixo pseudo-hexagonal que em outras direções. Neste caso, é possível que este tipo de rotação seja responsável pelas anomalias observadas no espalhamento Raman do LCS submetido a altas pressões.

Apoio financeiro: FAPESP, CNPq e FAEP

DFP/11.00/66.

Energia de Ativação e Transições de Fase em  $\text{LiK}_{0,5}\text{Na}_{0,1}\text{SO}_4$  \*

Marcos A. Pimenta, Fernando O. Vés, Nivaldo L. Speciali e M. Sylvia Dantas

Depto. Física - UFGM, C.P. 702 - 30161 Belo Horizonte - MG

Fax - (5531)4681373 Electronic Mail - OPTIKA@BRUFMG.BITNET

Os compostos da família  $\text{LiASO}_4$  ( $A = \text{Li, Na, K, Ag, etc.}$ ) apresentam transições de fase em altas temperaturas acompanhadas por um aumento importante de condutividade elétrica. Tem sido proposto que a mobilidade dos cátions acima da transição é estimulada por movimentos de rotação dos anéis sulfato através de um mecanismo de "engrenagem".

Medidas de condutividade elétrica foram realizadas em monocristais de  $\text{LiK}_{0,5}\text{Na}_{0,1}\text{SO}_4$  entre 400 °C e 650 °C. Uma transição de fase foi observada a 472 °C acompanhada por um salto da condutividade de um fator 50. A evolução com a temperatura da condutividade apresenta anomalias nas temperaturas de transição dos compostos parent  $\text{LiKSO}_4$  e  $\text{LiNaSO}_4$ . Apresentaremos um modelo matemático que explica a evolução com a temperatura da energia de ativação dos íons móveis, que está de acordo com o modelo da "engrenagem".

\*Agências financiadoras: FAPEMIG, CNPq e FINEP

DEF/11/30/69.

MEDIDAS DE CONSTANTE DIELÉTRICA E COEFICIENTE PIROELÉTRICO E TRANSIÇÕES DE FASE EM  $\text{LiKSO}_4$ . Rosina C. de Souza (UFPA), Josué M. Filho, F. E. A. Melo, A. S. B. Sombra e J. E. Moreira (UFCE).

Os cristais de  $\text{LiKSO}_4$  apresentam várias transições de fase abaixo da temperatura ambiente, sempre apresentando histerese térmica nas temperaturas de transição. Análises das medidas de Coeficiente Piroelétrico e Constante Dielétrica mostram claramente a existência de três transições de fase, no intervalo de temperatura de 15 a 300 K. Indican ainda, a estrutura do cristal na Fase III ( $T < 180\text{K}$ ) seria ortorrômbica, enquanto que na Fase IV ( $T < 20\text{K}$ ), monoclinica.

Esses resultados estão de acordo com medidas anteriores feitas por Espalhamento Raman.\*

\*Feitas pelo Profº Antonio J. S. Oliveira (UFPA).

DEF/11/30/69.

## Medidas de óptica cristalina em cristais da família do $\text{LiKSO}_4$ \*

Ariete Righi e Ulisses Azevedo Leitão

(DF - ICEX - UFMG - C.P. 702 - 30161 - Belo Horizonte - MG)

E-mail: OPTIKA@BRUFMG.BITNET

Recentemente, Perpétuo et al.<sup>1</sup> demonstraram a possibilidade de se controlar os domínios ferro-elásticos através da aplicação de tensão uniaxial no  $\text{LiKSO}_4$ . Este fato pode explicar as divergências experimentais<sup>2</sup> em medidas ópticas observadas em cristais desta família.

Neste trabalho apresentamos medidas preliminares de birrefringência e atividade óptica nos cristais de  $\text{LiKSO}_4$ ,  $\text{LiK}_{0,9}\text{Rb}_{0,1}\text{SO}_4$  e  $\text{LiRbSO}_4$ . Procurou-se controlar o aparecimento de domínios ferro-elásticos nas transições de fase em temperaturas baixas pela aplicação controlada de tensão na direção [0,1,0]. Será apresentada também uma descrição detalhada da aparelhagem de birrefringência e atividade óptica recém construída.

\*Agências Financiadoras: FAPEMIG, CNPq e FINEP

<sup>1</sup>Perpétuo et al., Phys. Rev. D, Março de 1992, no prelo.

<sup>2</sup>Kluznana et al., Solid State Commun. 60(1986)169.

DEF/12/10/69.

MEDIDAS DE CONSTANTE DIELÉTRICA E EFEITOS NÃO LINEARES, NO KDP SUBMETIDO A PRESSÃO UNIAxIAL TRANSVERSAL.

S.G.C. Moreira, J. Mendes Filho, J.E.C. Moreira, F.A. Germano, F.E.A. Melo. Deptº de Física - UFC.

Estudamos o comportamento da constante dielétrica do KDP com temperatura em processo isobárico, para várias pressões diferentes e também em processo isotérmico, com a pressão aplicada transversalmente a medida da Constante Dielétrica.

Este estudo foi feito tanto acima como abaixo de  $T_c = 122\text{K}$  com o objetivo de entendermos melhor o comportamento deste cristal nas transições já conhecidas com a temperatura ou induzida pela pressão uniaxial.

Observamos também efeitos não lineares no KDP, quando variamos a temperatura e a pressão uniaxial, com o sinal de resposta a um campo elétrico aplicado. Observamos que o KDP comporta-se como integrador ou diferenciador dependendo da faixa de frequência do campo aplicado, da temperatura e da pressão.

## **PAINÉIS**

**DEF - Defeitos, Crescimento, Caracterização e  
Teoria de Cristais**

DEF 21/14.00/5e.

**"CRESCIMENTO DE CRISTAIS DE  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ ,  
PELO MÉTODO DE BRIDGMAN INVERSO"**

**Chen Y. An, Antonio H. Franco.**

Laboratório Associado de Sensores e Materiais - LAS  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
C.P. 815 - 12201 - São José dos Campos - SP, Brasil  
**Sebastião Elcúterio Filho\*, Mairilda Romi Siomka\***

\*Fundação Centro Tecnológica para Informática - CTI  
Instituto de Microeletrônica  
C.P. 6162 - 13081 - Campinas - SP - Brasil

A rejeição do soluto de menor densidade para a fase líquida, durante o crescimento de cristais de  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ , pelo método usual de Bridgman vertical, tem como consequência a existência de fluxos convectivos que resultam em um crescimento onde a distribuição do soluto final obedece a equação de Scheil.

Apresenta-se um processo alternativo de crescimento Bridgman, onde permite a formação de uma configuração estável do perfil de soluto no líquido, possibilitando a obtenção de cristais com maior grau de homogeneidade como resultado do mecanismo de transporte difusivo no estado estacionário.

DEF 32/14.00/5e.

**CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA PARA PREPARAÇÃO DE CRISTAIS DE FIBRAS  
MONOCRISTALINAS UTILIZANDO A TÉCNICA DE CRESCIMENTO COM FUSÃO A  
LASER**

**Claúdio J. Lima e Marcello E. B. Andrade** - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP.

Foi construído um sistema para preparação de materiais utilizando a técnica de crescimento com fusão a laser. Utilizando um laser de  $CO_2$  (10-30 W) altamente focalizado, consegue-se temperaturas de até 2050°C. Por não utilizar cadinho, esta técnica elimina o problema de incompatibilidade entre cadinho e material de partida, além de permitir um excelente controle da pureza do cristal final. Esta técnica permite, da maneira rápida e barata, a obtenção de amostras para pesquisa e desenvolvimento de novos materiais para aplicações em dispositivos de estado sólido. Em particular, permite a obtenção de fibras monocristalinas de alguns materiais ( $Al_2O_3$ ,  $Al_2O_3 + Cr^{3+}$ , TAG:  $Fe^{3+}$ ,  $LiNbO_3$ , etc.) que atualmente estão sendo utilizados como guias de luz, termômetros, amplificadores para lasers, geradores de segundo harmônicos, osciladores paramétricos, etc.

Palavras-chave: crescimento, fusão a laser, fibras monocristalinas.

DEF 33/14.00/5e.

**REPRODUTIBILIDADE NOS PROCESSOS DE PREPARAÇÃO DE  $CaTiO_3$  POR ITS**

**Hernandes, A. C. e Ferraz, L. F. M.** - Departamento de Física e Ciência dos Materiais/Instituto de Física e Química de São Carlos - USP - São Carlos - SP.

Ferrovskitas são compostos importantes devido a sua grande potencialidade em aplicações tecnológicas e também de pesquisa. Embora muitos dos materiais tecnologicamente importantes já tenham sido largamente estudados, relativamente pouca atenção tem sido dada ao mineral ferrovskita  $CaTiO_3$ . Recentemente, Hatta (1) reportou a obtenção dessas cristais e, também, a dificuldade em conseguir boa reprodutibilidade dos resultados de preparação. Através de alterações no programa de temperatura e na composição molar dos solventes usados conseguiu obter monocristais de boa qualidade óptica e com boa reprodutibilidade. Os resultados obtidos serão apresentados juntamente com uma análise semi-quantitativa da relação  $Ca/Ti$ .

1 - HATTA, et al - J. Crystal Growth, 94 (1989) 125-130.

DEF 34/14.00/5a.

PRODUÇÃO DE MEMBRANAS DE MONOCRISTAIS DE  $\text{LiFbO}_3$ 

Peter W. OLIVEIRA; E. Cássio DOMINICUCCI; A.C. HERNANDES - Depto. de Física e Ciência dos Materiais/ IPQSC - USP - São Carlos - SP.

Com a experiência adquirida na produção de lâminas de  $\text{LiFbO}_3$  para dispositivos SAW desenvolvemos um processo de produção de membranas polidas desse material de até 40 micras de espessura. A importância dessas membranas está ligada ao estudo das propriedades de líquidos e gases (viscosidade, densidade, absorção de gases, etc.). Níobato de lítio foi escolhido devido ao seu alto fator de acoplamento eletromecânico, que possibilita uma eficiente produção de ondas acústicas superficiais por transdutores interdigitais. O processo de preparação das membranas envolve quatro etapas: tratamento térmico de monocristal "as grown"; orientação cristalográfica; lapidação dos substratos (com SiC de diferentes granulidades); e polimento final com pó de quartzo de 0.05 micras. A qualidade das membranas obtidas e uma completa descrição do processo de produção serão apresentadas.

DEF 35/14.00/5a.

CRESCIMENTO DE MONOCRISTAIS DE  $\text{LiFbO}_3$  DOPADOS COM  $\text{MgO}$  e  $\text{LiOH}$ 

OLIVEIRA, P.W.; HERNANDES, A.C.; ANDRETTA, J.P. - Depto. de Física e Ciência dos Materiais/ IPQSC - USP - São Carlos - SP.

A preparação de monocristais de  $\text{LiFbO}_3$  dopados com  $\text{MgO}$  e  $\text{LiOH}$  tem como objetivo eliminar o efeito foto-refrativo (optical damage) nos componentes óticos. Uma tentativa inédita nessa direção foi a introdução de  $\text{OH}^-$  na rede cristalina durante o processo de preparação dos monocristais. Nessa solução sólida, onde os íons do  $\text{Mg}^{2+}$  ocupam as vacâncias do lítio o efeito foto-refrativo já é parcialmente eliminado nos componentes óticos, como já demonstrado por outros pesquisadores. Diversos monocristais de  $\text{LiFbO}_3$  foram criados, todos com a mesma orientação na direção Z, em diferentes composições de dopantes (0.1% a 10% em fração molar). Para a verificação da presença e da quantidade dos íons de hidróxido na rede do níobato de lítio utilizamos os aspectos de absorção ótica característica. Os resultados obtidos até o momento mostram que existe uma grande variação radial na concentração do dopante.

DEF 36/14.00/5a.

## TÉCNICA DE REMOÇÃO DO GRUPO OH NA PREPARAÇÃO DE

VIDRO FOSFATO DOPADO COM  $\text{Nd}^{3+}$  - Mao Sen (Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Shanghai, P.R. China), Walter Malgon Pontuschka e Said Rahnamaye Nabbeni (Instituto de Física, USP), Colin Graham Rouse (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo).

Entre outros cuidados necessários para a preparação de vidros para a aplicação de lasers de alta potência, a eliminação da incorporação de água sob a forma de grupos hidroxílicos terminais é essencial. Apresentamos neste trabalho a descrição do procedimento adotado no ato da fundição da mistura, através da qual se faz passar um fluxo de gás ( $\text{SiCl}_4$ , Ar,  $\text{O}_2$  ou  $\text{CO}_2$ ) e outros cuidados preliminares. A discussão dos resultados baseia-se em medidas de absorção ótica e transmitância no infravermelho. (Trabalho subvencionado pelos órgãos: CNPq, FAPESP, CCINT-USP e FINEP).

DEF 27/14.00/5a.

MEDIDAS DE FLUORESCÊNCIA COM RESOLUÇÃO TEMPORAL DE VIDROS FOSFATOS DOPADOS COM  $Nd^{3+}$  - W.A. Pontuchka (Instituto de Física, USP), Mao San (Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Shanghai, P.R. China), M.L.N. Grillo (Universidade do Estado do Rio de Janeiro).

Neste trabalho apresentamos um estudo do decaimento da emissão fluorescente em vidros fosfatos contendo diferentes concentrações de  $Nd^{3+}$ . As medidas foram efetuadas utilizando o método de detecção do único fóton, após excitação com lâmpada flash contendo nitrogênio, hidrogênio ou deutério à pressão reduzida. A análise da curva de decaimento é feita pelo método da reconvolução do modelo teórico até a otimização dos resultados por mínimos quadrados. (Trabalho subvencionado pelos órgãos: CNPq, FAPESP, CCINT-USP e FINEP).

DEF 30/14.00/5a.

FORMAÇÃO DE ESTRUTURAS POR EROSIÃO IÔNICA EM SUPERFÍCIES DE NÍQUEL

Tadashi Shinohara, Luis O. Scragli, Mário A.S. de Moraes e O. Tsuchida.  
Instituto de Física "Gleb Wataghin" - UNICAMP.

Superfícies de níquel policristalino foram texturizadas em plasmas de argônio contendo pequenas proporções de acetileno ou de hexametildialoxano. Empregou-se um sistema de "sputtering" catódico DC, com eletrodos na configuração diodo, sendo as amostras (placas de níquel com área de  $161,5 \text{ cm}^2$ ) colocadas sobre o cátodo. Tensões de cátodo entre 1 e 4kV, foram usadas. A análise das amostras por microscopia eletrônica de varredura revelou uma estrutura colunar na que, grupos de colunas formam ilhas aproximadamente circulares que se distribuem desordenadamente na superfície do níquel. O diâmetro médio das ilhas, a sua distribuição e microestrutura dependem do tempo de exposição ao plasma, das pressões de argônio e das gases orgânicos, e da tensão de cátodo empregada. É proposto um modelo para explicar a formação das estruturas admitindo-se que a ação do plasma sobre o gás orgânico resulta na formação de ilhas com alto teor de carbono na superfície do níquel. Como o rendimento de sputtering para carbono é, para uma mesma energia, bem menor que o de níquel, as ilhas atuam como obstáculos para o processo de erosão pelas íons de argônio. Este método tem numerosas aplicações na preparação de superfícies de alta porosidade para reações eletroquímicas e para coletores para energia solar.

DEF 33/14.00/5a.

ESTUDO DE LOCALIZAÇÃO DIFUSIVA DEVOU À AÇÃO DE INPRESSÕES E CAMPOS ELÉTRICOS EXTERNOS

Copier Alexandru Alina da Silva e Hugo Nicolau Passeres

Departamento de Física (D3) e Centro Internacional de Física da Matéria Condensada (CIMFC)

Neste trabalho, estudamos a localização difusiva de uma partícula em um cristal, devido à presença de impressões e de campos elétricos externos, segundo o esquema de Anderson. Para isto, resolvemos o problema da difusão de portadores na representação de Wannier para átomos ou íons. Observamos as oscilações de Bloch nas amplitudes de Wannier para um cristal sob a influência de um campo elétrico uniforme. Estudamos também, usando o método das funções de Green, o espectro de energia de um cristal com duas impressões (em função de distância das impressões) e o espectro devido à presença de uma impressão e um campo elétrico uniforme.



DEF 40/14:00/86.

**SOBRE A SOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES DO MÉTODO NMO-SIMETRIZADO DO CAMPO AUTOCONSISTENTE PARA UMA CADEIA SEMI-INFINITA COM FORTE ANARMONICIDADE.**

Antonio C. de Faria, José Nicodemos T. Rebelo, Viatcheslav I. Zubov. Departamento de Física - UFG.

O modelo mais simples de cristal com superfície livre é investigado usando-se o Método NMO-Simetrizado do Campo Autoconsistente[1]. As equações básicas deste método são resolvidas numericamente no computador para um tipo concreto de potencial interatômico, Lennard - Jones. Estuda-se as propriedades estruturais (relaxação da cadeia), dinâmicas (amplitudes efetivas de vibrações dos átomos da cadeia) e termodinâmicas (energia e energia livre "superficial") deste modelo com a consideração dos termos da expansão do potencial interatômico até sexta ordem sem excessão sem utilizar a teoria de perturbações. O papel decisivo da anarmonicidade nestas propriedades é ressaltado. Os resultados que se obtém são confrontados com os resultados analíticos deste mesmo método na aproximação de fraca anarmonicidade.

- [1]. V. I. Zubov, Phys. Stat. Solidi (b), 111, 417-423, 1982  
 [2]. V. I. Zubov, J. N. Teixeira Rebelo. Phys. Stat. Solidi (b), 138, 433-445, 1986.

DEF 14/14:00/86.

### ESTUDO DO FLUORETO DE CÁLCIO ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.

**RAULO S. SOUZA e ANA R. BLAK**

**INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.**

Usando-se o programa HADESI (Harwell Automatic Defect Examination System), que permite o cálculo da energia de formação de defeitos em cristais com simetria cúbica, é possível o estudo de alguns defeitos gerados no fluoreto de cálcio quando o mesmo encontra-se dopado com impurezas. Neste trabalho simulamos evoluções sólidas de fluoretos de cálcio com fluoretos de Terras Raras, bário e estrôncio. No caso do fluoreto de cálcio com fluoretos de terras raras calculou-se a energia de formação de dipolos de primeiro e de segundo vizinho, onde nota-se uma probabilidade maior de formação de dipolos de primeiro vizinho. Na simulação do fluoreto de cálcio com fluoretos de bário e estrôncio verifica-se a possibilidade da substituição do cátion da rede pela impureza catiônica e a adição de impurezas em posições intersticiais. Os valores de energia de formação dos defeitos estão relacionados com a probabilidade de ocorrência dos mesmos. ( CNPq )

DEF 15/14:00/86.

**TERMOLUMINESCENCIA E LIOLUMINESCENCIA EM DOSIMETRIA.**  
 Rocha, S.L. (Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina do Ribeirão Preto-USP) e Marcelino, F.A.S. (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP - Campus Universitário - 14049 Ribeirão Preto, SP - E-Mail: FASH.BIOMAG.FFCLRP.USP.BR).

Em medicina a radiação ionizante é largamente utilizada em tratamento de enfermidades, um planejamento simples requer doses da ordem de Gy. As técnicas de rotina usam fótons com energia que variam de keV a MeV. Na confecção de dosímetros para uso clínico deve ser considerado fatores como: densidade e número atômico efetivo. Utilizando técnicas termoluminescentes (TL) e lioluminescentes (LL), comparamos características como: intervalo de dose útil, resposta com a energia da radiação incidente e decaimento com o tempo.

DEF 16/14.00/6a.

### APLICAÇÕES DE DOSIMETRIA LIOLUMINESCENTE USANDO ALANINA E SACARÍDEO

FRANCISCO A. S. MARCELINO e OSWALDO BAFFA  
FFCLRP-USP - Av. Bandeirantes, 3900 - 14049 - Ribeirão Preto - SP  
E-MAIL : BAFFA@BIOMAG.FFCLRP.USP.BR  
FASMO@BIOMAG.FFCLRP.USP.BR

A dosimetria lioluminescente (LL) é baseada no fenômeno de emissão de luz na dissolução de sólidos pré irradiados. Este efeito, observado em 1895 (Windemann e Schmidt), tem sido aplicado em laboratórios de dosimetria de radiação (Atari e Ettinger 1973). Devido a similaridade do número atômico efetivo do tecido equivalente com o açúcar e a alanina, estes últimos tem sido particularmente interessantes para o estudo da dosimetria lioluminescente e proteção radiológica. Adaptamos um leitor para termoluminescência para propósitos de LL e utilizando amostras de açúcar e alanina irradiadas com raios gama Co-60 e solução de luminol dissolvido em  $N_2CO_2$ , investigamos a relação entre a intensidade luminosa e dose na faixa de 2 a 200 Gy, dependência do sinal com o pH e concentração de luminol. Obteve-se uma correlação linear entre a dose e a intensidade luminosa. A intensidade luminosa exibe uma forte correlação com a concentração de radicais livres determinada por ressonância paramagnética eletrônica.

Apoio financeiro - CNPq

DEF 17/14.00/6a.

### "PROPRIEDADES ELETRO-ÓPTICAS DE PASTILHAS DOSIMÉTRICAS DE FLUORITA BRASILEIRA"

P. Trzesniak (Escola Federal de Engenharia de Itajubá)  
M.E.G. Valério (Universidade Federal de Sergipe)  
E. Okuno (Instituto de Física da USP)

Com o objetivo principal de ilustrar o potencial investigatório do sistema experimental multi-propósito no domínio eletro-óptico que apresentamos anteriormente<sup>1</sup>, mas buscando também um melhor conhecimento dos mecanismos responsáveis pela luminescência e pela condutividade elétrica das pastilhas dosimétricas de fluorita produzidas em nosso laboratório<sup>2</sup>, estaremos apresentando resultados experimentais referentes a: (i) fotocondutividade em várias temperaturas; (ii) termoluminescência monocromática; (iii) fotocondutividade sob condições de temperatura crescente; (iv) termoluminescência e condutividade simultaneamente, e (v) termoluminescência e fotocondutividade simultaneamente.

<sup>1</sup>P. TRZESNIAK, E. OKUNO: Sistema Experimental Multi-Propósito no Domínio Eletro-Óptico. XIV Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Coxambu-MG (1991).

<sup>2</sup>P. TRZESNIAK, E. M. YOSHIMURA, M. T. CRUZ, E. OKUNO: Brazilian Fluorite-Based Dosimetric Pellets: History and Post-use Review. Rad Prot Dos 34, 187 (1990).

DEF 16/14.00/6a.

### ABSORÇÃO ÓPTICA (AO) E CORRENTES DE DESPOLOARIZAÇÃO TÉRMICAMENTE ESTIMULADAS (CDTE) EM BERILO NATURAL. Carlos Antonio Pereira Viana e Ana Regina Bitt - Instituto de Física, Universidade de São Paulo.

A proposta do presente trabalho é a de uma possível correlação entre medidas de AO e de CDTE em cristais naturais de berilo ( $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ ) nas cores rosa (morganita), azul e verde (água-menina).

Quando as amostras são submetidas a tratamentos térmicos, ocorre uma redução do  $Fe^{3+}$  em  $Fe^{2+}$ . Medidas de AO evidenciam o crescimento da banda localizada em 12350cm<sup>-1</sup> atribuída ao  $Fe^{2+}$ , ocupando posição intersticial dentro dos canais, o que confirma a conversão térmica do ferro, observada em CDTE através do crescimento das bandas localizadas em 170K e 220K. No berilo azul o ferro substitui o alumínio da rede e não sofre o efeito dos tratamentos térmicos. Este efeito é observado tanto em CDTE quanto em AO. Apoio CNPq.

DEF 19/14/00/8a.

MEDIDAS DE ITC E TSPC EM SOLUÇÕES SÓLIDAS DE  $\text{CaF}_2$  COM  $\text{YbF}_3$ ,  $\text{LaF}_3$  E  $\text{AlF}_3$ 

Mário Ernesto Glória Vetter (Depo de Física-UFS), Ana Regina Blak (UFUSP) e Alan V. Chadwick (Chemical Laboratory-Univ. of Kent at Canterbury, UK)

Correntes de Polarização (TSPC) e Despolarização (TSDC ou ITC) Termicamente Estimuladas vem sendo utilizadas para o estudo de soluções sólidas de  $\text{CaF}_2$  com fluoretos de Terras Raras (Lantânio e Ítrio) e Alumínio. O objetivo do presente trabalho é identificar os mecanismos de polarização responsáveis pelas relaxações acima da temperatura ambiente observadas nestas misturas e determinar o papel do íon de Alumínio, de tamanho muito inferior ao  $\text{Ca}^{2+}$  ou ao  $\text{La}^{3+}$  e  $\text{Yb}^{3+}$ , na formação dos defeitos dipolares e na agregação destes dipolos na matriz cristalina do  $\text{CaF}_2$ .

As medidas foram realizadas sempre segundo "ciclos térmicos" que iniciam com a medida de TSPC seguida de uma medida de ITC. Esta combinação das técnicas permite a separação das contribuições das polarizações devidas a estruturas dipolares da componente devida ao movimento de "cargas livres". Com base nestes dados é possível concluir que: (i) a relaxação em torno de 300K, presente nas amostras dopadas com  $\text{Yb}^{3+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ , é devida aos grandes agregados anelares que, movimento de vacâncias de flúor da origem a uma banda em 450K no espectro de ITC; (ii) o  $\text{Al}^{3+}$  não dá origem a dipolos isolados nesta matriz cristalina representado pela ausência da relaxação em 130K nos espectros de ITC e TSPC das amostras dopadas com este íon (CNPq, FINEP e FAPESP)

DEF 20/14/00/8a.

## TERMOLOMINESCÊNCIA DA ÁGUA-MARINHA E MORGANITA.

HENILTON MEDEIROS (DEPART. DE FÍSICA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE) E ANA REGINA BLAK (UFUSP)

No estudo da Termoluminescência (TL) Fotoinduzida e fototransferida por luz ultravioleta (UV) no berilo natural, foram utilizadas amostras de água-marinha (asule) Morganita (ross). O objetivo do trabalho foi para identificar o nº de picos e posições, utilizando luz UV e radiação gama  $\text{Co}^{60}$ , bem como observar a TL fotoinduzida e fototransferida. Foi verificado que temperaturas acima de 700 °C favorecem a TL fotoinduzida, pela luz UV enquanto que tratamentos térmicos abaixo de 700 °C observa-se também TL fototransferida. Para esvaziar armadilhas e garantir a eliminação de efeitos anteriores à radiação foram realizados recostamentos térmicos em altas temperaturas acima de 700°C, utilizando amostras virgens. A irradiação gama de 50Co a que as amostras são submetidas preenche tanto armadilhas rasas quanto profundas, permitindo que seja investigada a dependência da resposta TL dos picos com esse tipo de irradiação. Para verificar se ocorre a transferência de portadores de carga de picos mais profundos para picos mais rasos, tratou-se termicamente o berilo roga a 750°C durante 5 minutos e irradiou-se com luz UV cuja exposição radiante é de 7,13/cm<sup>2</sup>. Um novo tratamento térmico a 400 °C durante 20 minutos seguido de exposição radiante de 7,1 J/cm<sup>2</sup> evidencia um acréscimo nos primeiros picos e esvaziamento dos picos acima de 300 °C. Tratamentos térmicos a temperaturas próximas a 400 °C não são suficientes para o esvaziamento total das armadilhas mais profundas e nesse caso é sugerido um mecanismo de TL fototransferido onde os picos acima de 200 °C transferem cargas armadilhadas em centros profundos para centros mais rasos. Para separação dos picos foi utilizado o método dos aquecimentos que também favorecem a determinação da ordem cinética dos picos. Foi escolhido para determinação dos parâmetros cinéticos o pico em 200 °C.

DEF 21/14/00/8a.

## DEESTABILIZAÇÃO TÉRMICA DAS ARMADILHAS TERMOLOMINESCENTES DA

CALCITA, Celso de Carvalho Leão e José Fernandes de Lima (Departamento de Física - Univ. variada Federal de Sergipe).

A intensidade da emissão termoluminescente está diretamente relacionada com o número de portadores de cargas previamente armadilhados em defeitos ou impurezas presentes no cristal. Por outro lado, a ocorrência de recaptura e a variação da eficiência no processo de recombinação também são responsáveis por alterações da curva de emissão. O estudo da variação da intensidade máxima (ou da área) com o tempo de aquecimento em diferentes temperaturas, além de se constituir numa metodologia para determinação de parâmetros como a energia de ativação e o fator de frequência, fornece também informações a respeito da ordem da cinética no processo TL.

Neste trabalho efetuamos o estudo do decaimento térmico da emissão termoluminescente da calcita. A variação da intensidade máxima com o tempo foi ajustada com o uso da função exponencial e feita de potência e os resultados obtidos foram comparados com o decaimento da intensidade TL devido a extinção com luz ultravioleta. (Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq).

DEF 22/14.00/66.

PROPRIEDADES TERMO-LUMINESCENTES (TL) DO TUFARDO - *Sivanjia do*

Nascimento Sousa e José Fernandes da Lima (Departamento de Física - Universidade Federal de Sergipe)

O estudo da emissão termoluminescente pode ser utilizado como ferramenta para o estudo de defeitos em sólidos, uma vez que a emissão TL apresenta variações em função da quantidade muito pequenas de impurezas. Além disso o número de picos que ocorrem na curva de emissão fornece uma indicação das energias envolvidas nas modificações desses defeitos.

No primeiro passo no estudo da emissão TL de um dado material é a caracterização, ou seja, o levantamento de todos os fatores que possam modificar a forma ou a intensidade da curva de emissão.

Neste trabalho estudamos o comportamento da emissão TL do topásio após ser submetido a diferentes tratamentos térmicos e de radiação. As medidas foram realizadas com o material em forma de pó com diâmetro entre 0,074mm e 0,174mm. As amostras foram separadas em lotes e submetidas a tratamentos térmicos com temperaturas entre 100 °C a 600 °C durante 30 minutos. Em seguida essas amostras foram irradiadas com radiação gama e ultravioleta.

Estão sendo efetuados estudos do espectro de emissão e a determinação dos parâmetros cinéticos associados com os picos TL - ordem da cinética, energia de ativação e fator de frequência.

DEF 22/14.00/66.

## EMIÇÃO TERMO-LUMINESCENTE NO FLUORETO DE CÁLCIO DOPADO COM IONS

TRIVALENTES - ESPECTRO DA EMISSÃO E CARACTERÍSTICAS DA TL. *Adelino Pessoa de Melo e Mário Ernesto Giroldo Valério* (Departamento de Física - Universidade Federal de Sergipe).

A pesar dos inúmeros trabalhos existentes na literatura sobre o CaF<sub>2</sub> dopado com íons de terras raras, o mecanismo da emissão termoluminescente destes materiais ainda não possui um modelo completo que explique não só o espectro da luz emitida como também a grande diversidade de picos TL que estas materiais possuem desde -180° até 650°C. Os modelos existentes até hoje revelam a importância a participação do dopante no processo da recombinação do par elétron-buraco mas não apresenta por que via se dá esta recombinação, nem discute a importância dos muitos tipos diferentes de defeitos envolvendo os íons de impureza que existem nestes materiais.

Neste projeto se propriedades da emissão termoluminescente de soluções sólidas de CaF<sub>2</sub> com fluoros de Lantânio, Itérbio e Alumínio (Ca<sub>1-x</sub>A<sub>2x</sub>F<sub>2+x</sub> com A = Yb<sup>3+</sup>, La<sup>3+</sup> e/ou Al<sup>3+</sup>) estão sendo estudadas visando não só identificar os mecanismos desta emissão TL mas, principalmente, estudar o papel desempenhado pelos vários tipos de defeitos presentes nestes materiais.

Como primeiro passo do projeto, serão apresentadas as características das curvas de emissão TL e o espectro desta emissão para amostras monodopadas (com apenas um dos íons Yb<sup>3+</sup>, La<sup>3+</sup> ou Al<sup>3+</sup>) e para as multidopadas (com dois ou mais íons) sempre irradiadas com raios γ do <sup>60</sup>Co. Estes resultados para vários dopantes quando comparados, além de permitir a identificação do número de centros de armadilhamento e recombinação, também fornece elementos para discutir o papel de cada tipo de íon trivalente bem como dos defeitos por ele gerados na matriz cristalina do CaF<sub>2</sub>. (Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq).

DEF 24/14.00/66.

## O PAPEL DAS IMPUREZAS NA TERMO-LUMINESCÊNCIA DA CALCITA, Antônio

Ferreira Alves e José Fernandes da Lima (Departamento de Física - Universidade Federal de Sergipe)

Os modelos utilizados para explicar a emissão termoluminescente revelam a participação dos dopantes no processo de recombinação elétron-buraco. Dessa modo o estudo dos centros de emissão termoluminescentes passa pela discussão sobre a importância dos muitos tipos de defeitos envolvendo íons de impureza presentes no material.

Neste trabalho estudamos a emissão termoluminescente (TL) da calcita em função das concentrações de diferentes impurezas (Nb<sup>5+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>)

As impurezas foram adicionadas por co-precipitação. As amostras foram divididas em lotes e foram submetidas a diferentes tratamentos térmicos e de radiação.

Foram estudados os espectros de emissão associados com diversas impurezas e foi estudada a eficiência da luminescência como função da concentração dos ativadores. Foi também estudado o efeito de pré-tratamento térmico sobre a sensibilidade TL e o efeito da participação simultânea de duas ou mais impurezas.

DEF 25/14.00/6a.

ESTUDOS ESPECTROSCÓPICOS DA FLUOROPROVSKITA  $KZnF_6:Co^{2+}$ , DOPADA COM IONS  $Co^{2+}$  - Fernando Lucas Carnavan\*, Wilson Dias Vaisira Junior - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CHEN/EP.

Neste trabalho apresentamos um estudo das propriedades ópticas do  $KZnF_6:Co^{2+}$  através de técnicas de espectroscopia de absorção e emissão. Foram determinadas as características químicas, espectroscópicas e temporais do cristal. O sistema é adequado para ação laser, aceitando bombeamento tanto na transição  ${}^4T_{1g}(F) \rightarrow {}^4T_{2g}(F)$  (linha de 1,32  $\mu m$  do laser de Nd:YAG) quanto na transição  ${}^4T_{1g}(F) \rightarrow {}^4T_{2g}(F)$  (linha de 314 nm do laser de argônio) e a emissão de luz coerente ocorre na região de 1,75 - 2,15  $\mu m$ . A emissão pode ser facilmente sintonizável, o que transforma o cristal numa fonte interessante de luz coerente nesta região espectral, a despeito de seu baixo ganho. O estudo das características temporais do cristal possibilitou a sua utilização na produção de pulsos curtos "Q-switch" em lasers de Nd:YAG.

\* Bolsista CNPq

DEF 26/14.00/6a.

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO NA ABSORÇÃO DOS MULTIPLETOS  ${}^4G_{7/2}(Er^{3+})$  E  ${}^4G_8(Ho^{3+})$  EM CRISTAIS DE  $LiYF_4$ . - Marly Bueno de Camargo, Lilla Coronato Courrol\*, Laércio Gomes, Inilda Márcia Ranieri e Spero Faanha Morato - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CHEN/EP.

Verificamos uma diminuição na absorção óptica das transições  ${}^4I_{13/2} \rightarrow {}^4G_{7/2}(Er)$  e  ${}^4I_4 \rightarrow {}^4G_8(Ho)$  nos cristais de  $LiYF_4$ , com o aumento da concentração destes íons na rede. Pretende-se mostrar o comportamento deste efeito em função da variação de concentração entre 0,5 e 100%. Prováveis modelos serão discutidos. A verificação deste efeito é muito importante para o desenvolvimento de meios laser ativos utilizando estes íons como ativos.

\* Desenvolvido com o apoio de FINEP, CNPq e FAPESP.

\*\* Bolsista CAPES.

DEF 27/14.00/6a.

ABSORÇÃO ÓPTICA EM SILICATOS, NA REGIÃO U.V. -

Waldemar Bonventi Junior, Sadao Isotani, Akiyoshi Mizukami, Ana Regina Blak, Amado Siuliti Ito, Kazunori Watarai. - Instituto de Física - USP.

Estudamos os espectros de Absorção Óptica em silicatos (quartzo, espodumênio, berilo e topázio) na região compreendida entre  $\nu^* = 25000$  e  $48000 \text{ cm}^{-1}$  (3,0 a 6,0 eV). Foram efectuados tratamentos térmicos até 750°C e irradiação gama. Todos os espectros foram decompostos em bandas gaussianas, onde observamos mudanças em suas intensidades. As bandas resistentes ao tratamento térmico, abaixo de 600°C, foram atribuídas a vacâncias de oxigênio.

Propusemos um modelo de potencial na vacância que aprisiona dois elétrons, pois não observamos sinais de E.P.R. Fizemos um cálculo aproximado dos níveis de energia dos estados ligados, e utilizando-se de Teoria de Grupos, atribuímos as bandas de transições do estado fundamental ao primeiro estado excitado, "splittado" por efeito do campo cristalino que circunda a vacância, e ao segundo estado excitado, não-degenerado.

DEF 28/14.00/69.

CARACTERIZAÇÃO DO CRISTAL DE  $KCl \cdot KCN \cdot (Yb+Er)Cl_3$  -

Röller, M.; Febris, J. L.; São Li, M. - IFQSC - USP.

Apresentamos alguns resultados obtidos no estudo do cristal de KCl dopado com KCN,  $YbCl_3$  e  $ErCl_3$ . A caracterização foi realizada por meio de medidas de absorção ótica, espectro de emissão e tempo de vida de luminescência.

É mostrado o comportamento desses parâmetros com a variação da temperatura entre a ambiente e a de Nitrogênio líquido.

É feita uma análise comparativa entre os resultados obtidos com esse cristal e os resultados de cristais com dopagem simples e dupla das impurezas relacionadas, obtidos por meio dos mesmos tipos de experimentos.

Apoio: FAPESP

DEF 29/14.00/69.

## CRISTAIS DE GARNET COO DOPADOS COM ÍONS E SENSIBILIZADOS PARA LASER DE ESTADO SÓLIDO.

R. P. Kocin e M. São Li - IFQSC/USP

Estamos caracterizando cristais de garnet COO, isto é,  $Ca_3Co_2O_{12}$  dopados com  $Er^{3+}$ ,  $Er^{3+} \cdot Cr^{3+}$  e  $Er^{3+} \cdot Cr^{3+}$ , para utilização em laser de estado sólido. A intenção de se introduzir  $Cr^{3+}$  na matriz seria a de aumentar a eficiência da emissão  $^4I_{11/2} - ^4I_{13/2}$  do  $Er^{3+}$  através de transferência de energia, pois a banda de emissão do  $Cr^{3+} (^4T_2)$  fica próxima do nível  $^4I_{11/2}$  do  $Er^{3+}$ . Entretanto, o que observamos foi uma área integrada da transição  $^4S_{3/2} - ^4I_{13/2}$  aproximadamente duas vezes mais intensa e a da  $^4F_{9/2} - ^4I_{15/2}$  duas vezes menor do que no cristal dopado apenas com érbio. Por sua vez, a intensidade da transição  $^4S_{3/2} - ^4I_{15/2}$  permanece inalterada. Esses fatos sugerem um mecanismo de transferência de energia do cromo para o érbio e vice-versa. Apresentaremos o estudo da variação das intensidades de emissão com a temperatura em diversas amostras, bem como as mudanças nos tempos de vida das transições.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**EST - Física Estatística e Fenômenos Críticos**

### Efeitos de Flutuações em modelo para microemulsões

Marcia C. Barbosa  
 Instituto de Física  
 Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
 Caixa Postal 15051  
 91500 Porto Alegre, RS, Brasil

Não consideramos mapeamento de um modelo para microemulsões em um modelo de spins com interações competitivas isotrópicas. A presença de interações competitivas implica o surgimento de três fases: uma fase desordenada, uma fase ferromagnética e uma fase modulada. Na linguagem de microemulsões estas fases são respectivamente uma fase desordenada, uma fase com gotas e água coexistem e uma fase com filamentos lamelares de óleo e água se formam. Na aproximação de campo médio, estas fases encontram-se em um ponto de Lifshitz. Usando uma aproximação diagonalizável, encontramos que, em três dimensões, a transição entre as fases paramagnética e fase modulada é de primeira ordem; contrariando, assim, o resultado de campo médio. Neste sentido, afirmamos que o ponto de Lifshitz é, na verdade um ponto crítico terminal.

### GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO E SIMULAÇÃO MICROCANÔNICA DO MODELO ISING NA CRITICALIDADE\*

Adauto J.F. de Sousa<sup>(1)</sup> e F.G. Brady Moreira<sup>(2)</sup>

<sup>1)</sup> Departamento de Física e Matemática, UFRPE

<sup>2)</sup> Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Apresentamos um novo método de simulação numérica para estudar as propriedades críticas de sistemas de spin. Nosso procedimento ( $\mu$ CRG) combina a simulação no ensemble microcanônico e a aplicação da teoria do Grupo de Renormalização. Aplicamos o esquema  $\mu$ CRG para estudar o comportamento crítico do modelo Ising em duas e três dimensões. Para gerar configurações de acordo com o ensemble microcanônico, empregamos a técnica de múltiplas redes no algoritmo de Creutz. A cada configuração de spin do sistema original, aplicamos uma transformação de grupo de renormalização que consiste em dividir a rede em blocos de tamanho  $b = 2$  e atribuir a cada bloco uma variável de spin  $-1$  ou  $+1$ , de acordo com a regra da maioria. Esta transformação de blocos é repetida até um tamanho do rede  $L = 2$ . Nossos resultados para os expoentes críticos, obtidos de simulações em redes  $64 \times 64$  e  $32 \times 32 \times 32$  com condições de contorno periódicas, concordam muito bem com os valores exatos, em  $d = 2$ , e comparam satisfatoriamente com os resultados obtidos em recentes simulações Monte Carlo, em  $d = 3$ . Nossa proposta de cálculo demonstra a viabilidade de se empregar métodos determinísticos para descrever sistemas de spin na criticalidade.

\*Trabalho com apoio do CNPq e FINEP.

### MODELO DE ANISOTROPIA UNIAXIAL ALEATÓRIA INFINITA

David Renato Carreta Domingues e Walter Karl Theumann  
 Instituto de Física, UFRGS

O sistema magnético composto de elementos terra-rara e metal:  $R_x M_{1-x}$ , onde  $x$  é a concentração, é representado pelo modelo de anisotropia uniaxial aleatória (RAM)<sup>[1]</sup>. No limite de anisotropia infinita (IRAM), seu Hamiltoniano é<sup>[2]</sup>:

$$H = - \sum_{\langle ij \rangle} J_{ij}^x \sigma_i \sigma_j \quad (1)$$

onde  $\sigma_i$  é o spin Ising no sítio  $i=1 \dots N$ , e a interação de troca é  $J_{ij}^x = \bar{J}_i \cdot \bar{J}_j$ . Aqui  $\bar{J}$  é o vetor  $p$ -dimensional de eixo aleatório com distribuição consistente da soma de uma parte gaussiana com uma anisotrópica. Esta favorece, num extremo, o alinhamento dos eixos nas diagonais e no outro nas direções cúbicas.

Analisamos a termodinâmica do IRAM em função dos parâmetros de ordem de magnetização  $m = \langle \bar{J} \cdot \sigma \rangle$  e vidro-do-spin  $\phi = \langle \langle \sigma \rangle^2 \rangle$ , onde as médias são a térmica e configuracional. No modelo de alcance infinito, usando técnica de réplicas<sup>[3]</sup>, obteve-se o diagrama de fases relacionando as variáveis temperatura  $T$ , "saturação"  $\alpha = p/N$  e "dureza" na distribuição de eixos.

[1] Harris, Plischke, Zochermann; Phys. Rev. Lett. 31/3 (1973) p. 160.

[2] Fisher, Zippelius; Prog. Th. Phys. Sup. 87 (1986) p. 165.

[3] Amit, Gutfreund, Sompolinsky; Ann. Phys. 173 (1987) p. 30.



EST/09.10/4a.

DYNAMICS OF A TAGGAD SPIN IN THE TWO-DIMENSIONAL

TRANSVERSE ISING MODEL.

João Florêncio Jr., Pennsylvania State Univ., Srafit Sen.  
Michigan State Univ., Zhi-Xiong Cai, Brookhaven National Lab., M.  
Howard Lee, Univ., of Georgia, U.S.A.

We have calculated the time-dependent spin correlation function for the 2-d Ising model in a transverse field at the thermodynamic limit and infinite temperature. Our results are exact up to  $O(t^{12})$  in the short time expansion. Exact evaluation of higher order coefficients are approximated by using the available information namely the first six exact recurrants that enter a continued fraction representation of the correlation function. We find, a relaxation slower than Gaussian<sup>1</sup>, for the above dynamical correlation. The long-time tail is of power law type and no exponential decay is present.

1. J. Florêncio, M. H. Lee, Phys. Rev., B39, 1835(1987), S. Sen, S. D. Mahanti and Z. X. Cai, Phys. Rev., B43, 1099(1991).

EST/09.25/4a.

AUSÊNCIA DE TRANSIÇÃO DE FASE NO  
MECANISMO DE EMPARELHAMENTO MAGNÉTICO  
FRUSTRADO

Solange B. Cavalcanti e Marcelo L. Lyra

Departamento de Física, Universidade Federal de Alagoas,  
57 061 Maceió - AL, Brazil

Investiga-se o comportamento das funções de correlação para um modelo de Ising frustrado pela presença de buracos distribuídos aleatoriamente. Mostra-se que a atração entre os buracos pode levar à formação de pequenos clusters de buracos mas não é suficiente o bastante para promover uma separação de fases, fenômeno comum em modelos fortemente correlacionados.

EST/09.40/4a.

MODELO DE ISING ANTIFERROMAGNÉTICO DECORADO  
ALEATORIAMENTE COM PARTÍCULAS DE MOMENTUM  
ANGULAR DE SPIN GERAL

S. Coutinho (UFPE), R.J. Vasconcelos dos Santos (UFAL) e  
E.C. Sá Barreto (UFMG)

Estudamos o modelo de Ising antiferromagnético na rede quadrada, com ligações decoradas aleatoriamente de forma recíproca por partículas cujo momentum angular de spin pode ser um número inteiro ou seminteiro qualquer. Esses spins interagem ferromagneticamente com os spins da rede e sofrem a ação de um campo de anisotropia local. Expressões analíticas exatas para os diagramas de fase da temperatura crítica versus o parâmetro de competição (entre as interações de intercâmbio ferro e antiferromagnéticas), e da temperatura crítica versus a concentração (de elementos decoradores) foram obtidas através do mapeamento do modelo com a solução de Onsager. Várias características dos diagramas de fase, tais como reconstruções e pontos críticos em  $T = 0$ , foram extensivamente analisadas em função dos parâmetros do modelo. O diagrama de fase do estado fundamental foi, também, obtido exatamente e exibe uma rica morfologia de fases ferro- e antiferromagnéticas em função dos estados de spin das partículas decoradoras.

**MODELO DE HEISENBERG FERROMAGNÉTICO COM ANISOTROPIA UNIAXIAL ALIATÓRIA DE CAMPO CRISTALINO** - Mário N. Turchinho e Sérgio R. A. Salinas  
- Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Neste trabalho, técnicas de campo médio e de grupo de renormalização no espaço dos momentos são aplicadas para analisar o diagrama de fases do modelo de Heisenberg ferromagnético com anisotropia uniaxial aliatória de campo cristalino, definido pela hamiltoniana

$$\mathcal{H} = -J \sum_{\langle ij \rangle} \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j - \sum_i D_i (S_i^z)^2,$$

onde a primeira soma é estendida sobre os vizinhos mais próximos,  $J > 0$ ,  $\mathbf{S}_i$  é um vetor tridimensional clássico situado na posição  $i$  da rede cristalina e  $\{D_i; i = 1, 2, \dots, N\}$  é um conjunto de variáveis aleatórias conjugadas, independentes, identicamente distribuídas de acordo com uma dada distribuição de probabilidades  $P(D_i)$ . Foram considerados dois tipos de distribuição de probabilidades,  $P_1(D_i) = p \delta(D_i - D) + (1-p) \delta(D_i)$ , correspondente a uma diluição da anisotropia, e  $P_2(D_i) = p \delta(D_i - D) + (1-p) \delta(D_i + D)$ , correspondente a uma distribuição competitiva e simétrica.

Considerando uma cadeia de longo alcance de hamiltoniana do modelo, o diagrama de fases, para a distribuição de probabilidades  $P_1(D_i)$ , não apresenta fase obliqua, e ponto multicrítico sendo sempre de natureza bicrítica, qualquer que seja a diluição. Já para a distribuição de probabilidades  $P_2(D_i)$  o diagrama de fases é bem mais rico, apresentando sempre a fase obliqua para qualquer aleatoriedade, podendo existir pontos tricríticos e tetracríticos de acordo com o valor de  $p$ . Contudo, as relações de recorrência de grupo de renormalização em primeira ordem em  $\epsilon = 4 - d$ , obtidas através de uma hamiltoniana efetiva de Landau-Ginzburg-Wilson de 3n componentes no espaço recíproco, produzem no limite de réplica  $n \rightarrow 0$  um ponto fixo estável, simétrico (no espaço de réplicas), que, aparentemente, está fora do alcance dos parâmetros físicos.

**ESTUDO DE CADENAS DE SPIN -1/2 COM INTERAÇÕES COMPETITIVAS UTILIZANDO UMA TÉCNICA DE MONTE CARLO VARIACIONAL**. Carlos Eugênio Lombaschy Carneiro e Walter Felipe Mressinski. Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Buss e Hiler desenvolveram uma técnica de Monte Carlo que fornece uma aproximação variacional para a função de onda do estado fundamental do antiferromagneto de Heisenberg com spin 1/2, em uma rede quadrada. Adaptamos esta técnica para estudar as propriedades, a temperatura zero, de uma cadeia de spins 1/2 descrita pelo Hamiltoniano

$$\mathcal{H} = -J_1 \sum_{i=1}^N \sum_{\alpha=1}^3 \sigma_i^\alpha \sigma_{i+1}^\alpha - J_2 \sum_{i=1}^N \sum_{\alpha=1}^3 \sigma_i^\alpha \sigma_{i+2}^\alpha.$$

onde os  $\sigma_i^\alpha$  podem ser tomados como as matrizes de Pauli e os índices  $i$  denotam os sítios da cadeia. Tomando  $J_1$  e  $J_2 > 0$ , o modelo apresenta interações ferromagnéticas entre primeiros vizinhos e antiferromagnéticas entre segundos vizinhos. A competição entre as duas interações é controlada pelo parâmetro  $p = J_2/J_1$ . Apesar de unidimensional o modelo não é exatamente solúvel. Estamos estudando o estado fundamental e o decaimento das funções de correlação spin-spin para vários valores da razão  $J_2/J_1$ .

**COMPORTAMENTO CRÍTICO DE MODELOS XY FRUSTADOS CLÁSSICO E QUÂNTICO E MATRIZ DE TRANSFERÊNCIA POR MONTE CARLO**

Enzo Granato

Laboratório Associado de Materiais e Sensores - LAS  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Técnicas de Monte Carlo são utilizadas no cálculo da matriz de transferência<sup>1</sup> nos modelos XY clássico frustado bidimensional<sup>2</sup> e quântico unidimensional<sup>3</sup>. O comportamento crítico desses modelos deve se encontrar na classe de universalidade do modelo XY-Ising clássico<sup>4</sup>. Estimativas dos expoentes críticos e carga central são utilizadas para testar as previsões.

1. M.P. Nightingale and H.W.J. Blöte, Phys. Rev. Lett. **60**, 1562 (1988).
2. E. Granato and J.M. Kosterlitz, J. Phys. C19, L59 (1988).
3. E. Granato, Phys. Rev. B45, nr. 5 (1992), in press.
4. E. Granato, J.M. Kosterlitz, J. Lee and M.P. Nightingale, Phys. Rev. Lett. **66**, 1000 (1991).

EST/11.00/48.

### TRANSIÇÃO DE FASE NO MODELO HEISENBERG ANISOTRÓPICO DILUÍDO

J. Ricardo de Sousa e I.P. Fittipaldi  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Estudamos o modelo Heisenberg com exchange anisotrópico numa rede quadrada diluída. Utilizamos o método do grupo de renormalização na aproximação do campo efetivo (EPRG)<sup>1</sup> obtendo-se uma equação autoconsistente para a temperatura de transição  $T_c$  em função, da concentração  $p$  e do parâmetro de anisotropia  $\Delta$ ;  $T_c(p, \Delta)$ . O diagrama de fase no plano  $T - p$  é obtido para  $0 \leq \Delta \leq 1$ , observando-se a existência de universalidade na concentração de percolação ( $T_c = 0$ )  $p_c(\Delta) = 0.434$ , que coincide com o resultado do modelo Ising ( $\Delta = 1$ ). Para  $\Delta = 0$  (limite Heisenberg isotrópico)  $T_c(p) = 0$ , resultado este de acordo com o teorema de Mermin-Wagner<sup>2</sup>. No plano  $T - \Delta$  o diagrama de fase apresenta um crossover para qualquer valor de  $p(p_c, 1)$  em torno de  $\Delta = 0$ , que é  $T_c(\Delta = 0) = 0$ , resultado também em concordância com Mermin-Wagner<sup>2</sup>.

#### Referências

1. I.P. Fittipaldi, submetido ao Phys. Rev. B; J. Ricardo de Sousa e I.P. Fittipaldi, Encontro de Física do Nordeste, Maceió-AL, 1991 (a ser submetido).
2. N.D. Mermin e H. Wagner, Phys. Rev. Lett. 22, 1133 (1966).

EST/11.15/48.

#### TÍTULO: MULTI-GRID MONTE CARLO

#### TWO-DIMENSIONAL O(4) - SYMMETRIC NONLINEAR SIGMA MODEL

Robert G. Edwards - Supercomputer Computations Research Institute, Florida State University

Esteban J. Ferreira - Dept. Física - UFPA

Jonathan Goodman - Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University

Alan D. Sokal - Dept. of Physics, New York University

Estudamos o comportamento dinâmico crítico do algoritmo de Multi-grid Monte Carlo (MCMC) com interpolação constante aplicado a um modelo sigma não linear bidimensional com simetria O(4) em redes até 256 x 256 sítios. Encontramos um expoente crítico dinâmico  $\nu = 0,60 \pm 0,07$  para o ciclo U e  $\nu = 1,13 \pm 0,11$  para o ciclo V comparado a  $\nu = 2,0 \pm 0,15$  para o algoritmo do banco térmico. O que mostra ser o critical slowing down reduzido mas não eliminado. Usando nossos dados numéricos e argumentos de finite-size-scaling mostramos que este modelo tem um comportamento crítico tipo liberdade assintótica.

EST/11.30/48.

#### DIAGRAMA DE FASES C vs T DE UM MODELO PARA CRISTAIS LÍQUIDOS NEMÁTICOS - CASO "QUENCHED" E "ANNEALED". Vera B. Henriques, Mário J. da Oliveira e Lis Q. de Azevedo (Instituto de Física USP).

Cristais líquidos nemáticos apresentam fases com ordem orientacional de seus constituintes, cujas formas podem ser variadas em função da concentração da solução. Consideramos um modelo de interações quadrupolares discretizadas com uma distribuição bimodal  $\delta_{ij}$  po delta para os parâmetros quadrupolares. A hamiltoniana do sistema pode ser mapeada em um modelo de Potts de três estados com coeficiente aleatório. O modelo é tratado em um  $2D$  não Curie-Weiss. No caso de uma distribuição "quenched", o modelo apresenta duas fases uniaxiais separadas por uma fase biaxial. No caso "annealed", as duas fases uniaxiais coexistem e não há fase biaxial.

EST/11.45/4a.

TRANSIÇÕES ORIENTACIONAIS EM UM MODELO DE GÁS EM REDE.  
Shao Ho Tsai e Sílvio R.A. Salinas, UFUSP.

Com o objetivo de explicar as transições de fases que ocorrem em determinados cristais moleculares, estamos realizando um estudo do diagrama de fases de um modelo estatístico definido pelo hamiltoniano

$$H = -c \sum_{(ij)} \tau_i \tau_j - J \sum_{(ij)} \tau_i \sigma_i \tau_j \sigma_j - U \sum_l \tau_l$$

onde  $\tau_i = 0, 1$ ,  $\sigma_i = \pm 1$ , para qualquer célula  $i$  de uma rede cristalina. As variáveis  $\tau_i$  definem um gás de rede, submetido a um potencial químico  $\mu$ . Os parâmetros  $c$  e  $J$  são positivos, mas  $U$  é negativo. Até o momento, obtivemos alguns resultados analíticos para uma versão do Curie-Weiss, de longo alcance, deste hamiltoniano modelo. Tem sido verificado que, na árvore de Cayley, a solução do problema pode ser obtida através da análise de um mapeamento discreto não linear. No entanto, no limite de coordenação infinita, as equações dos pontos fixos do mapeamento não coincidem com as equações de estado da versão Curie-Weiss.

EST/12.00/4a.

### EFEITO DE DESORDEM E TIPO DE REDE NO MOVIMENTO DE PAREDES DE DOMÍNIO EM DUAS DIMENSÕES

Belita Koeller<sup>(a)</sup>, Hong Ji<sup>(b)</sup> e Mark O. Robbins<sup>(c)</sup>

(a) Departamento de Física, PUC-Rio; (b) Collège de France, Paris; (c) Dept. of Physics and Astronomy, Johns Hopkins University

Estudamos o problema geral de movimento de uma interface através de um meio desordenado tomando como exemplo o modelo de Ising sob campo aleatório em 2-D. Spins ocupam os sítios de uma rede quadrada, triangular ou "honey-comb" (HC) interagindo cada qual com um campo aleatório local. Um campo externo uniforme controla o crescimento de um domínio. Quando a desordem dos campos aleatórios é grande, o domínio de spins paralelos ao campo externo é fractal do tipo percolação. Reduzindo-se a desordem, ocorre uma transição para crescimento compacto com interface facetada. Esta transição é contínua nas redes quadrada e triangular, sendo caracterizada por uma divergência com lei de potência de um comprimento de correlação. Nossas simulações indicam que os expoentes relacionando esta divergência com as probabilidades de ocorrência de configurações locais de spins são universais. Em contrapartida, na estrutura HC a transição fractal-facetada é descontínua, ocorrendo no limite de desordem nula. Mostramos que este problema de crescimento de domínio é relacionado com uma família contínua de modelos de percolação correlacionada.

EST/12.15/4a.

### SIMETRIAS NÃO-EUCLIDIANAS EM REDES HIERÁRQUICAS

José Américo de Miranda Neto e Fernando Moraes  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

A visão tradicional da rede de Bethe e do cactus de Husimi como estruturas embebidas num espaço euclidiano de dimensão infinita, não permite um estudo detalhado de suas propriedades métricas e simetrias intrínsecas. Neste trabalho, tais estruturas hierárquicas são vistas como uma divisão regular (Bethe) e quase-regular (Husimi) de uma superfície de curvatura negativa constante, o plano hiperbólico. Tal representação permite, com a ajuda da geometria hiperbólica, identificar as simetrias da rede de Bethe genérica (coordenação  $q$ ) e do cactus de Husimi associado. O desvendamento das simetrias intrínsecas em redes hierárquicas não só amplia seu espectro de aplicações teóricas, como também possibilita um tratamento analítico detalhado dos modelos estudados.

EST/08.10/3e.

TC

TEORIA ESTATÍSTICA DAS PROPRIEDADES DE VOLUME E SUPERFÍCIE DOS CRISTAIS ANARMÔNICOS.

Vítchszalay I. Zubdy. Departamento de Física - UFG.

A teoria estatística das propriedades atômicas dos cristais anarmônicos é desenvolvida com base em equações integrais não-lineares que foram obtidas a partir da hierarquia não-simetrizada de equações. Elas satisfazem o princípio Variacional de Bogolubov e levam em conta as peculiaridades do movimento atômico nos cristais: a localização de cada átomo em sua célula de rede e anarmonicidade de suas vibrações. O método desenvolvido permite calcular a contribuição dos principais termos anarmônicos nas propriedades termodinâmicas sem o emprego da teoria de perturbação.

As propriedades de volume dos cristais com forte anarmonicidade com ligações de Van der Waals e iônicas são calculadas em amplo diapasão de seus diagramas de fase incluindo as regiões de duas fases. Os resultados estão em boa concordância com os dados experimentais disponíveis.

Em condições iguais, o método não-simetrizado para um cristal proporciona um valor para o vapor saturado e vezes maior que o método simetrizado. E é o método não-simetrizado que garante uma boa concordância com a experiência.

O cristal homogêneo junto com o gás forma o sistema de referência para o estudo das interfaces cristal - gás. As propriedades termodinâmicas de superfície são tratadas como sendo os valores de excesso de Gibbs. Aspectos de superfície estruturais, dinâmicas e termodinâmicas de vários cristais.

EST/08.00/3e.

## EQUAÇÃO DE ESTADO PERTO DE UM PONTO TRICRÍTICO INDUZIDO POR FLUTUAÇÕES

M.L. Lyra,

Departamento de Física, UFPA, 57061 Macaé-AL

e M.D. Continho-Filho

Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

A função universal da escala da equação de estado perto de um ponto tricrítico induzido por flutuações é obtida através de métodos de teoria de campos e grupo de renormalização. O ponto tricrítico estudado aparece em diversos sistemas, tais como no problema spin-fonon e na transição ferromagnética do modelo de Hubbard.

Em primeira ordem em  $\epsilon = 4 - d$  dimensões, a função de escala obtida coincide, para  $n = 4$ , onde  $n$  é o número de componentes do campo, com a função de escala de um ponto crítico ordinário. Comparando estas funções de escala para diferentes valores de  $n$  verificamos que: i) na fase ordenada a função de escala para o ponto tricrítico induzido por flutuações é próxima mais acima daquela correspondente ao ponto fixo mais estável; ii) na fase simétrica a primeira se distancia da última de forma mais acentuada, porém por baixo. Este tipo de comportamento parece ser comum a outros casos registrados na literatura.

EST/08.55/3e.

## O Modelo de Hubbard Atrativo com 'Hopping' de Segundos Vizinhos

Raimundo R. dos Santos

Departamento de Física, PUC-Rio

Estudamos o modelo de Hubbard atrativo (i.e.,  $U$  negativo) com hopping entre primeiros ( $i_1$ ) e segundos ( $i_2$ ) vizinhos na rede quadrada. Uma transformação partícula-buraco para spin-1 leva o modelo atrativo, com qualquer ocupação, num modelo repulsivo com campo magnético e potencial químico nulo; o sinal da constante de hopping entre segundos vizinhos no modelo transformado depende do estado de spin. Para  $|U|$  grande,  $i_2$  indica um acoplamento entre operadores de spin em sítios segundos vizinhos: antiferromagnético entre as componentes  $s$  e ferromagnético entre as componentes transversas. A transição supercondutora no modelo atrativo é investigada usando simulações de Monte Carlo. Fixando  $U$  e a ocupação  $\langle n \rangle$ , verificamos que a temperatura crítica cresce com  $-t_2$ .

INT/09.10/5a.

**FERROMAGNETISMO NO MODELO DE HUBBARD EM BANDA SEMI-CHEIA**

**A.M.S. Macêdo e M.D. Coutinho-Filho**  
 Departamento de Física, UFFB, 50739 Recife-PE  
**C.A. Macêdo**, Departamento de Física - UFSE, 40000 Aracaju-SE

Introduzimos uma rede bipartida quasi-unidimensional que exibe ferromagnetismo não-saturado em banda semi-cheia, de acordo com um recente teorema de Lieb<sup>1</sup>. Resultados de diagonalização exata e simulação Monte Carlo de momento local e funções de correlação em aglomerados finitos são apresentados, permitindo inferir dados relevantes sobre o grau de ilocência das partículas e a configuração magnética. A densidade de estados *tight-binding* é determinada exatamente, a qual exibe uma singularidade tipo delta contendo  $1/3$  dos níveis de energia de uma partícula. Nossos resultados sugerem que o sistema é ferromagnético para  $2/3 < n < 4/3$ , onde  $n$  é o número médio de partículas por sítio. Por outro lado, o uso do critério de Lieb e Wu<sup>2</sup> indica que o sistema é isolante para  $n = 1$  e metálico para outros valores de  $n$ .

1. E.H. Lieb, Phys. Rev. Lett. **62**, 1201 (1969).
2. E.H. Lieb and F.Y. Wu, Phys. Rev. Lett. **20**, 1445 (1968).

INT/09.23/3a.

**DENSIDADE ESPECTRAL DO MODELO DE FALICOV-KIMBALL**

Jeremias Borges da Silva e Luis Nunes Oliveira

A densidade espectral do orbital  $f$  do modelo de Falicov-Kimball é calculada usando o formalismo de Grupo de Renormalização introduzida por Wilson no efeito Kondo. O cálculo numérico para o modelo sem correlação é feito para comparação com a densidade espectral que pode ser obtida analiticamente nesse caso. A excelente concordância indica que o formalismo é confiável para o cálculo com correlação, quando o Hamiltoniano é diagonalizável apenas numericamente.

INT/09.40/5a.

**Cultura e Evolução em Populações de Redes Neurais**

**T.J.P.Penna e P.M.C. de Oliveira**  
 Instituto de Física, UFF, C.P. 256, 24020 Niterói, RJ

Embora características adquiridas não sejam passadas para o genótipo, alguns trabalhos tem têm mostrado a importância do aprendizado na evolução. Vamos apresentar um modelo dinâmico de populações que apresenta propriedades e características evolutivas, mesmo sem alteração no genótipo. Nesta população, cada indivíduo é uma rede neural do tipo Hopfield. Outras propriedades do modelo que modelam aspectos de populações reais serão também apresentados.

EST/09.55/5a.

OPTIMAL GENERALIZATION IN PERCEPTORS, Osamu Kinouchi e Nestor Caticha, Instituto de Física, Universidade de São Paulo.

A new learning algorithm for the one-layer perceptron is presented. It aims to maximize the generalization gain per example. Analytical results are obtained for the case of single presentation of each example. The weight attached to a hubbion term is a function of the expected stability of the example in the teacher perceptron. This scheme can be iterated and the results of numerical simulations show that it converges, within errors, to the theoretical optimal generalization ability of the Bayes algorithm. Analytical and numerical results for an algorithm with maximized generalization in the learning situation with selection of examples are obtained and it is proved that, as expected, orthogonal selection is optimal.

EST/10.30/5a.

### Generalização em uma rede de neurônios analógica

Daniel A. Starbolsky e Francisco A. Tamarit

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CNPq

Rua Xavier Sigaud 150, 22290, Rio de Janeiro

Estudamos a capacidade de generalização de uma rede de neurônios definida por um conjunto de mapas acoplados, explorando as suas soluções simétricas quando um número extensivo de memórias é armazenado através da regra de Hopfield. Mostramos que o sistema é capaz de reconhecer conceitos representativos de um conjunto de padrões correlacionados entre si, desde que um número mínimo deles seja armazenado. Este número crítico depende da correlação entre os padrões e da inclinação da função de transferência na origem.

EST/10.45/5a.

APRENDIZADO POR SOMBOES EM REDES NEURAIS ANALÓGICAS

S.M. Kuva e N. Caticha, Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

O processo de remoção de mínimos espúrios em Redes Neurais, por aprendizado "anti-Hubbiano" de pontos fixos da dinâmica é chamado de sombo.

Estudamos numericamente a capacidade de uma Rede Neural analógica em função do ganho e da intensidade dos sombos. São introduzidos os conceitos de número mínimo e máximo de sombos, sendo que este último só é diferente de zero acima da capacidade crítica conhecida.

As bacias de atração são estudadas usando-se um novo método da dinâmica in veras e o efeito dos sombos sobre o tamanho das bacias e a estabilidade das memórias são apresentados.

EST/11.00/8a.

REDES NEURAIS COM LIGAÇÕES ASSIMÉTRICAS. Américo T. Bernardes (IFUSP) &amp; Hans J. Herrmann (HLRZ-KFA - Jülich).

Estudamos um modelo de redes neurais com ligações assimétricas, simulado em uma rede quadrada, onde cada elemento pode estar ligado a apenas dois de seus vizinhos. A dinâmica do modelo é dada por

$$S_i(t+dt) = \text{sinal}(h_i(t)), \text{ onde } h_i(t) = \sum_j J_{ij} S_j(t).$$

A estrutura do espaço de fases das configurações finais é ultra-métrica. Calculamos as distribuições de probabilidades das configurações finais, que revelam uma estrutura de múltiplos vales. Estas distribuições, no entanto, difere das obtidas para outros modelos que apresentam desordem (como os de vidros de spin). Buscamos calcular métodos de aprendizagem que possibilitem a este modelo ser usado como uma rede neural.

EST/11.15/3a.

### Distribuição de autovalores da matriz de Hopfield com diluição aleatória

Daniel A. Starobin, Francisco A. Tamarit e Eivaldo M. F. Curado

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CNPq  
Rua Xerxes Sigaud 150, 22290, Rio de Janeiro

Usando uma analogia com a eletrostática é possível calcular a função de Green de uma matriz assimétrica aleatória  $J$  a partir da função potencial, definida como

$$\Phi(\omega) = -\frac{1}{N} \left[ \ln \det (\omega I - J^T)(\omega I - J) \right],$$

onde  $[\dots]$  denota uma média sobre a desordem.  $\Phi$  está relacionada com a densidade de autovalores  $\rho$  via a equação de Poisson

$$\nabla^2 \Phi = -4\pi \rho$$

Calculamos  $\Phi$  para a matriz de Hopfield com diluição aleatória usando variáveis de Grassmann. O resultado sugere que a distribuição de autovalores é uniforme dentro de um círculo no plano complexo com centro deslocado da origem.

EST/11.30/3a.

FENÔMENOS CRÍTICOS DE NÃO-EQUILÍBRIO EM MODELOS DE CAS DE REDE ESTOCASTICOS. Tania Toed, IFUSP e R. Dickman, CUNY.

Consideramos sistemas de partículas interagentes, sobre redes unidimensionais, que evoluem ao tempo através de regras markovianas irreversíveis compreendendo: processo de aniquilação, criação auto-catalítica e difusão de partículas. Muitos modelos estocásticos descritos por estas processos básicos apresentam transições de fase para um estado absorvente de vácuo. Em geral, independentemente dos detalhes dos processos, esta transição é contínua e pertence à mesma classe de universalidade da percolação direta. Estudamos dois modelos estocásticos: um com criação por pares de partículas vizinhas e outro com criação por trimeros de partículas vizinhas. O modelo de criação por trimeros demonstrou ser o modelo mais simples que exibe transição descontínua para um estado absorvente.



EST/11.45/5a.

FORMA NORMAL EM TORNO DOS PONTOS NEO-ELIPTICOS DO MODELO DE HENON-HEILES - Suani Favares Robim de Pinho e Roberto Yarnandou Silva Andrade - Instituto de Física - UFPA

Resultados já existentes constatarem que a Transformação de Forma Normal (TFN) em torno do ponto elíptico do Modelo de Hénon-Heiles (MHH) fornece resultados compatíveis com os obtidos através de integração numérica apenas para baixos valores de energia, quando a trajetória está restrita às vizinhanças da origem. Investigamos aqui o comportamento do MHH para altos valores de energia construindo uma TFN em torno dos pontos não-elípticos do sistema. Este procedimento é vantajoso por ser esta uma TFN convergente, já que satisfaz às condições exigidas para a validade de um teorema de Koenig. Obtemos a evolução temporal do sistema através da forma normal não-elíptica e constatamos que, numa região mais próxima dos pontos não-elípticos do que da origem, o hamiltoniano não-elíptico coincide de forma bastante precisa com o hamiltoniano original e as evoluções temporais das coordenadas  $q_i$  e  $q_j$  apresentam concordância precisa com aquelas obtidas pela rotina de integração (Runge-Kutta).

EST/12.00/5a.

PROPOSTA DO MODELO TEÓRICO-EXPERIMENTAL DA FORMAÇÃO DE ESTRUTURAS DISSIPATIVAS EM CÉLULAS DE DIÁLISE. FRANCISCO JOSÉ FERREIRA LOPES (BOLSISTA-UFPA), PAULO BISCH (CEFF), MARIA CELIA PIRES COSTA (UFPA)

As estruturas espaciais e temporais observadas em células de diálise são obtidas a partir de experimentos de osmocentrifugação, onde são utilizadas amostras de proteínas de alta concentração em condições de não-equilíbrio. É observada a formação de múltiplas estrias por toda a célula, gerando um padrão de concentração.

Apresentamos um estudo de possíveis estados termodinâmicos estacionários entre o início do experimento e o estado final de equilíbrio do sistema.

Supomos neste trabalho a possibilidade da formação de um único vórtice no interior da célula ou de um grupo deles, cuja evolução no tempo, seria responsável pela estruturação, gradativamente formada.

O estudo é baseado nas relações entre os potenciais químicos e dinâmicos no interior da célula e nas forças termodinâmicas a elas associados.

Apoio: CNPq

EST/12.15/5a.

MODELOS PARA TEXTURAS EM IMAGENS DIGITAIS.

Murilo Pereira de Almeida -UFPA - Deptº de Física.

Modelos de campos aleatórios de Markov, com espaço de estados discretos, são usados para representar texturas em imagens digitais. Estes modelos são generalizações do modelo de Ising, e se enquadram dentro de uma abordagem sistemática dos diversos problemas de visão computacional. Os modelos mais simples apresentam uma forte dependência com relação à orientação da textura. Apresenta-se neste trabalho um modelo para a representação de texturas independente de orientação.

EST/08.10/6a.

TC

MECÂNICA ESTATÍSTICA QUÂNTICA NO ESPAÇO DE FASE:  
DISTRIBUIÇÕES DE WIGNER

C. Scherer

Instituto de Física - UFRGS CP. 15051 - 91500 - Porto Alegre - RS

EST/08.02/6a.

CALOR ESPECÍFICO DE UMA PARTÍCULA LIVRE NUMA ESTATÍSTICA DE  
MOLTZMANN-GIBBS GENERALIZADA. E.P. de Silva (UNRJ/DEFS e

CAPP/UNF), C. Tsallis e E.N.F. Corado (CAPP/UNF).

Discutimos algumas propriedades relevantes de uma estatística de Boltzmann-Gibbs generalizada proposta recentemente. A partir daí nós aplicamos este formalismo ao cálculo da dependência térmica do calor específico associado a uma partícula livre ( $\epsilon_n = An^2 + B$ ;  $A > 0$ ). Além disso, nós calculamos o limite clássico para uma família mais ampla de sistemas ( $\epsilon_n = An^r + B$ ;  $A > 0$ ,  $r > 0$ ).

EST/08.03/6a.

SIMULAÇÕES MONTE CARLO NO MODELO DO VOTANTE MAJORITYÁRID COM RUÍDO  
Mário J. de Oliveira, IFUSP.

As propriedades críticas do modelo do votante majorityárid com ruído na rede quadrada são determinadas através de simulações Monte Carlo e Teoria de escala de tamanho finito. O modelo não possui balanceamento detalhado e portanto ele é intrinsecamente dissipativo. Os expoentes críticos encontrados são os mesmos do modelo de Ising. Encontramos um valor para o parâmetro de ruído crítico igual a  $0.075 \pm 0.001$ .

EST/09.10/6a.

COMFORTAMENTO TERMODINÂMICO DE CADEIAS INSCRITAS NA REDE DE BETHE. Eveldo Botelho e Jürgen F. Stilck - Depto de Física - Universidade Federal de Santa Catarina.

Consideramos modelos de cadeias auto e mutuamente excludentes formadas por  $N$  monômeros consecutivos e inscritas na rede de Bethe. Associamos uma energia a cada configuração das cadeias na rede, a qual pode estar relacionada à flexibilidade de cada cadeia (cadeias semi-flexíveis), às interações atrativas entre monômeros primeiros vizinhos não-consecutivos numa mesma cadeia (cadeias auto e mutuamente interagentes) ou à orientação espacial das ligações das cadeias na rede (modelo anisotrópico). Obtemos os diagramas de fases para cada um dos três casos acima e os comparamos, quando possível, com resultados obtidos anteriormente (como, por exemplo, a resolução do problema atômico na rede de Bethe<sup>(1)</sup>). No caso de polímeros ( $N \rightarrow \infty$ ) na rede com coordenação 4, obtemos duas fases polimerizadas distintas.

(1) J.F. Stilck e M.J. de Oliveira, Phys. Rev. A **42**, 5955 (90).

EST/09.25/6a.

## PERCOLAÇÃO POR DIFUSÃO NA REDE HONEYCOMB

C.M. Chaves e B. Kollner, Departamento de Física, PUC-Rio

Estudos do movimento de uma interface num meio desordenado simulado por uma rede "honey-comb" (HC) exibem propriedades notadamente distintas das obtidas nas redes quadrada e triangular. A analogia do problema de movimento de interfaces com o modelo de percolação correlacionada motivou-nos a estudar em detalhe a percolação por difusão na rede HC. Apresentamos os resultados de uma simulação numérica para este problema.

EST/09.10/6a.

## FOLDING DE UMA CADEIA POLIMÉRICA COM CUSTO ENERGÉTICO RANDÔMICO

Antonio Galati

FCFRP-USP, Rib. Preto, SP,

Herfried Rohr e Peter G. Wolynes  
University of Illinois, Urbana, IL - USA

Seja uma cadeia constituída de  $L$  unidades repetidas. Tal molécula, restrita a um plano, pode dobrar-se em  $N$  segmentos e em cada dobra  $\varphi$  unidades são empregadas. O comprimento do  $j$ -ésimo segmento é  $s_j$ , tal que  $(N-1)\varphi + \sum_j s_j = L$ . A energia de cada configuração de segmentos é determinada por dois parâmetros: (a) custo  $u_i$ , associado a cada unidade, e representa o custo energético para se dobrar a cadeia através da unidade  $i$ ; (b) interação entre segmentos adjacentes, cuja energia é assumida ser proporcional ao menos deles. Assim,

$$U_B = \sum_{i=1}^L u_i v_i - J \sum_{j=1}^{N-1} \min(s_j, s_{j+1}),$$

cada  $v_i = 1$  se há uma dobra através da unidade  $i$ . De outra forma  $v_i = 0$ . A solução para  $v_i = v_0$ , qualquer  $i$ , é conhecida e tal caso constitui-se no modelo  $Z-L$  (J.L. Lauritzen Jr. and R.E. Zwanig, J. Chem. Phys. **53**, 3740 (1970)). Para  $v_i$  obedeendo uma distribuição randômica específica, o problema está em aberto.

Apresentamos uma variante deste modelo, onde o custo randômico está associado ao número de dobras  $N$ . Tal modelo permite tratamento analítico exato, através da aplicação do truque das réplicas.

## Novo Algoritmo de composição para Polímeros e outros fractais

Constantino Trallis (+), Luciano R. da Silva (\*) e Liacer S. Lucena (\*)

(+) *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, RJ*

(\*) *Departamento de Física da UFRN, Natal RN 59072*

Consideramos, para temperaturas e rodes arbitrárias, as trajetórias possíveis (unindo dois pontos dados) e grandezas aditivas ao longo dessas trajetórias. Propomos um algoritmo de composição que pode ser resolvido através de operações topológicas simples, o qual recupera, em  $T \rightarrow +0$ , a trajetória mínima (e então o Teorema do Limite Central). Apresentamos também uma ilustração simples utilizando a técnica do Grupo da Renormalização.

Apoio da FINEP/PADCT e CNPq

### CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA DO FENÔMENO "FINGERING" EM UM MEIO POROSO ATRAVÉS DA TEORIA FRACTAL: SIMULAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO.

Adolfo Passas D.<sup>(1)</sup>, Sílvio Crestana<sup>(2,3)</sup> e Roberto Nicolau Onody<sup>(4)</sup>

1- Instituto de Física e Química de São Carlos, Departamento de Física e Ciências dos Materiais, Ca.P. 369, CEP 13560, São Carlos - SP.

2- Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária-NPDLA-EBRAPA, Ca.P. 741, CEP 13560, São Carlos - SP.

**RESUMO.** - Experimentos de infiltração de água em um meio poroso não-saturado, especificamente em vasos colares de áreas de dupla camada foram realizados em laboratório com a finalidade de estudar o fenômeno "fingering" em duas dimensões. Digitalização e processamento de imagens foram usados para o estudo qualitativo e quantitativo do fenômeno. A través de um algoritmo especialmente desenvolvido para tal fim foi calculada a dimensão fractal seguindo a dinâmica dos fingers. O valor da dimensão fractal global encontrada para as estruturas dos "fingers" foi de  $D_f = 1.7$ , valor muito próximo aos encontradas em estruturas de meios similares obtidas usando modelos estatísticos como o modelo de "diffusion limited aggregation-DLA" e de percolação por invasão direcionada.

### ASPECTOS DA FRAGMENTAÇÃO DINÂMICA

Sylvia O. Kayhorat (Dep. de Matemática - UFPA) e

Jafferson K. Leal da Silva (Dep. de Física - UFPA)

Estudamos modelos de fragmentação dinâmica em que a massa  $N(t)$  é conservada com o passar do tempo. Obtemos desigualdades rigorosas para o número de fragmentos  $N(t)$  e a diversidade  $D(t)$ . Para processos de fragmentação livres argumentamos que nos tempos de diversidade máxima ( $t_D$ ) o número de fragmentos máximo ( $n_D$ ) tem as relações a)  $N(t_D) = N(t_D) = n_D$  e b)  $D^2(t_D) = N(t_D)$ .

Apresentamos um modelo unidimensional exatamente solúvel que apresenta uma lei de escala dinâmica para  $n(a,t)$  - o número de fragmentos de tamanho  $a$  no tempo  $t$ . No início do processo de fragmentação obtemos que  $n(a,t) = e^{-a} t^\nu f(a/t^\nu)$  com  $\nu=0$ ,  $\nu=1$  a  $\nu=-1$ .

EST/11,18/8a.

## TEMPO DE COBERTURA NA REDE: TEORIA DE CAMPO MÉDIO E FRAGMENTAÇÃO

M.D. Coutinho-Filho, A.M. Nemirowsky, K.R. Coutinho  
e M.A.F. Gomes, Departamento de Física - UFPE, 50735 Recife-PE

Recentemente<sup>1</sup> estudamos o problema do tempo de cobertura na rede, definido como o tempo médio ( $\bar{T}$ ) que uma caminhada aleatória leva para visitar todos os sítios da rede. Em uma dimensão o problema é exatamente solúvel<sup>2</sup>, tanto para condições de contorno periódicas como rígidas. Em duas e mais dimensões previmos de simulação Monte Carlo para  $\bar{T}$  foram feitas e o caráter universal com respeito às condições de contorno explicitado<sup>3</sup>. Posteriormente, estudamos os problemas de cobertura parcial da rede e do tempo médio para a caminhada visitar uma fração de sítios da rede, escolhidos aleatoriamente. As similaridades e contrastes entre os dois problemas foram evidenciados, assim como transições de fase descontínuas no limite termodinâmico. Nossos resultados mais recentes dizem respeito à teoria de campo médio do problema<sup>4</sup> e ao estudo dinâmico da distribuição de ilhas de sítios não visitados pela caminhada, no processo de cobertura da rede. No primeiro estudo mostrou-se analiticamente que  $\bar{T} \sim N \ln N$ , confirmando nossos resultados anteriores<sup>1</sup> em 3 e 4 dimensões. No segundo estudo, resultados de simulação Monte Carlo, para o número de ilhas (fragmentos), tamanho médio, diversidade e número de coordenação, em função do tempo, indicam que o problema em duas dimensões é fortemente correlacionado, ao sentido de que a tendência dos sítios não visitados formarem aglomerados é muito forte. Os resultados de nossos estudos são também analisados à luz de estudo analítico publicado recentemente<sup>5</sup>.

1. A.M. Nemirowsky, H.O. Martín and M.D. Coutinho-Filho, *Phys. Rev. A* **41**, 761 (1990).
2. C.S. Yohai, A. Hernández-Machado and L. Ramírez-Piscina, *Phys. Lett. A* **143**, 82 (1990).
3. A.M. Nemirowsky and M.D. Coutinho-Filho, *Physica A* **177**, 233 (1991).
4. M.J.A.M. Brummelhuis and H.J. Hilhorst, *Physica A* **178**, 387 (1991).

EST/11,30/8a.

## CRESCIMENTO E FORMA DE AGREGADOS EM ROTAÇÃO

Ney Lemke, Marinel G. Malcum, R.M.C. de Almeida, P.M. Mors e J.R. Iglesias  
Instituto de Física - UFRGS, C.P. 15051, 91500 Porto Alegre RS

Propomos um modelo de agregação partícula agregado que considera explicitamente a conservação de momento linear e angular com respeito a uma origem fixa no espaço. O agregado inicial é uma semente com massa  $m_0$  e momento angular  $L_0$ . Partículas são lançadas de um círculo centrado no centro de massa do agregado, descrevendo trajetórias lineares. A partícula ceta no agregado sempre que tocar em qualquer partícula do agregado. A forma final do agregado depende dos parâmetros iniciais  $m_0$  e  $L_0$ , sendo que alguns podem apresentar braços. Nós investigamos a morfologia do agregado final calculando sua dimensão fractal e a transformada de Fourier em duas dimensões. Esta última compara a forma dos agregados com espirais logarítmicas o que aliado com o primeiro cálculo permite caracterizá-los eficientemente. Os resultados mostram que para grandes velocidades angulares e grandes massas os agregados tendem a espirais logarítmicas e sua dimensão tende a crescer. Enquanto que para massas pequenas os agregados tornam-se compactos.

EST/11,45/8a.

## Achatando Fractais: Estruturas de Espumas e Emulsões \*

Pedro Lício

Departamento de Física - ICEx - Universidade Federal de Minas Gerais -  
C.P.702 - 30610 Belo Horizonte MG.

Vários métodos para a análise de fractais físicos são disponíveis. Estas técnicas não são universais e devem ser escolhidas em função do objeto sob estudo. No caso de espumas e emulsões que nos interessa, as técnicas tradicionais de espalhamento de luz, análise de imagens, corte ou projeção não se aplicam. Descrevemos aqui um novo método que permite o estudo da estrutura destes colóides. Mostramos como uma deformação por achatamento, ou prensagem, preservando a lacunaridade e o volume promove uma reestruturação do meio. Assim espumas obtidas no espaço 3D foram comprimidas para 2D onde as técnicas tradicionais de análise de imagens e difração funcionam. A análise de estruturas achatadas revelou uma dimensão fractal  $d_{f,2}$  e permitiu a recuperação da dimensionalidade original como  $d_{f,3}$ .

\*Agradecimentos: FAPEMIG, CNPq e FINEP

EST/12.00/6a.

CRITICALIDADE AUTO-ORGANIZADA EM MODELOS NÃO CONSERVATIVOS.  
 German F.C. Prado e Graziela V. Tibúrcio, Instituto de Física,  
 Universidade de São Paulo.

A dinâmica que governa a ocorrência de terremotos ao longo de uma falha geodésica vem sendo apontada como a melhor realização física das idéias recentemente apresentadas por Bak, Tang e Wiesenfeld de Criticalidade Auto-Organizada (SOC), uma vez que explica de maneira simples por que a distribuição de tamanho dos terremotos obedece à uma lei de potências. Mostraremos neste trabalho que, ao contrário dos primeiros modelos de automatos celulares propostos para simular a dinâmica de um terremoto, esta é intrinsecamente não conservativa, caso no qual estudos numéricos anteriores previam a não existência de SOC! Apresentaremos também resultados de simulação de outros modelos não conservativos, que permitem concluir que esta não é uma condição necessária para que se observe SOC.

EST/12.13/6a.

GENÉTICA POPULACIONAL: UM MODELO EXATAMENTE SOLÚVEL. (Constantino  
 THALLIS - CBPP, Rio de Janeiro)

Consideramos uma população com procriação bi-parental que, através de um mecanismo do tipo mistura ("bleeding"), transmite geneticamente uma combinação de dois caracteres: nômade e sedentário. Conseqüentemente a população se espalha geograficamente ao decorrer do tempo, o que reflete uma distribuição genética. O modelo é exatamente solúvel. Finalmente, apresentamos uma versão generalizada do modelo.

## **PAINÉIS**

**EST - Física Estatística e Fenômenos Críticos**

EST 30/14.00/4a.

**FASES MODULADAS REENTRANTES NA PRESENÇA DE CAMPO MAGNÉTICO EXTERNO.** Marcelo B.R. Traganberg (Deptº da Física da UFSC) e Carlos S.O. Yokoi (Instituto de Física USP).

Estudamos os diagramas de fases do modelo de Ising com Interações competitivas na rede de Bethe, no limite de coordenação infinita, na presença de campo magnético externo. Para valores típicos de  $p = (-z^2 J_1) / (zJ_2)$ , onde  $J_{1,2}$  representam as interações entre primeiros (segundos) vizinhos, obtemos diagramas de fases que exibem regiões de coexistência de fases moduladas-para-magnética e modulada-modulada. Sob certas condições, as fases moduladas têm comportamento reentrante para altos campos magnéticos.

Apoio: CAPES

EST 31/14.00/4a.

### DIAGRAMAS DE FASE DE DUAS REDES DE BETHE ACOPLADAS E DESORDENADAS

Marcelo L. Lyra e Crisógono R. da Silva

*Departamento de Física, Universidade Federal de Alagoas,  
57 061 Maceió - AL*

Os diagramas de fase de um modelo composto por duas redes de Bethe acopladas são obtidos exatamente usando a técnica de função de partição parcial. Atenção especial é dada para o sistema desordenado no limite annealed de distribuição de ligação. As correlações entre os spins e entre as ligações de diferentes redes são investigadas e uma nova percolação para as redes acopladas com diluição intra-rede é obtida. Mostra-se também que a competição intra-rede leva ao aparecimento de reentrâncias múltiplas.

EST 32/14.00/4a.

**DIAGRAMA DE FASES DO MODELO DE ISING NUM CAMPO ALEATÓRIO** P.S. Milman, P.R. Heuser e W. Figueiredo. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina.

Estudamos o diagrama de fases do modelo de Ising com campo transversal e, simultaneamente, submetido a um campo magnético aleatório longitudinal em cada sítio, com uma distribuição de probabilidades trimodal. Obtivemos diagramas de fases no espaço de parâmetros (temperatura, campo transversal e campo aleatório), para diferentes valores de diluição do campo longitudinal aleatório. Como decorrência da competição entre os sítios quânticos (campo transversal) e a aleatoriedade do campo longitudinal, obtivemos uma rica variedade de pontos multicríticos, além do aparecimento de fases magnéticas reentrantes.



EST 23/14.00/4a.

GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO DE CAMPO MÉDIO PARA O MODELO DE ISING NUM CAMPO ALEATÓRIO. A.S. de Arruda, Departamento de Matemática, CESMA, UFMT, ~~W. Piquirinho~~; Departamento de Física, UFSC e J.A. Plascak, Departamento de Física, UFRG.

Neste trabalho estudamos o diagrama de fases do modelo de Ising num campo aleatório para uma distribuição trimodal de campos aleatórios. Utilizamos o grupo de renormalização de campo médio nas suas duas versões, onde dois ou três blocos de spins são relacionados entre si. Obtemos resultados que diferem muito daqueles determinados via campo médio. A linha de pontos tricríticos termina para valores grandes da diluição do campo e a fase ferromagnética encontrada em baixas temperaturas desaparece. Com os três blocos de spins consegue-se regularizar a anomalia determinada no diagrama de fases temperatura versus campo no limite de diluição nula do campo aleatório.

EST 24/14.00/4a.

APLICAÇÕES DE UM GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO NO  
ESPAÇO REAL QUE SE DEPENDE DA HIPÓTESE DE FISHER

João Henrique de Figueiredo Neto, Suzana Moss de Oliveira e  
Paulo Paulo G. de Oliveira  
Universidade Federal Fluminense

Apresentamos os diagramas de fase de um ferromagneto de Ising diluído e de um antiferromagneto de Ising com campo aplicado ( $d = 2$ ), obtidos através de um GCR onde as quantidades a serem preservadas na transformação de escala se escalam rigorosamente com o tamanho do sistema elevado à potência zero. Desta forma, a única fonte de imprecisão do método está no tamanho finito das redes utilizadas. Este GCR já foi utilizado com sucesso em ferromagneto com e sem campo aplicado [1], e vem sendo por nós adaptado para os casos de diluição e da constante de acoplamento  $J < 0$ .

[1] P.M.C. de Oliveira - submetido a publicação no Erophys. Lett. (1991).

EST 23/14.00/4a.

ABORDAGEM DE GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO NA  
APROXIMAÇÃO DE CAMPO MÉDIO AO MODELO  
CORRELACIONADO DE SÍTIOS E LIGAÇÕES

Douglas F. de Albuquerque e J. Ricardo de Sousa  
Departamento de Física - UPPS, 50739 Recife-PE

Estudamos o modelo correlacionado de sítios e ligações (SBC)<sup>1</sup> usando a técnica de grupo de renormalização na aproximação de campo médio (MFRG)<sup>2</sup> para tratar as redes com  $Z = 4$  e  $Z = 8$ . A abordagem é feita pela utilização de duas diferentes interações,  $J^A$  e  $J^B$ . Os diagramas de fase para alguns valores do parâmetro de correlação  $\alpha \in [0, 1]$  contido nas constantes  $J^A$  e  $J^B$  são obtidos. Nossos cálculos comprovam a existência de apenas duas concentrações críticas  $\mu_c(\alpha = 0)$  e  $\mu_c(\alpha \neq 0)$ . Obtemos ainda uma relação interessante entre as declividades iniciais  $\Delta^{(1)}(\alpha = 1)$  e  $\Delta^{(1)}(\alpha = 0)$  no ponto  $p = i$  e a partir desta relação pudemos estimar os possíveis valores exatos<sup>3</sup> para o caso totalmente correlacionado.

1. A.A.P. da Silva e F.G. Brady Morcira, Phys. Rev. B 40, 10366 (1989) e referências citadas.
2. J.O. Indekeu, A. Maritan e A.L. Stella, J. Phys. A 15, L291 (1982).
3. J. Ricardo de Sousa e Douglas F. de Albuquerque, submetido a Phys. Rev. B (1992).

EST 36/14.00/4a.

DIAGRAMA DE FASES PARA UM MODELO DE SPINS MISTOS - CÁLCULO DE GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO. Sérgio G.A. Quadros e Sílvia R.A. Salinas  
Instituto de Física - Universidade de São Paulo

Utilizamos a transformação de grupo de renormalização no espaço real de Migdal-Kadanoff para estudar um modelo de Ising de spins mistos (spin  $-1/2$  e spin  $-1$ ), numa rede hipercúbica bipartite, com interações entre primeiros vizinhos e anisotropia de campo cristalino. O problema é exatamente solúvel em dimensão  $d=1$  e em uma rede hexagonal do tipo honeycomb. Os resultados obtidos mostram que em  $d=3$  o sistema exibe um ponto tricrítico, o que não ocorre para  $d=2$ . A dimensão crítica para a existência de transição de primeira ordem é  $d_c \approx 2.704$ . . . Isto é compatível com a solução de tipo Curie-Weiss (campo médio), que também apresenta um ponto tricrítico e com resultados preliminares de um cálculo de grupo de renormalização no espaço dos momentos em primeira ordem em  $\epsilon=4-d$ .

EST 37/14.00/4a.

RENORMALIZATION GROUP CALCULATION OF  
THERMODYNAMIC FUNCTIONS IN DISORDERED ISING  
SYSTEMS

B. Bouchet, E.V.L. de Melo and N.A. Continentino  
Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense,  
Cidade de São João Batista, s/n. Ilterói, 24210, RJ.

We investigate the behavior of the specific heat and the spontaneous magnetization in bond disordered Ising ferromagnetic systems. We use a real space renormalization group approach which allows the probability distributions to evolve along the renormalization process. Such statistical treatment provides a natural description of various kind of magnetic disorder and gives a good approximation for  $d$ -dimensional systems. Our method is conceived to deal with different exchange couplings magnitudes, and therefore is suitable to deal with amorphous and dilute disordered magnets.

EST 38/14.00/4a.

MODELO DE ISING DECORADO ALEATORIAMENTE COM ORIENTAÇÃO ANGULAR DE SPIN GERAL

S. Coutinho (UFFa), F.C. Sá Barreto (UFMG)  
e E.J. Vasconcelos dos Santos (UFAL)

Estuda-se o modelo de Ising na rede quadrada decorada com spin de ligação inteiro e semi-inteiro. Os spins decoradores são aleatoriamente distribuídos nas ligações por processo de diluição "annealed" em competição com os spins da rede. Os diagramas de fase exatos de temperatura crítica versus o parâmetro de competição e a concentração dos spins decoradores são obtidos analiticamente e são analisados em detalhes. Obtém-se também exatamente o estado fundamental mais geral.

## APROXIMAÇÕES VARIACIONAIS PARA O CÁLCULO DA ENERGIA LIVRE

J. B. Fausto Ferreira e H. F. Silva  
 Dep. de Física ICEx, Universidade Federal de Minas Gerais

Algumas aproximações variacionais geradas pela desigualdade de Klejn aplicada à energia livre exata são agora estudadas e aplicadas a modelos de Ising utilizando-se Hamiltonianos auxiliares que são funções de dois ou mais parâmetros variacionais. Estas aproximações apresentam consistência entre os cálculos termodinâmicos e mecânico-estatísticos e preservam efeitos de curto alcance acima da temperatura crítica aproximada.

CRITICALIDADE DO MODELO CÚBICO  
COM LIGAÇÕES MISTAS

André M. C. de Souza, Constantino Tsallis (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-RJ)  
 Ananias M. Maia (Universidade Federal do R.O. do Norte-RN)

A superfície crítica e expoentes críticos do Modelo Cúbico ( $N$ -vetorial discreto) com ligações mistas são encontrados através do grupo de renormalização no espaço real para a rede quadrada que aproximamos por uma conveniente rede hierárquica (ponte de Wheatstone). Vários resultados exatos conhecidos são reproduzidos e é feito um completo estudo das classes de universalidade.

## ESTUDO DO MODELO DE BLUME-EMERY-GRIFFITHS 1-D

Autores: Paulo H. R. Barbosa e Raimundo R. dos Santos. PUC-Rio

Estudamos o modelo de Blume-Emery-Griffiths (BEG) unidimensional,

$$N = - \sum_{\text{cel}} \left[ J S_i S_{i+1} + K S_i^2 S_{i+1}^2 - \frac{D}{2} (S_i^2 + S_{i+1}^2) \right]$$

onde  $S_i = 0 \pm 1$ . Mostramos, através de uma análise de comprimentos de correlação, que a  $T = 0$  o diagrama de fases possui três linhas de transição de fase separando as fases ferromagnética (F), paramagnética (P) e quadrupolar staggered (SQ): F - SQ (tricrítica), SQ - P (de segunda ordem) e F-SQ (de primeira ordem). Mostramos, também, que o ponto de encontro destas três linhas é um ponto bicrítico de primeira ordem.

EST 42/14.00/4a.

A NEW SYMMETRY OF THE POTTS MODEL - F.S. de Aguiar,  
Departamento de Física, Universidade Federal do  
Amazonas: S. Coullart Rosa Jr., DFCN - IFQSC - USP

We show that the mean-field free energy functional of the p-state Potts model is mapped by the combined operations of dilation and inversion of the magnetic field and of the order parameter, on the free energy of the  $p' (= p/(p-1))$ -state model. The study of this functional in the interval of  $p(1,2)$  is sufficient to determine completely the thermodynamic behavior of the system for all  $p > 2$ .

EST 43/14.00/4a.

ESTUDO DO MODELO DE ASKIN-TELLER N = 3 ANISOTROPICO

Jorge Chahine - IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto

José Roberto Drugovich de Felício - IFQSC/USP, São Carlos

Nestor Caticha - IFUSP/USP, São Paulo

O modelo de Askin-Teller com 3 spins por sítio  $(S_i^x, S_i^y, S_i^z)$ , com anisotropia na interação de quatro spins descrito pelo hamiltoniano

$$-H = K \sum_{\langle ij \rangle} \sum_{\alpha, \beta} S_i^\alpha S_j^\beta + v \sum_{\langle ij \rangle} S_i^x S_j^x S_i^y S_j^y + v \sum_{\langle ij \rangle} (S_i^x S_j^x S_i^z S_j^z + S_i^y S_j^y S_i^z S_j^z)$$

é estudado usando o Grupo de Renormalização e o método de Monte Carlo (MCRG) aliados às técnicas de histogramas. Esse modelo foi proposto por Y.Y. Goldschmidt que usou teoria de campo médio para obter um diagrama de fases no qual detecta a presença de um ponto multicrítico tipo Kosterlis-Thouless.

Empregando o MCRG obtivemos um diagrama de fases. Exponentes críticos são calculados em vários pontos e uma proposta de classificação das transições é apresentada permitindo comparação com os resultados de Goldschmidt.

EST 44/14.00/4a.

### EXPANSÕES A ALTA TEMPERATURA PARA SISTEMAS TIPO ISING EM SIERPINSKI CARPETS

Fábio D.A.A. Reis e R. Riera, Departamento de Física, PUC-Rio

Usando um novo método que permite a contagem exata de gráficos em fractais auto-similares, obtêm-se expansões em série a alta temperatura para o modelo de Ising em Sierpinski Carpets. Em particular, derivam-se as expansões em série até 14ª da susceptibilidade magnética e da função de correlação em vários Carpets. A temperatura crítica e os expoentes  $\gamma$  e  $\nu$  são encontrados por meio da análise de aproximadas de Padé das séries.

EST 45/14.00/4a.

## GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO E SISTEMAS DE SPINS EM REDES FRACTAIS\*

Marcelo P. Grillon e F.G. Brady Moreira

b) Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Introduzimos neste trabalho um método numérico exato, baseado na técnica do Grupo de Renormalização no Espaço Real, para o cálculo dos potenciais termodinâmicos de sistemas de spins situados nos vértices de redes fractais auto-similares e não-homogêneas, em uma temperatura arbitrária. Apresentamos como exemplo, a aplicação do método em um conjunto de sistemas de spins Ising, como interações ferro e antiferromagnéticas entre primeiros vizinhos, na ausência de campos externos, situados nos vértices dos membros de uma família de redes fractais, embebidos em um espaço euclidiano plano, e que representam uma das possíveis generalizações do Sierpinski Gasket. Neste contexto, obtivemos resultados surpreendentes, tal como detectar que as entropias residuais das redes fractais triangulares frustradas, com buracos em todas as escalas, tais como os membros desta família, são maiores que a entropia residual da rede triangular frustrada. Ressaltamos porém, que o mérito não se substancia apenas nesse resultado isolado, mas também, e principalmente, na sua ampla gama de aplicabilidade, que reside na determinação dos potenciais termodinâmicos de sistemas compostos por spins de dimensionalidade inteira qualquer, colocados em redes fractais embebidas em espaços euclidianos de dimensões arbitrárias, na ausência ou na presença de campos externos.

\*Trabalho com apoio do CNPq, FACEPE e FINEP.

EST 46/14.00/4a.

Antiferromagneto de Potts em uma rede fractal:  
Estudo de uma fase com ordem algébrica.José Arnaldo Rodrigues, Eraldo M. F. Curado, Aglaé C. N. de Magalhães  
(Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Rio de Janeiro-RJ)

Berker e Kadanoff (J. Phys. A 13 L259 (1980)) sugeriram que sistemas com estado fundamental altamente degenerado podem apresentar uma fase não usual onde as correlações decaem algebricamente com a distância.

Partindo de relações de recorrência exatas para um parâmetro de ordem local de um sistema de spins de Potts com 3 estados, antiferromagnético, em uma rede hierárquica tipo diamante com 10 ramos e 3 ligações por ramo na célula básica, obtemos expoentes críticos, parâmetro de ordem (global) em função da temperatura e o perfil do parâmetro de ordem local para uma fase não usual do tipo sugerido por Berker e Kadanoff onde demonstramos que as correlações decaem algebricamente com a distância.

EST 47/14.00/4a.

CRITICALIDADE DO MODELO DE ISING COM INTERAÇÕES A 2 E 3 SPINS  
SUBMETIDO A UM CAMPO EXTERNO EM FRACTAIS DO TIPO SIERPINSKI-  
GASKET. Ricardo Luis Brito Costa (Universidade Federal Flumi-

nense - UFV, RJ) e Aglaé Cristina Navarro de Magalhães (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF, RJ).

O modelo de Ising com interações a 2 e 3 spins (constantes de acoplamento  $J_2$  e  $J_3$ , respectivamente) sujeito a um campo magnético externo  $H$  é estudado, através de uma transformação exata do Grupo de Renormalização no Espaço Real, em fractais que são generalizações da família Sierpinski-Gasket. Tais generalizações são constituídas de  $m$  folhas desta família conectadas por 3 vértices em cada estágio de construção do fractal. Restringimo-nos aos ramos com lados  $b=2$  e  $b=4$ . Já foi observado anteriormente que, para  $b=4$ ,  $m \geq 16$ ,  $J_2 < 0$  e  $J_3 = H = 0$ , surge uma fase antiferromagnética não usual onde a função de correlação decai algebricamente com a distância. Observamos qual a influência dos termos de quebra de simetria  $J_3$  e  $H$  sobre a fronteira crítica do modelo acima mencionado, assim como calculamos também alguns expoentes críticos.

## Análise de Estruturas Fractais por Difração de Luz \*

Cláudia C V Oliveira, Pedro Licinio e Marcos A Pimenta

Departamento de Física - ICEX - Universidade Federal de Minas Gerais -  
C.P.702 - 30610 Belo Horizonte MG.

A técnica de difração permite a análise de estruturas no espaço de Fourier. Apresentamos aqui estudos realizados sobre o Triângulo de Sierpinsky. Comparamos os resultados experimentais com um cálculo analítico da transformada de Fourier. As figuras se superpõem com precisão em uma grande faixa dos vetores de onda do espalhamento. Observamos desvios na distribuição de intensidades para os maiores vetores de onda, que correspondem aos menores detalhes do triângulo. Esta técnica será agora utilizada para o estudo de fractais físicos não determinísticos.

\*Agências financiadoras: FAPEMIG, CNPq e FINEP

## GENERALIZAÇÃO A PARTIR DE EXEMPLOS NO MODELO RS

M.C. Branchtein, J.J. Arenson, R.M.C. de Almeida e J.R. Iglesias  
Instituto de Física - UFRGS  
C.P. 15051  
91500 Porto Alegre RS

A habilidade do modelo RS em extrapolar conceitos a partir de exemplos é estudada via simulação numérica. Exemplos  $\{\xi^{\mu\nu}\}$  ( $\mu = 1, \dots, P$  e  $\nu = 1, \dots, S$ ) com ruído  $r$  em relação aos conceitos  $\{\xi^{\mu\nu}\}$  são ensinados e verifica-se a fidelidade com que os conceitos são aprendidos em função da carga da rede, do número de exemplos e do ruído inicial nos exemplos. Ao generalizar, o sistema cria um mínimo de energia localizado do centro de massa de todos os padrões. O modelo RS comporta-se como o modelo de Hopfield no limite  $\alpha = P/N = 0$ . Resultados são apresentados para diversos valores de  $\alpha$  e  $r$ .

## MODELOS COM MULTI-INTERAÇÕES EM REDES DE NEURÓNIOS

J.J. Arenson\*, R.M.C. de Almeida\*, J.R. Iglesias\*, T.J.P. Penna\*\* e P.M.C. de Oliveira\*\*  
\* Instituto de Física - UFRGS, C.P. 15051, 91500 Porto Alegre RS  
\*\* Instituto de Física - UFF, C.P. 100296, 24020 Niterói RJ

Dois modelos envolvendo interações entre dois e quatro neurónios são estudados via simulação numérica. O primeiro é um caso particular do modelo RS (TRS) e sua função energia é dada por:

$$E_{TRS} = N \left[ - \sum_{\mu} m_{\mu}^2 + \sum_{\mu, \nu} m_{\mu}^2 m_{\nu}^2 \right]$$

enquanto que o segundo é uma generalização do modelo de Hopfield mantendo os termos bilínicos (HG):

$$E_{HG} = - \frac{N}{2} \left[ \sum_{\mu} m_{\mu}^2 + \eta \sum_{\mu} m_{\mu}^4 \right]$$

Os resultados mostram que ambos possuem comportamentos absolutamente diversos: GH ( $k = 4$ ) apresenta boa qualidade de recuperação até  $\alpha = P/N \approx 1.7$  quando deixa abruptamente de funcionar como memória associativa ao passo que, no modelo TRS, a qualidade decresce mais suavemente. As bacias de atração diminuem com  $\alpha$  no primeiro caso enquanto que são invariantes no segundo, embora a qualidade na recuperação seja menor. Também medimos o tempo necessário para um padrão ser recuperado e os resultados comprovam as diferenças entre os modelos.

## RECONHECIMENTO DE PADRÕES DESLOCADOS POR REDES NEURAIS

C. G. Cayula, T. J. P. Penna, P. M. C. de Oliveira,  
Instituto de Física - UFF, CP 258, Niterói-RJ

O reconhecimento de padrões por redes neurais é um processo dinâmico que permite a recuperação de informações, mesmo modificadas, se estas forem previamente armazenadas em uma rede. Imagens digitalizadas podem ser armazenadas em redes neurais considerando, por exemplo, pixels brancos como neurônios ativos e pixels pretos como neurônios passivos.

Uma limitação dos modelos atuais de redes neurais é não conseguirem recuperar padrões deslocados.

Este trabalho consiste em recuperar este tipo de imagens armazenando como padrão não mais a imagem inicial, mas o seu padrão de difração.

Os resultados obtidos até agora são bastante satisfatórios no caso em que só ocorre o deslocamento do padrão. No caso em que introduzimos ruídos e nenhum deslocamento é feito as bacias de atração do modelo original são maiores do que usando-se a transformada.

## ESPAÇO DE INTERAÇÕES EM REDES NEURAIS COM HIERARQUIA ESPACIAL

M.A. Pires Idiart e Albe Theumann, Instituto de Física, UFRGS.

\*Endereço atual: Physics Department, Brandeis University, Boston, U.S.A.

Utilizamos o método de Gardner<sup>1</sup> para o estudo do espaço de fase das interações num modelo de redes organizadas em aglomerados com ligações hierárquicas<sup>2</sup>. Neste modelo são recuperados não só os padrões originais ou "ancestrais", como também uma família de "descendentes".

Com o método de Gardner investiga-se a capacidade crítica de armazenamento do  $p = \alpha N$  memórias que são pontos fixos da equação de evolução:

$$\xi_i^{\mu}(t+1) = \text{sgn} \left\{ \sum_j J_{ij} \xi_j^{\mu}(t) \right\} \quad (1)$$

$\mu = 1, 2, \dots, p$ , enquanto os  $J_{ij}$  são variáveis dinâmicas sem simetria definida,  $J_{ij} \neq J_{ji}$ ; e satisfazem uma condição esférica restrita aos aglomerados. A capacidade crítica  $\alpha_c$  é calculada nos dois casos, quando só os padrões ancestrais são estados metaestáveis e também quando os ancestrais e descendentes satisfazem a Eq. (1).

1. J. Phys. A: Math. Gen. 21 257 (1988)

2. M.A. Pires Idiart and A. Theumann, J. Phys. A: Math. Gen. 24 L 649 (1991) e a ser publicado

## EFEITO DO RUÍDO NA CAPACIDADE DE GENERALIZAÇÃO NO MODELO DE HOPFIELD

Paulo R. Krebs e Walter K. Theumann

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 - Porto Alegre - RS.

Estuda-se a capacidade de generalização no modelo de Hopfield treinado com exemplos  $\{\xi_i^{\mu}\}$ ,  $\mu = 1, \dots, s$  de um conceito  $\{\xi_i^{\mu}\}$ ,  $\mu = 1, \dots, p$  em função do ruído. Para  $\alpha = pN = 0$  observa-se que a baixa temperatura o número crítico de exemplos para iniciar a generalização é menor que para o caso  $T = 0$ , embora o erro de generalização é maior. No caso  $\alpha \neq 0$  obtêm-se os diagramas de fase  $(\alpha, T)$ , e o comportamento do erro de generalização em função da temperatura, do número de exemplos e da correlação entre exemplos e conceitos. O erro de generalização a baixa temperatura apresenta uma descontinuidade similar à achada por Fontanari [1] em  $T = 0$ .

[1] J. F. Fontanari, J. Phys. France, 51, 2421 (1990).

EST 54/14.00/5a.

ERGODICIDADE EM SIMULAÇÕES DA TRANSIÇÃO ORDEN-DESORDEN EM DUAS DIMENSÕES. J.R. Iglesias, Maria Clara Adams e Rita M.C. de Almeida. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A transição orden-desorden em duas dimensões é simulada mediante dois métodos, Monte Carlo e automata celular e ambos métodos exibem não-ergodicidade, ou seja a evolução temporal do sistema não explora todo o espaço de fases acessível. Realizamos então uma pesquisa do efeito das condições iniciais na ergodicidade de simulação; propagação de dano.

A energia média, o calor específico e a correlação em função da distância são calculadas tomando médias sobre todo o espaço de fases pela introdução de dano.

EST 41/14.00/5a.

### VIDRO DE SPINS DE ISING COM $S=1$ E TERMO DE INTERAÇÃO QUADRUPOLAR UNIFORME

F. A. de Costa

Departamento de Física - CCET - UFS  
Campus Universitário - 49000 - Aracaju - SE

F. D. Nohre

Departamento de Física Teórica e Experimental - UFRN  
Campus Universitário - C.P. 1641 - 59073 - Natal - RN

#### Resumo

O modelo de vidro de spins de Ising (spin 1) com interações de alcance infinito e inclusão de um termo de interação quadrupolar uniforme é estudado através do método das réplicas. O diagrama de fases no espaço de simetria entre réplicas, assim como a análise da estabilidade desta solução são investigados. O esquema de quebra da simetria entre réplicas de Parisi é implementado para tal modelo.

EST 42/14.00/5a.

### Relievo Energético em Vidros de Spins

Paulo Murilo Castro de Oliveira

Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense

Cx. Postal 100296, Niterói, Rio de Janeiro, 24020

e-mail FMOO@LNOC ou GFIPMOO@BRUFF

Considera-se o vidro de spin de Ising com acoplamentos  $\pm J$ , numa rede quadrada. Invertendo-se um único spin de cada vez, segundo uma regra dinâmica bem definida, consegue-se varrer o espaço de estados passando alternadamente por mínimos e máximos locais da energia. Várias quantidades de interesse são medidas nestes estados particulares, permitindo interpretações sobre este sistema complexo e seu relevo energético.



## PROPAGAÇÃO DE DANO EM VIDROS DE SPIN ASSIMÉTRICOS

B.M.C. de Almeida<sup>(1)</sup> e I.A. Campbell<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Física, UFRGS, C.P. 15051 - 91500 Porto Alegre, RS

<sup>(2)</sup>Physique des Solides - Université de Paris Sud - 91405 -ORSAY - França

Estudamos numericamente vidros de spin em 2,3,4 dimensões e em campo médio como função do grau de assimetria nas interações entre spins. A propagação de dano foi utilizada para analisar os efeitos no ordenamento de vidro de spin devido à introdução de assimetria nos acoplamentos. Em todas dimensões a temperatura crítica para a propagação de dano é bastante insensível à assimetria, mas o ordenamento de vidro de spin é fortemente suprimido por qualquer grau de assimetria.

## Dinâmica do modelo de van Hemmen de vidro de spin

Francisco A. Tamarit e Evaldo M. F. Curado

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CNPq

Rua Xavier Sigaud 150, 22290, Rio de Janeiro

Estudamos o comportamento dinâmico do modelo de van Hemmen de vidro de spin comparando a evolução temporal de duas configurações submetidas ao mesmo ruído térmico. Observamos que o sistema sofre diferentes transições dinâmicas entre as fases paramagnética, vidro de spin, ferromagnética e mista. O diagrama de fases termodinâmico concorda com o diagrama termodinâmico já conhecido. Na fase vidro de spin, o sistema apresenta um comportamento dinâmico diferente do observado em modelos de curto alcance e no modelo Sherrington-Kirkpatrick.

## DINÂMICA CRÍTICA DO MODELO DE KAWASAKI

A. C. Moreira, J. Kamphorst Leal da Silva, F. C. Sá Barreto - UFMG

Consideramos modelos de Ising cinéticos unidimensionais com conservação do parâmetro de ordem. A taxa de troca entre dois spins separados por uma distância  $r$  é dada por  $w \propto r^{-\mu}$ , onde o parâmetro  $\mu$  varia no intervalo de  $(0, \infty)$ . Estudamos a relevância das leis de conservação globais sobre a determinação das classes de universalidade. Obtivemos o expoente ( $\alpha$ ) de 'critical slowing down' através da taxa de resposta inicial do parâmetro de ordem e assumindo a hipótese de scaling para o tempo de relaxação. Verificamos que para valores do parâmetro  $\mu \geq 4$ , os modelos pertencem à mesma classe de universalidade do modelo de Kawasaki padrão, independente da distância máxima de troca entre os spins. No caso de valores menores do parâmetro  $\mu$ , vemos surgir uma dependência entre o alcance das trocas e os expoentes críticos. Em particular, quando a distância máxima de troca é proporcional ao comprimento de correlação do sistema, os modelos pertencem a novas classes de universalidade.

EST 46/14/00/5a.

**DINÂMICA AUTO-CONSISTENTE PARA MODELOS DE ISING COM DESORDEN.**  
E. Taveres da Silva<sup>1</sup>, H. Caticha e S.R. Salinas, Instituto de Física, Universidade de São Paulo.

Usamos uma aproximação auto-consistente para estudar a dinâmica de Glauber de sistemas de spins. A partir dos pontos fixos de relações de recorrência, obtemos diagramas de fases de modelos de Ising na presença de campos aleatórios, diluição de ligações ou diluição de sítios. Estudamos aglomerados de várias coordenações. Os resultados obtidos são comparados com valores provenientes de outros cálculos. Para coordenações muito grandes recuperamos os resultados usuais de campo médio. Também vamos apresentar resultados preliminares para um modelo de Ising de spin 1 na presença de uma anisotropia aleatória.

Endereço Permanente: Departamento de Física, CCEN, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.

EST 47/14.00/5a.

### UM MODELO SIMPLES PARA FRATURAS

João Guilherme Moreira (UFMG)

Américo T. Bernardes (USP)

#### Resumo

Propomos um modelo de tiras que podem arrebentar com uma probabilidade que depende da energia armazenada e do número de tiras vizinhas. Quando uma tira arrebenta pode ocorrer uma reação em cadeia, que tenta simular as trinças responsáveis pelas fraturas. Levantamos o diagrama de fases e o perfil final. Estudamos a existência de relações de escala propostas por Arcangeli e colab. [Phys. Rev. B 40 877 (1989)], a dimensão fractal do perfil e a rugosidade desse perfil.

EST 48/14.00/5a.

### RELAÇÕES DE ESCALA EM FRATURAS BIDIMENSIONAIS

Ismael Lima Mendes Sobrinho (UFMG)

João Guilherme Moreira (UFMG)

J Jefferson Rompão da Silva (UFMG)

Américo T. Bernardes (USP)

#### Resumo

Tiras de papel de várias larguras são submetidas a tensões uniaxiais até a ruptura. Estudamos os diagramas de tensão obtidos e os perfis das fraturas em busca de possíveis relações de escala que ocorram em fraturas bidimensionais.

COM

## DEPOSIÇÃO GAUSSIANA E DIFUSÃO

Romuel F. Machado (UFMG)

José Guilherme Moreira (UFMG)

## Resumo

Simulamos o crescimento sobre um substrato com difusão, sendo que a deposição obedece a uma distribuição gaussiana de largura  $\sigma$ . A rugosidade  $w$  obedece à relação de escala

$$w(L, h) \sim L^\alpha f\left(\frac{h}{L^\beta}\right),$$

onde  $L$  é o tamanho do substrato e  $h$  a altura média. A função  $f(x)$  é tal que  $f(x) \sim x^\alpha$  para  $x \ll 1$  e  $f(x) = \text{constante}$  para  $x \gg 1$ . Investigamos a influência de  $\sigma$  nos expoentes  $\alpha$  e  $\beta$ .

O cálculo do espectro de singularidades  $f(\alpha)$  tem se mostrado útil na caracterização estática de sistemas caóticos dissipativos.

Estuda-se métodos numéricos de avaliação do espectro de singularidades em sinais experimentais propostos recentemente[1], que o calculam de maneira direta (não através da transformada da Legendre de  $(q-1)Dq$ ); a que utilizam a técnica de contagem de caixa (box counting) no levantamento de probabilidades.

Conclui-se que o resultado dos métodos depende decisivamente da técnica utilizada no levantamento de probabilidades, que no caso é deficiente, devido à uniformidade das células da grade utilizada na contagem da caixa. Tais limitações podem chegar a inviabilizar a aplicação dos referidos métodos a sinais experimentais.

- [1] A. Chhabra, R.V. Jensen, Phys. Rev. Lett. 62 (1989) 1327.  
 C. Renneau, K.K. Irivazan, Phys. Lett. A 137 (1989) 703.

## TEMPO DE RELAXAÇÃO NO AUTÔMATO DE DOMANY-KINZEL.

G.F.Zchende[1], T.J.P.Penna[1], M.L.Martins[2], C.T.Mellis[2].

[1]-Instituto de Física-UFF, CP 290, Niterói-RJ.

[2]-CBPF, RJ-RJ.

A partir de simulações de Monte Carlo, estudamos o comportamento da magnetização (parâmetro de ordem da rede) para o autômato celular probabilístico de Domany-Kinzel, tendo em vista que os autômatos celulares são sistemas dinâmicos totalmente discretos (tempo, espaço e número de estados) e de dinâmica determinística ou probabilística. Esse estudo então será direcionado na extração, através de um trabalho computacional intenso, do tempo de relaxação de magnetização com o respectivo expoente crítico, na fase congelada.

## AUTÔMATO CELULAR DE DOMANY-KINSEL: SUSCETIBILIDADE E CORRELAÇÕES

Marcelo L. Martins<sup>1,2</sup>, T.J.P. Penna<sup>3</sup> e C. Tsallis<sup>2</sup>.

1. Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa-MG
2. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF
3. Departamento de Física, Universidade Federal Fluminense

Através de simulação computacional estudamos a suscetibilidade e obtemos seu expoente crítico para a transição "frozen-active" no autômato de Domany-Kinzel. Introduzindo correlações nesse autômato, isto é, atualizando-se com um mesmo número aleatório um conjunto de  $1 \leq n \leq N$  sítios, estudamos o diagrama de fases e os expoentes críticos desse autômato correlacionado.

## Diagrama de Fase de Linhas de Vórtices em Supercondutores Anisotrópicos. R. Cavalcanti, G. Carneiro e A. Gartner. Depto. de Física FUC/RJ.

A técnica de simulação Monte Carlo (MC) do modelo de London anisotrópico na rede, por nós desenvolvida [1], é utilizada para determinar o diagrama de fase de linhas de vórtices em supercondutores anisotrópicos. Relatamos os resultados obtidos para 6 linhas colocadas em uma rede espacial com  $6 \times 6 \times 6$  sítios. Observamos a existência de uma fase ordenada a baixas temperaturas, na qual as linhas formam uma rede de vórtices. A fusão dessa rede ocorre a uma temperatura  $T_M$  menor que a temperatura  $T_C$  da transição supercondutor normal. Acima de  $T_M$ , observamos uma fase desordenada com correlações entre vórtices características de um fluido. Obtemos ainda  $T_M$  em função do parâmetro de anisotropia. Apresentamos, também, resultados de simulações de linhas de vórtices colocadas em uma rede espacial contendo  $12 \times 12 \times 12$  sítios. Essa rede de maiores dimensões permite que investiguemos, além da dependência de  $T_M$  no parâmetro de anisotropia, sua variação com a densidade de linhas e que estudemos em maior detalhe a natureza das correlações entre vórtices na fase desordenada. Investigamos, também, se é possível verificar a previsão teórica [2] de que a curva de fusão é fortemente influenciada pela blindagem das interações entre vórtices por flutuações térmicas.

- 1- R. Cavalcanti, G. Carneiro e A. Gartner, *Europhys. Lett.* 17, 449 (1992).
- 2- G. Carneiro, *Physica C* 183, 360 (1991).

## MODELO XY NA ESFERA-2D

Claudio Furtado e Fernando Moraes

Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

O modelo XY em espaços não-euclidianos tem sido bastante estudado [1]. Resolvemos o modelo no espaço esférico bidimensional, interessados na mecânica estatística de defeitos topológicos (vórtices). Mostraremos que o sistema exibe uma transição tipo Kosterlitz-Thouless [2], calculamos sua temperatura de transição e outras grandezas termodinâmicas. Aplicação do modelo será discutida para sistemas da natureza.

- [1] C. Callan e F. Wilczek, *Nuclear Phys. B* 340 (1990) 366.
- [2] G.M. Kosterlitz e D.J. Thouless, *J. Phys. C*6 (1973) 1181.

EST 55/14/00/5a.

## FASES MODULADAS NO MODELO DE MAGNELYA A T=0.

Jaír Líbero Cadorní e Carlos Seibití Orii Yokoi, Instituto de Física - Universidade de São Paulo.

O modelo de Magnelya é um modelo helicoidal, tipo XY planar com interações ferromagnéticas intraplanares, onde os vetores de spins estão contidos, e interações interplanares competitivas, submetido a um campo magnético externo paralelamente aos planos de magnetização. O modelo exibe arranjos helicoidais de spins, nos quais o período pode ser comensurável ou incommensurável com o período da rede.

Neste trabalho, consideramos a versão mais simples do modelo em que apenas interações entre primeiros e segundos vizinhos são consideradas, na direção axial. A temperatura de zero absoluto.

Usando expansões em componentes harmônicas para os ângulos de orientação dos spins, calculamos soluções aproximadas nas regiões de baixos e altos campos magnéticos, possibilitando, assim, um ponto de partida para busca de soluções numéricas mais precisas.

Baseados em outros modelos para sistemas modulados, o AXBYI, por exemplo, acreditamos que também o modelo de Magnelya possa apresentar fases moduladas com uma região de estabilidade apreciável. Assim sendo, diagramas de fases mais completos que os existentes na literatura podem ser construídos.

EST 56/14/00/5a.

PSEUDO PARTÍCULAS NO MODELO DE HEISENBERG BIDIMENSIONAL.  
Sérgio Talim - Dep. de Física, Univ. Federal de Ouro Preto

O modelo de Heisenberg bidimensional pode ser pensado no limite do contínuo, em um modelo  $\sigma$  não linear bidimensional isotrópico  $H = \lambda \int d^2x (V_{\vec{n}})^2$ , onde  $\vec{n}_i = S_i^x \vec{S}_i$  é o unitário na direção dos spins. Este modelo suporta excitações não-lineares localizadas (pseudo-partículas) que são metaestáveis [1,2]. O papel destas excitações nas propriedades estáticas e dinâmicas do modelo de Heisenberg real (que é discreto) no limite clássico será o tema deste trabalho. Será mostrada a estabilidade destas excitações na rede ferromagnética e antiferromagnética e o cálculo da função correlação dinâmica e da densidade de solitons ou pseudo-partículas.

- 1- A. A. Belavin e A. M. Polyakov - JETP Lett. 22 (1975), 245.  
2- S. Trimper - Phys. Lett. A 70 (1979), 114.

EST 57/14/00/5a.

## EFEITOS DE SUPERFÍCIE NA TRANSIÇÃO PARAMAGNÉTICA EM ANTIFERROMAGNETOS. J.M.B. de Moraes e M. Figueiredo. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina.

Consideramos um modelo de Heisenberg anisotrópico numa rede cúbica semi-infinita para um antiferromagneto na presença de um campo magnético externo. Utilizamos o método das funções de Green na aproximação SPA para calcular as energias de excitação das ondas de spin do volume e daquelas próximas à superfície livre do cristal. Mostramos que o espectro de energia renormalizado das ondas de spin de superfície apresenta um mínimo em função do campo para o mesmo vetor de onda que o espectro do volume (vértices da Zona de Brillouin). O campo crítico de transição é determinado quando esse mínimo vai a zero, ocasionando uma instabilidade na fase Paramagnética. Mostramos que o campo crítico decresce linearmente com a temperatura e que o valor de uma determinada temperatura a transição de fase Paramagnética tem início próximo à superfície cristalina.

ESTADO FUNDAMENTAL E ESPECTRO DE EXCITAÇÕES DE  
UMA CADEIA FM COM UM ÁTOMO ADSORVIDO NO  
EXTREMO, COM ACOPLAMENTO AFM

B. Selzer, N. Majlis  
Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense  
W. Figueiredo  
Universidade Federal de Santa Catarina

Temos obtido o estado fundamental exato, com o método da matriz de transferência, e em forma aproximada os estados excitados. Se discutem as consequências dos resultados como aproximação ao problema de uma superfície que se acopla anti-ferromagneticamente com o volume, como parece ser o caso da superfície (0001) do Gd.

CRUZAMENTO DIMENSIONAL EM AFM ANISÓTROPOS, II:  
COMPORTAMENTO A ALTAS TEMPERATURAS

N. Majlis, S. Selzer  
Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense  
G. Strinati  
Instituto di Fisica, Università di Roma

Consideramos um AF de Heisenberg com uma rede de spins do tipo  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  simplificada, com simetria tetragonal em volta do eixo b. Nos planos perpendiculares ao eixo b a constante de troca entre primeiros vizinhos  $J_1$  é muito maior que entre primeiros vizinhos em planos adjacentes,  $J_2$ . Para  $T < T_N$  já foram feitos cálculos em diversas aproximações, com o método das funções do Green (1). Agora calculamos o comprimento de coerência  $\xi$ , para  $T > T_N$ . Achamos, como em 1, que existe cruzamento de 3D a 2D quando  $\epsilon = J_1/J_2 \lesssim 10^{-2}$ .

1 - N. Majlis, S. Selzer, G. Strinati, Phys. Rev. B, April 1991.

ON THE CRITICAL BEHAVIOR OF THE  
ANISOTROPIC BIQUADRATIC SPIN-1 CHAIN  
Francisco Cavaliho Alcaraz (UFSCar)  
André Luis Malvezzi (UFSCar)

A study is made in the anisotropic biquadratic spin-1 Hamiltonian introduced by Batchelor et al<sup>1</sup>. This model can be represented as a sum of operators satisfying a Temperley-Lieb algebra. The Hamiltonian in an L-site chain is defined by

$$H_{\text{tot}}(L) = \sum_{i=1}^L \sigma_i$$

where

$$\begin{aligned} \sigma_i = & -(\tilde{S}_i \cdot \tilde{S}_{i+1})^2 \\ & + (\alpha \tilde{S}_i^z) [S_i^z S_{i+1}^z - (S_i^z)^2 (S_{i+1}^z)^2] \\ & - \frac{1}{2} (\alpha \lambda) [(S_i^z S_{i+1}^z + S_{i+1}^z S_i^z) (S_{i+1}^z - S_i^z) + \text{h.c.}] \\ & - 2(\alpha \lambda^2) [(S_i^z S_{i+1}^z + S_{i+1}^z S_i^z) S_i^z S_{i+1}^z + \text{h.c.}] \\ & - \frac{1}{2} (\alpha \lambda^2) [S_i^z S_{i+1}^z (S_{i+1}^z - S_i^z)]. \end{aligned}$$

$\tilde{S} = (S_x^z, S_y^z, S_z^z)$  are the spin 1  $SU(2)$  matrices and  $\lambda$  is a coupling constant. Its critical behavior is explored by using the relations between non-gaug amplitudes and critical exponents predicted by conformal invariance. The model, like in the XXZ chain, is found to exhibit a line of continuously varying exponents. Comparing its eigenspectrum with that of the XXZ Hamiltonian several exact values are predicted.

1. M. T. Batchelor, L. Mazziucchi, R. J. Nepomuceno and V. Rittenberg, J. Phys. A 23, L141 (1990)

## THE QUANTUM XYZ-SPIN 1/2 CHAIN AND FERMIONIZATION

E. C. ALKARIZ and S. R. DEHNEN

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar - São Carlos - SP

Conformal Invariance is known to play a prominent role in the study of two-dimensional critical lattice models. The quantum XYZ - spin 1/2 model, which is the one-dimensional quantum version of the celebrated Ising model, has been extensively studied under the scope of this hypothesis. For a chain of  $M$  sites, its Hamiltonian reads

$$H_{XYZ}^{\downarrow}(\gamma) = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^M (\sigma_i^x \sigma_{i+1}^x + \sigma_i^y \sigma_{i+1}^y - \cos \gamma \sigma_i^z \sigma_{i+1}^z)$$

where  $\sigma^x, \sigma^y, \sigma^z$  are Pauli matrices and  $-\cos \gamma$  is a coupling constant. By means of a Fermionization, we present an analytical solution to this model at its decoupling point  $\gamma = \pi/2$ , regardless of the boundary conditions assumed. The anomalous dimensions thus obtained agree exactly with those predicted by the Conformal Invariance Hypothesis. The degeneracy of the energy spectrum is also shown to be given by the Kac Character Formula for a  $U(1)$ -representation of a Kac-Moody algebra of a  $c=1$  theory.

## SUPERCONDUTORES EM CAMADAS E REDES HIERÁRQUICAS NÃO-EUCLIDIANAS

Fernando Moraes e José Américo de Miranda Neto

Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Um supercondutor em camadas, submetido a um campo magnético paralelo às camadas supercondutoras, é analisado com a ajuda das propriedades métricas e das simetrias intrínsecas de estruturas hierárquicas (rede de Bethe e Cactus de Husimi), modeladas no espaço hiperbólico. O comportamento dos mínimos da energia livre do sistema revela a uma sequência infinita de transições, dando origem a uma estrutura hierárquica complexa. Partindo de conceitos básicos de geometria hiperbólica e teoria de números (frações contínuas), mostramos que os rótulos assumidos pelos mínimos da energia livre, são naturalmente obtidos ao analisarmos os pontos de interseção (seqüências de corte) entre a rede de Bethe e o cactus de Husimi. A obtenção de resultados satisfatórios não só possibilita uma reanálise das avaliações já existentes na literatura<sup>(\*)</sup>, como também abre a perspectiva da busca de simetrias escondidas (não-euclidianas) em tal sistema físico.

(\*) Levitor I S 1991 Phys. Rev. Lett. 66 224.

## TEORIA CINÉTICA DE MISTURAS BASEADA NO MODELO B.G.K.

A.G. Bezerra Jr. e G.M. Kremer, Departamento de Física, UFPE

Desenvolvemos uma teoria cinética para misturas de gases monoatômicos de modo semelhante ao proposto por Bhatnagar, Gross e Krook (BGK) para um único gás. Neste modelo o operador matematicamente complexo da colisão de Boltzmann é substituído por um termo diretamente proporcional ao desvio do equilíbrio, da função de distribuição e inversamente proporcional a um termo de relaxação. O objetivo é a determinação dos coeficientes de transporte e a verificação das relações de Onsager.

EST 64/14.00/5a.

#### COEFICIENTES DE TRANSPORTE PARA PLASMAS

M.C. Rodbard e C.N. Kramer, Departamento de Física, UFPE

A partir de uma teoria cinética, determinamos os coeficientes de viscosidade cisalhante, condutividade térmica, difusão e difusão térmica para um plasma parcialmente ionizado. O gás é considerado como sendo constituído por prótons, elétrons e partículas neutras, com potenciais de interação, coulumbiano entre as partículas carregadas, de indução entre as carregadas e neutras e de repulsão entre as neutras.

EST 65/14.00/5a.

#### GÁS DE ELÉTRONS COM N ORBITAIS POR SÍTIO NUM CAMPO MAGNÉTICO. RESULTADOS PARA MAGNETOCONDUTIVIDADE EM ORDEM $1/N$ . II

Sérgio G. Magalhães\* e Alba Theumann, Instituto de Física, UFRGS.

\*Departamento de Matemática - UFSM

Seguindo a linha de pesquisa anterior<sup>1</sup>, calculamos exatamente a magnetocondutividade no limite de campo magnético fraco através da generalização da fórmula de Abrikosov para N orbitais eletrônicos. Mostramos que para os diagramas de Feynman obtidos em ordem  $1/N$ , a aplicação da fórmula de Abrikosov juntamente com o fato do potencial aleatório ser de contato, implica no cancelamento dos diagramas, exceto uma classe que corresponde exatamente aos diagramas maximamente cruzados encontrados num modelo usual de elétrons em presença de potenciais desordenados. Nestas condições, recuperamos a magnetocondutividade do efeito de localização fraco<sup>2</sup>.

1. XIV Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Caxambu (MG), 1991.

2. Alba Theumann e S. G. Magalhães, Phys. Rev. B **32** 3728 (1985).

EST 30/14.00/5a.

#### THE QUANTUM PERCOLATION

Mecna Vipin and V. Srinivasa

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

and

School of Physics, University of Hyderabad, Hyderabad 500134, India

The quantum-mechanical analogue of the percolation phenomenon has been introduced and discussed and a scaling theory for it has been developed.



EST 31/14.00/6a.

PROBABILIDADE DE PERCOLAÇÃO DIRECIONADA  
R.N.Onody e U.P.C.Neves - Instituto de Física de São Carlos - USP

Através da técnica de matriz de transferência obtemos uma expansão em série da probabilidade de percolação via sítios na rede quadrada direcionada. Mostramos que o método também pode ser utilizado para a obtenção do tamanho médio dos clusters. Uma análise baseada em aproximações de Padé nos fornece uma estimativa da probabilidade crítica e do expoente crítico  $\beta$  desse sistema.

EST 32/14.00/6a.

TRANSIÇÃO DE COLAPSO EM POLÍMEROS RAMIFICADOS  
M.N.Hazbun e R.N.Onody - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP

Estudamos o colapso de polímeros ramificados em um modelo com interação atrativa entre os monômeros. O modelo exibe a presença de um ponto tricrítico separando linhas de transição de fase de 1ª ordem e de 2ª ordem. Analisamos o diagrama de fases, o calor específico e estimamos os expoentes críticos do sistema.

EST 33/14.00/6a.

POLIMERIZAÇÃO COM LIGAÇÕES RECORIDAS ENTRE CADEIAS NA REDE QUADRADA.  
Jürgen F. Stilck<sup>(1)</sup> e Mécia F. Barboza<sup>(2)</sup> - (1) Departamento de Física da UFSC. (2) UFRJ.

Há evidências de um diagrama de fases rico, com um ponto crítico terminal e um ponto tricrítico diferentes, com duas fases ordenadas, se considerar o problema de polimerização numa rede quadrada em condições de equilíbrio químico quando se admite a possibilidade de ligações inter e intra cadeias poliméricas.

Estamos abordando este problema via técnicas de matriz de transferência para sítios de largura finita, empregando argumentos de "finite size scaling" para inferir as propriedades do modelo na rede bidimensional.

INT 24/14.00/86.

**ESTRUTURAS DISSIPATIVAS ESPAÇO-TEMPORAIS EM SUPERFÍCIES CATALÍTICAS NÃO-HOMOGÊNEAS - Diana Lina Haia e Roberto Fernandes Silva Andrade - Instituto de Física - UFPA**

Faizimos de um modelo que descreve adequadamente estados oscilatórios homogêneos na oxidação de CO sobre Pt(100) e investigamos a formação de estruturas dissipativas espaço-temporais na superfície do catalizador. Neste caso as variáveis do modelo passam a depender da posição e termos de difusão são considerados. Se a superfície é homogênea encontra-se, através da integração numérica, dois tipos de comportamentos: padrões estáticos modulados espacialmente ou oscilações sincronizadas em toda a superfície. Apresentamos resultados obtidos quando a superfície é não-homogênea. Esta hipótese tem justificativa experimental e altera localmente as propriedades catalíticas da superfície. Com esta modificação abrem-se novas possibilidades para a descrição teórica das soluções do tipo propagação de onda reveladas experimentalmente.

INT 25/14.00/86.

**DESCRIÇÃO DOS REGIMES REGULAR E CAÓTICO DO MODELO DE HÉNON-HEILES POR MEIO DE DUAS FORMAS NORMAIS - Snyti Tavares Rubin de Pinho e Roberto Fernandes Silva Andrade - Instituto de Física - UFPA**

As transformações de Formas Normais (TFN) usadas até então na investigação do Modelo de Hénon-Heiles (MHH) são construídas em torno da origem. Elas falham em não descrever o comportamento caótico observado para maiores valores de energia, quando as trajetórias se afastam deste ponto. A construção de outra TFN em torno dos pontos não-elípticos do modelo revela que ela descreve adequadamente as trajetórias do sistema enquanto as mesmas estão perto destes pontos. Assim desenvolvemos um processo numérico para a integração das trajetórias do MHH para longos intervalos de tempo, no qual a trajetória é descrita por uma ou outra forma normal em função de critérios que consideram sua posição no espaço de fase e da energia calculada por cada uma das TFNs. O procedimento reproduz tanto o regime regular dos baixos valores de energia como o regime caótico das trajetórias para valores maiores de energia. Nestes casos detectamos tanto a preservação dos toros não-resonantes como a destruição dos ressonantes.

INT 26/14.00/86.

**TRANSFORMAÇÕES DE SIMETRIA E O PROBLEMA DE HÉNON-HEILES  
Zolacir T. de Oliveira Jr. e J. David N. Vianna  
Departamento da Física - Universidade de Brasília  
70910 - Brasília - D.F.**

Usando transformações infinitesimais e o método utilizado por Soares Neto e Vianna [J. Phys. A: Math. Gen. (1988)] no estudo de simetrias e equações diferenciais, procuramos determinar o número máximo de geradores para uma classe de sistemas de equações diferenciais dada por:

$$\begin{aligned} \dot{q}_1 &= a q_1 + b q_1 q_2 \\ \dot{q}_2 &= c q_2 + d q_1^2 + e q_2^2 \quad ; \quad a, b, c, d, e \in \mathbb{C} \end{aligned} \quad (1)$$

Essa classe de sistemas contém as equações de movimento do problema de Hénon-Heiles como um caso particular (i.e.  $a=c=d=1$ ,  $b=-2$ ,  $e=1$ ). Nossos resultados mostram que para a classe de sistemas estudados há apenas um integral isolante, a energia. Desta forma mostramos que o resultado conhecido para o problema de Hénon-Heiles é verificado para uma classe mais ampla de sistemas.

**Um teorema sobre equações diferenciais não-lineares  
a coeficientes quasi-periódicos. Aplicação à equação  
de Duffing dissipativa e forçada.**

**Tarcísio Marciano da Rocha Filho**

Departamento de Física - Universidade de Brasília.

**Léon Brenig**

Faculté des Sciences - Université Libre de Bruxelles - Bruxelles - Bélgica.

Apresentamos um método sistemático para o estudo de equações diferenciais ordinárias a coeficientes quasi-periódicos no tempo. O método consiste no uso da teoria das formas normais de Poincaré-Dulac e das transformações quasi-moebianas introduzidas por um dos autores. Neste trabalho demonstramos o seguinte teorema: todo sistema de equações diferenciais ordinárias de dimensão  $N$  e a coeficientes quasi-periódicos é equivalente a um sistema autônomo de igual dimensão na região de convergência da transformação de Poincaré. O método é aplicado à equação de Duffing dissipativa com uma força quasi-periódica, o que é útil na determinação da existência de ciclos-limita.

Grupo a um parâmetro de simetrias e a redução na dimensão de um sistema de equações diferenciais: Uma aplicação a equações do tipo  $X''' = F(t, X, X', X'')$ .

**Annibal D. Figueiredo Neto e Tarcísio M. Rocha Filho**

Departamento de Física - Universidade de Brasília.

70910 - Brasília - DF - Brasil.

É bastante conhecido na literatura o significado de transformações de simetria para descrever propriedades de sistemas físicos. O teorema de Noether estabelece uma conexão precisa entre as quantidades conservadas de um sistema na dinâmica Hamiltoniana e as simetrias da ação integral. Estas quantidades conservadas servem para reduzir a dimensão do sistema de equações diferenciais a ser resolvido. Sabemos que o teorema de Noether não fornece necessariamente todas as simetrias associadas a um sistema na dinâmica Hamiltoniana. Por outro lado, temos sistemas não Hamiltonianos cuja as equações possuem simetrias. Estamos interessados em mostrar como estas podem nos ajudar a abelizar a dimensão do sistema de equações a ser integrado. Arnold desenvolveu um teorema que nos permite abelizar a dimensão de um sistema mediante a aplicação de um grupo de simetrias a um parâmetro. No presente trabalho procuramos aplicar explicitamente o método de integração por simetrias a uma equação de terceira ordem não autônoma do tipo  $X''' = F_0(t) + F_1(t)X + F_2(t)X' + F_3(t)X''$ .

**Sistemas Quânticos Fora do Equilíbrio  
com Forças Dissipativas**

**O. Baumgarten F<sup>o</sup> e C. Scherer**

Instituto de Física UFRGS, Porto Alegre

Uma distribuição de "quase-probabilidade" no espaço de fase, para sistemas quânticos, a distribuição de Wigner,  $W(q, p, t)$ , tem sido usada nos últimos anos no estudo de transporte eletrônico em dispositivos de estado sólido, entendidos como sistemas quânticos abertos fora do equilíbrio[1]. Nós propomos uma nova equação para a evolução de  $W(q, p, t)$  que pode ser usada também em presença de forças dissipativas, ampliando, portanto, o domínio de aplicabilidade do método de funções de Wigner, que tem sido usado exclusivamente no estudo de dispositivos ideais, conservativos. Apresentamos os argumentos que justificam a nova equação a priori e os resultados de sua aplicação a sistemas simples, que justificam-na a posteriori.

[1] Para uma revisão veja W. Frenley, Rev. Mod. Phys. 62, 745 (1990).

EST 40/14.00/86.

**DESCRIÇÃO ESTOCÁSTICA DA MISTURA ATÔMICA INDUZIDA NUM SÓLIDO POR IRRADIAÇÃO**

J.A.T. Borges da Costa\* e C. Scherer†

\*Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria, 97.119 - Santa Maria - RS.  
 †Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 - Porto Alegre - RS.

O processo de mistura atômica induzida em sólidos irradiados com partículas é concebido como o efeito cumulativo de sucessivas modificações instantâneas das distribuições espaciais dos átomos dentro de volumes finitos em torno da trajetória das partículas incidentes. A teoria dos processos estocásticos é aplicada para descrever a cinética de evolução com a dose dos perfis de concentração atômica. Obtém-se uma equação de difusão generalizada, cujos coeficientes devem ser determinados pelo conhecimento tanto da forma da transformação induzida pela passagem de cada partícula pelo sólido como da distribuição espacial de probabilidade de ocorrência desses eventos. Como exemplo encontra-se a equação diferencial de evolução dos perfis de concentração para o problema idealizado, unidimensional, da mistura completa no interior de segmentos fechados. Outras aplicações e generalizações são sugeridas.

EST 41/14.00/86.

**MODELO SIMPLIFICADO DE MÁQUINA ESTOCÁSTICA PARA TRANSPORTE DE IONS ATRAVÉS DE MEMBRANAS CELULARES. Biela Fontes Lima (UFUSP), Joaquina Procópio (ICB-USF) e Newton Bernardes (UFUSP).**

Procópio e Forzes (1990) propuseram um mecanismo de transporte de íons pelo qual flutuações locais de concentração iônica abrem um canal iônico ("gate"), permitindo um fluxo difusivo de íons contra o gradiente médio de concentração através de um braço celular. Como esse mecanismo diminui a entropia total das soluções iônicas com as quais está em contato, deve-se ter em outra parte do sistema um aumento de entropia que pelo menos compense essa diminuição. No presente trabalho apresentamos um modelo de máquina estocástica de apenas 8 estados e discutimos a forma que as probabilidades de transição entre esses estados devem ter a fim de que a máquina funcione sem violar a segunda lei da termodinâmica. No modelo que estamos propondo o passo crítico é a inativação do canal (fechamento do "gate"), acoplada a uma reação química onde as concentrações de reagentes e produtos são mantidas fixas fora do equilíbrio (tipicamente a hidrólise de ATP). Presentemente estamos calculando o fluxo iônico, a produção de entropia e a eficiência da máquina em diversos regimes estacionários e no decaimento a esses regimes estacionários.

Procópio, J. e Forzes, J.A. (1990), J. of Colloidal and Interface Science, 134 (1), 279.

EST 42/14.00/86.

**SIMULAÇÃO DE SISTEMAS COM MUITAS PARTÍCULAS PELO MÉTODO DE DINÂMICA MOLECULAR - METOS C. DA OLIVEIRA, JOSÉ P. RINO - Universidade Federal de São Carlos - Departamento de Física.**

O método da Dinâmica Molecular consiste basicamente na resolução das equações de movimento de Newton para partículas sob a ação de um potencial de interação capaz de descrever o sistema físico de interesse. A resolução destas equações é obtida por métodos numéricos de integração, através de processos iterativos, do qual se obtêm trajetórias no espaço de fase, que analisadas por métodos da Mecânica Estatística, fornece grandezas observáveis experimentalmente, tais como temperatura, pressão, espectro de energia e o fator de estrutura obtido através das funções de correlação de pares.

O objetivo deste trabalho é a apresentação dos processos envolvidos no método, bem como dos resultados obtidos da simulação de um sistema de 108 moléculas de Argônio interagindo via potencial de Lennard-Jones. Os resultados obtidos estão em concordância com os experimentais.

EST 43/14.00/66.	APLICABILIDADE DA SIMULAÇÃO REVERSA DE MONTE CARLO EM FLUIDOS DE ESPERAS RÍGIDAS.
L. Degréve, J.A. Baranaukas (Deptº de Química - FFCLRP/USP)	
<p>A simulação reversa de Monte Carlo consiste em gerar configurações tridimensionais de pontos consistentes com uma função de distribuição experimental. Isto é obtido com base na técnica convencional de Monte Carlo substituindo-se o critério de aceitação de configurações baseado na variação da energia pelo critério de comparação da função de distribuição gerada com a função experimental. A amostragem, na simulação de Monte Carlo reversa, realiza-se também numa cadeia Markoviana. Esta técnica foi testada gerando configurações consistentes com funções de distribuição radial, VDR, obtidas pela técnica convencional de Monte Carlo aplicada a um fluido de esferas rígidas em várias densidades, idênticamente às simulações convencionais, o número de passos usados para convergência inicial e o número de passos usados na geração das funções são parâmetros a serem determinados com cuidado, podendo ser, em tratando, no primeiro caso muito menor que nas simulações convencionais. Da função da fração de empacotamento (razão da densidade numérica pela densidade de empacotamento mais denso), a reprodução das VDR é perfeita para frações até 0.4. Na fração 0.3, desvios de até 10% podem ser observados, principalmente nas regiões próximas aos mínimos e máximos. A extensão do sistema simulado raramente não influencia a precisão dos resultados a não ser a baixa fração de empacotamento. Neste caso, os sistemas com menos de 100 pontos não reproduzem as VDR satisfatoriamente. A independência do número de pontos utilizados para reproduzir a estrutura de fluido é de grande vantagem computacional nos estudos estruturais. Isto é de vital importância para os estudos de sistemas com distâncias intermoleculares menores que aproximadamente dois ou três diâmetros. Quanto menor o número de pontos, menor será o tempo de CPU uma vez que o número de cálculos na simulação reversa de Monte Carlo é também de ordem do quadrado do número de pontos usados.</p>	
CITq	

EST 44/14.00/66.	DIFUSÃO EM SISTEMAS BIDIMENSIONAIS. I.A. Berlin, L. Degréve (Dept. de Química, FFCLRP-USP) e M.A.A. Silva (FCFV/USP).
<p>Em todos os fenômenos dinâmicos que ocorrem na forma de reações químicas na superfície dos materiais, uma etapa importante do processo é a difusão dos reagentes e produtos sobre a superfície. O coeficiente de difusão apresenta sempre uma dependência estreita na dimensionalidade do sistema. No modelo simples de difusão de gases ideais em sistemas d-dimensionais, o coeficiente de difusão é dado simplesmente pelo produto da velocidade média das moléculas difusoras pelo livre percurso médio dividido por d. Uma abordagem para a descrição destes procedimentos fez uso do modelo de difusão em clusters percolados em redes. Com o objetivo de determinar a funcionalidade do coeficiente de difusão em sistemas bidimensionais, ele foi determinado em clusters percolados gerados sobre redes quadradas bidimensionais. O coeficiente de difusão apresenta uma grande dependência na probabilidade de ocupação, p, dos sítios de rede quadrada. Os resultados indicam que quando <math>p = 1</math> (todos os sítios ocupados) o processo de difusão é o de um gás ideal. O coeficiente de difusão decresce com p, apresentando para <math>p &lt; 0.83</math> um comportamento linear até a probabilidade crítica de percolação. Nos sistemas onde <math>p &lt; p_c</math>, o tamanho finito dos clusters não percolados implica que o coeficiente de difusão deve tender a zero. No modelo de difusão em rede sobre clusters percolados, a probabilidade de ocupação desempenha um papel oposto ao do coeficiente de sítio: menor p, maior a viscosidade do meio e consequentemente menor será o coeficiente de difusão. Estas considerações podem também se aplicar em sistemas onde reações de superfície conflitam com a difusão dos reagentes; neste último caso, p pode ser associada ao decaimento de energia livre no decorrer da reação.</p>	
CAPES - CITq	

EST 45/14.00/66.	UMA REPRESENTAÇÃO INTEGRAL COMO SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE SCHRÖDINGER. H.L. Monaco e G.G. Cabrera - IFGW-UNICAMP
<p>Obteve-se uma solução exata da equação de Schrödinger unidimensional para um potencial arbitrário, em termos de uma representação integral. Este resultado é demonstrado por um método que pode ser generalizado, a todo tipo de equação diferencial e de diferenças finitas lineares.</p>	
<p>Esta representação integral, analítica compacta, em medidas de tipo Riemann, apresenta um grande interesse no estudo das instabilidades paramétricas dadas pelos pontos de ramificação.</p>	

THE PHASE SPACE REPRESENTATION OF QUANTUM STATES  
AND THE GIBBS ENTROPY

Salomon S. Mizrahi and Marcelo A. Marchiolli

Departamento de Física, Universidade Federal de São Carlos  
Via Washington Luis, km 235, 13560, São Carlos, Sp

**ABSTRACT :** A wavefunction written in the squeezed-coherent states phase space representation permits the construction of a p-q probability distribution function. This enables us to analyse the quantum uncertainty principle by an alternative formulation to the usual product of variances, specifically, the entropy functionals. It is shown that these functionals give a measure of the lack of precise knowledge about the phase space variables, jointly and independently, and they also permit to quantify the correlation that exists among these variables.

"TRANSFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO E O COLAPSO DA FUNÇÃO DE ONDA". Salomon S. Mizrahi (DP/UFSCar) e Miled H. Y. Mousa (DFCM/IFQSC/USP)

Em seu trabalho sobre o processo do colapso da função de onda, A. Peres<sup>1</sup> conjectura um hamiltoniano que descreva a correlação entre objeto (e ser medido) e detector. Em virtude de "ruídos inevitáveis" devido ao meio-ambiente e inerentes a este hamiltoniano, os termos de coerência da fase presentes no operador estatístico (relativo ao estado final do sistema objeto/detector) são anulados. Procedemos, neste trabalho, a um estudo destas proposições de A. Peres, mediante a análise de correlações do tipo EPRB, onde a correlação objeto/detector é considerada junto à função de onda de duas partículas.

W. H. Zurek<sup>2</sup>, explicita formalmente a correlação detector/meio-ambiente, por meio da qual verifica que funções temporais relativas aos termos de coerência da fase (do operador estatístico) amortecem de modo extremamente rápido. Zurek, procura conferir rigor às proposições de Peres, atribuindo o processo do "colapso" à transferência de "informação" no sentido objeto -> detector -> meio-ambiente. Apresentamos, a este respeito, uma detalhada análise da transferência de informação à luz de um processo de detecção de correlações relativas a estados de uma partícula com seis graus de liberdade. No mais, formalizando-se o sistema, mostramos que a funções temporais, multiplicativas dos termos de coerência da fase, tornam-se significativamente menores com o aumento da temperatura.

1 - A. Peres, A. J. Phys. 54, 688 (1988).

2 - W. H. Zurek, "Quantum optics, gravitation and measurement theory". Ed. P. Maystre and M. O. Scully. NATO-ASI series, vol. 94, Plenum Press, N.Y. 1982.

SEQUÊNCIA DE FIBONACCI DE TERCEIRA ORDEM ASSOCIADA A UMA  
SINETRIA HEPTAGONAL NÃO PERIÓDICA

B.J.O. FRANCO, M.A. PUGENTA, PEDRO LICINIO E C.C.V. DE OLIVEIRA  
DF - UFPA

Em 1974 R. Feenrose encontrou um par de "darts" e "kites" que associações de maneira conveniente geram uma simetria pentagonal translacionalmente não periódica. Este esquema está associado a uma sequência de Fibonacci definida por

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$$

$$A + AB, \quad B + A$$

Recentemente encontramos uma relação de recorrência que gere números na base 10 que aos vez convertidos para a base 2 reproduz a regra de inflação acima. Em nosso trabalho tratamos de uma simetria heptagonal associada a uma sequência de terceira ordem, definida por

$$S_n = 2S_{n-1} + S_{n-2} - S_{n-3}$$

$$A + C, \quad B + CB + C + CBA$$

A transformação matricial correspondente é dada por uma matriz 3x3 cuja equação secular é  $x^3 - 2x^2 - x + 1 = 0$ . Para a construção da simetria heptagonal obtivemos quatro formas básicas cujos lados são proporcionais aos auto-valoros da matriz acima mencionada. Estas formas são três triângulos isósceles e um escaleno. A figura gerada constitui-se de um heptágono central circundado por sete outros idênticos ao primeiro. Este conjunto constitui um novo heptágono que podemos considerar como um novo centro circundado por sete heptágonos iguais a este último, e assim por diante, isto é, a figura obtida apresenta auto-similaridade. Notamos que temos simetria rotacional mas a figura é translacionalmente não periódica.

Apresentaremos também a análise de estrutura no espaço de Fourier por difração de luz.

EST 49/14.00/6a. TÉCNICA DE DIAGRAMAS NO MÉTODO CORRELATIVO NRO-SIMETRIZADO DO CAMPO AUTOCONSISTENTE PARA CRISTAIS COM FORTE ANARMONICIDADE. Montserrat F. Pascual, Vatcheslav I. Zubov. Departamento de Física. UFG.

O método utilizado permite incluir a contribuição principal dos termos anarmônicos fundamentais na energia livre sem a teoria de Perturbações. Esta última é empregada somente para corrigir os resultados. Com este fim se efetua a expansão em cumulantes da energia livre. Como parâmetro pequeno se escolhe a relação entre a amplitude efetiva das vibrações térmicas dos átomos e a distância média entre eles. As correções à energia livre são calculadas usando-se a técnica de diagramas. Cada linha no diagrama representa uma derivada do potencial interatômico, cada vértice um momento da função de uma partícula. A ordem da derivada é igual ao número de traços ao redor do vértice. Dá-se a classificação dos diagramas. Formula-se as regras de cálculo dos coeficientes e de sua transformação quando há uma transição de um diagrama para outros. Como aplicação, obtém-se a energia livre de um modelo unidimensional de cristal com forte anarmonicidade de quarta ordem, e com correções contendo termos até oitava ordem do parâmetro pequeno. O método elaborado permite também calcular momentos interatômicos de correlação.

EST 50/14.00/6a. MODELO DA MAIORIA COM CORRELAÇÃO. Constantino Tsallis\* e Uriel M.S. Costa\*\*

\* Centro Brasileiro de Pesquisa Física  
\*\* Universidade Federal de Alagoas

Estendemos o modelo da maioria (introduzido por Tsallis em 1982) no sentido de que introduzimos uma correlação entre primeiros vizinhos. Simulamos este modelo para vários valores de correlação e apresentamos o tamanho médio dos "clusters" bem como o parâmetro de ordem como função da concentração de um dos dois possíveis constituintes. Os nossos cálculos indicam que a correlação não modifica a classe de universalidade do sistema.

EST 51/14.00/6a. PROPRIEDADES DE TRANSPORTE EM GASES MONOATÔMICOS A BAIXAS TEMPERATURAS C.H. Lepienski e C.M. Kremer. Departamento de Física, UFPR

Através da teoria clássica dos gases, os coeficientes de transporte podem ser determinados como funções de integrais dimensionais denominadas integrais de colisão. O objetivo deste trabalho é o cálculo por integração numérica destas integrais, obtidas no caso quântico, considerando as potenciais de esfera rígida e de Lennard-Jones, e, a consequente determinação dos coeficientes de condutividade térmica e da viscosidade de cisalhamento resultantes de aproximações sucessivas até quinta ordem. A comparação com resultados clássicos também é realizada.

AS EQUAÇÕES LINEARIZADAS DE BURNETT PARA GASES POLIATÔMICOS

A.S. Fernandes e G.M. Kremer, Departamento de Física, UFFR

A partir de uma teoria cinética com base na equação de Boltzmann e no método de Chapman-Enskog determinamos, para gases poli-atômicos, expressões para o tensor pressão e para o fluxo de calor correspondentes à terceira aproximação da função de distribuição (equações de Burnett). As moléculas do gás são modeladas como esferas rígidas e rugosas. Determinamos ainda, os coeficientes de atenuação e as velocidades de fase para a propagação de ondas harmônicas planas com pequenas amplitudes.



**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**INS - Instrumentação**

## LASERS VIBRÔNICOS NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO

Nilson Dias Vieira Junior  
IPEN - CNEN/SP

Caracterizam-se como meio lasers ativos vibrônicos os elementos que, utilizados como dopantes em matrizes sólidas, apresentam forte interação elétron-fonon. Esse tipo de interação faz com que as transições eletrônicas dessas impurezas apresentem bandas largas, propícias para obtenção de ação laser sintonizável ou com geração de pulsos curtos. Dentre as categorias de lasers vibrônicos, destacam-se os lasers de centro de cor, os lasers de metais de transição e os lasers com dopantes associados a centros de cor. A maior parte desses lasers opera na região do infravermelho próximo. Em particular, destacam-se o laser de  $\text{Ti:Al}_2\text{O}_3$  e os lasers de metais de transição (Co, Ni, V). Alguns resultados recentes obtidos nessa família de cristais serão descritos.

DISPOSITIVOS OPTOELETRÔNICOS ENCAPSULADOS  
COM FIBRAS ÓPTICAS

Felipe R. Barbosa, Flávio Borin, Claudemir Coral, Hélio Godoy  
CPqD, Telebrás, 13085 Campinas SP.

Dispositivos optoeletrônicos semicondutores, tais como Leds lasers e fotodetecores, requerem encapsulamento hermético metálico para operação adequada em campo e longevidade dos dispositivos. Serão apresentados e discutidas as características e requisitos térmicos, mecânicos, ópticos e elétricos das montagens dessas dispositivos em cápsulas metálicas de alta confiabilidade, tipo DIL-14, incluindo acoplamento com fibras ópticas monomodo e multimodo. Esse trabalho é totalmente pioneiro no Brasil, integralmente desenvolvido no CPqD, e atual objeto de transferência de tecnologia para indústria nacional.

PREPARAÇÃO DE GUIAS-DE-ONDAS EM VIDROS  
DOPADOS COM NANO-CRISTAIS DE  $\text{Cd(S,Se)}$  PARA  
MODULADORES ELETRO-ÓPTICOS

Elder A. da Vasconcelos, João Carlos de Albuquerque, Ronaldo  
P. de Melo Jr., Glauco S. Maciel, Eronides F. da Silva Jr.,  
A.S.L. Gomes e Cid B de Araújo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Descrevemos nesta comunicação a preparação de guias-de-ondas canal em substratos de vidros dopados com semicondutores. Foram usados vidros comerciais da Schott contendo nano-cristais de  $\text{Cd(S,Se)}$ . O guia canal construído tem largura de  $\sim 100\mu$ , profundidade de  $5\mu$  e comprimento de  $2\text{cm}$ . O canal foi preparado usando a técnica de troca-iônica ( $\text{Na} \rightarrow \text{Ag}$ ). Foram também preparados eletrodos de alumínio que permitirão a aplicação de um campo elétrico na região do guia. Os componentes preparados serão utilizados para construção de moduladores eletro-ópticos baseados no efeito Franz-Keldysh.

INS/09:05/93.

#### DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ÓTICO DE TOMOGRAFIA

COMPUTADORIZADA EM MEIOS DISPERSIVOS UTILIZANDO INTERFEROMETRIA E DETECÇÃO COERENTE.

Geraldo R. C. Carnicchiaro (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), John Crowe e Michel Somekh (University of Nottingham, Nottingham, Inglaterra).

É conhecido que certos tecidos biológicos apresentam relativa transparência no espectro do vermelho e infravermelho. A resolução de algumas temas de detecção de imagens utilizando estas características é limitada, principalmente, devido ao alto espalhamento (scattering) da luz neste tipo de meio.

Uma nova técnica para obtenção de imagens tomográficas computadorizadas utilizando a transmissão de luz em meios dispersivos é descrita neste trabalho. O sistema é baseado em um interferômetro Mach-Zehnder em um vermelho utilizando laser e detecção coerente. Um microcomputador IBM PC-AT controla o dispositivo mecânico de rotação e translação de amostra, o sistema de detecção do sinal, e executa o algoritmo de reconstrução da imagem e controle da experiência. O sistema praticamente elimina os efeitos do espalhamento viabilizando o uso dos mesmos algoritmos de reconstrução de imagem já desenvolvidos para meios sem dispersão. Detalhes da construção bem como as aplicações serão discutidas na apresentação.

INS/09:20/93.

#### MONITORAÇÃO ÓPTICA DE NÍVEL DE VIDRO EM FURNOS

F.V.E. - Lab. de Lasers e Opto-Eletrônica (LÓPE)

Prça Cândido Dias Castanjon 116 - CEP 12245 - São José dos Campos - S.P.

Renato A. Zanatta, M. Tadeu J. Pacheco, F.D. Spina e C. J. Lima

Este trabalho tem como objetivo a medição do nível de vidro, quando este encontra-se no interior de fornos em estado líquido, à uma temperatura da ordem de 1200°C. A medição e o controle deste parâmetro é extremamente importante para se possa garantir a qualidade dimensional do vidro. O sistema é composto basicamente de um laser de He-Ne que tem seu feixe lançado no interior do forno sobre a superfície do vidro em estado líquido (fundido). O feixe ressonante (plano de inclinação  $\approx 2^\circ$ ) é refletido pela superfície do vidro, incidindo sobre o detector colocado na outra extremidade do forno. O detector utilizado é um CCD de 1024 elementos, onde a largura de cada elemento é igual a 7,5µm. Como a distância entre o sistema emissor e o sistema receptor é relativamente grande, da ordem de 13 metros, a divergência (1,7mrad) é um fator importante a ser considerado. Como temos interesse em operarmos com pequenos diâmetros de feixe, utilizamos um espelho (K4) que permite a redução do feixe sobre o receptor. Para eliminar-meos a radiação infravermelha indesejável, utilizamos um filtro ótico centrado em 632,8nm, permitindo que apenas a radiação do laser atinja o CCD. Uma lente focaliza o feixe sobre o CCD. Variações do índice de refração causadas pelo meio, provocam grandes deslocamentos do feixe sobre o detector. Este problema foi minimizado utilizando-se um microcontrolador que afina uma aquisição a cada 10ms. Na saída este mesmo circuito realiza uma média das últimas 128 aquisições, o que nos dá como resultado uma indicação de nível bastante estável.

INS/09:25/93.

#### APROVEITAMENTO DA "REGIÃO ÓTIMA" PARA

#### UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE MAGNIFICAÇÃO RADIOGRÁFICA

Homero Schiabel; Uwe Winking e Annie F. Frère (IQSC-USP e Depto. Eng. Elétrica - KRSC-USP)

Num trabalho apresentado previamente no XIV ENFMC, apresentamos resultados de uma investigação sobre a influência da característica de campo na avaliação da qualidade de sistemas radiográficos de imagem. Tais resultados conduziram à definição da que chamamos "região ótima": uma região do campo em que a performance do sistema era melhor - verificada pela obtenção de Funções de Transferência de Modulação (FTMs) mais largas e de maior primeiro mínimo de frequência espacial -, produzindo, portanto, imagens mais nítidas. Estamos aqui propondo a utilização dessa faixa do campo para o emprego da técnica de magnificação radiográfica, útil para exames mamográficos e angiográficos em que se deseja realçar a imagem de estruturas muito pequenas. Essa proposta permite empregar a magnificação sobretudo com sistemas que apresentam focos de dimensões bem discrepantes, como um dos mamógrafos com os quais fizemos testes para avaliar essa possibilidade.

(Apoio: FAPESP)

IES/09/30/76.

**MAGNIFICAÇÃO LATERAL: UM NOVO CONCEITO NA**

**FORMAÇÃO DA IMAGEM DE PEQUENAS ESTRUTURAS EM MAGNIFICAÇÃO**

**RADIOGRÁFICA**

**Homero Schiabel e Aníla E. Frêre (IFQSC-USP e Depto. Eng. Elétrica - ENSC-USP)**

Propomos neste trabalho um novo conceito envolvido no procedimento de magnificação em radiodiagnóstico. Trata-se da **magnificação lateral**, causada pelo deslocamento do objeto de interesse radiológico em relação ao centro do feixe. Estamos propondo este novo conceito por meio da projeção geométrica dos raios provenientes de um foco ideal e consideramos as vantagens de sua aplicação na formação da imagem de pequenas estruturas, como as microcalcificações em mamografia e os vasos sanguíneos, alvo da atenção da angiografia. Verificamos, através de radiografias de uma matriz de esferas de tungstênio de 0,7 mm. de diâmetro, a formação de imagens mais nítidas - por ampliação da "sombra" das esferas - nas regiões mais afastadas do centro do feixe, a despeito do "alongamento" natural daquelas imagens.

(Apoio: FAPESP)

IES/10/15/76.

**Construção de um Videokeratoscópio para análise topográfica da córnea**

**Oliveira, A. C.; Yasmoka, F. M. M.; Tonissi Jr., S. A.; Canzian, A. M.; Ramos, J. F. B.; Romão, A. C.; Bonatti, J. A.†; Castro N., J. C.**

*Instituto de Física e Química de São Carlos - USP  
Hospital Universitário - USP - São Paulo*

Este projeto tem como objetivo a construção de um Videokeratoscópio computadorizado, cuja finalidade é a avaliação topográfica da córnea humana em vivo. Ele utiliza técnicas da área de Ótica em conjunto com a Eletrônica nos processos de digitalização da imagem, para avaliar o raio de curvatura de qualquer ponto da córnea com altíssimo grau de precisão. Na realização do processo deverá ser utilizado um código de cores para o mapeamento da convexidade da córnea. A utilidade desse aparelho reside principalmente na análise pré e pós-cirurgia, na correção de miopia, tanto pelo método convencional como pelo desbaste à laser. Além disso pode ser útil para a modelagem pontual de lentes de contato da prevenção de várias doenças que afetam a córnea.

Apoio financeiro: FAPESP e CNPq

IES/10/30/76.

**FILME COMPOSTO COMO JANELA PARA DETECTORES A GÁS  
PARA RAIOS X.**

**André Mendes Sini, Kiyomi Koide, Eduardo Luis Augusto Macchiene, Carlos Henrique Barberino e Orlácio Dietzsch,**  
Depto. de Física Experimental do IFUSP.

Janelas de detectores de radiação, à gás, devem possuir certas propriedades tais como baixa absorção de raios-x, não permeabilidade e grande resistência mecânica. No presente trabalho estudamos um filme multicamadas de fabricação nacional, de baixo custo, composto por 3 camadas: "mylar" (18 µm), alumínio (9 µm) e polietileno (83 µm). O nosso estudo mostrou que o filme composto apresenta características desejáveis para janela de detector de raios-x, equivalente a filmes multi-barreiras ou a lâmina de berílio de 500 µm. Como aplicação será construído um detector selado para espectroscopia Mössbauer, neste caso a atenuação provocada pela janela, em raios-x de 14,4 keV é de 3 %.

IES/10.45/5a.

### CONTADOR PROPORCIONAL SENSÍVEL À POSIÇÃO PARA RAIOS-X

Marco Aurelio Lisboa Leite, Kyomi Koide, Eduardo Luiz Augusto Marchioni, Marcia Hitomi Sakane, Carlos Henrique Barberino e Olafio Dietzsch.

Foi desenvolvido um contador proporcional sensível a posição utilizando o método de linha de atraso para a determinação da posição. O detector utiliza uma mistura gasosa de 90% de Ar e 10% de Metano, podendo ser operado a uma pressão de até 2 atmosferas. Testes efetuados indicam uma não linearidade diferencial de 2% e uma resolução final de 250 $\mu$ m. Foram feitas medidas em gerador de raios-x utilizando-se amostras de carvão vítreo e dodecilsulfato de sódio. Um sistema de aquisição de dados baseado no padrão CAMAC foi desenvolvido para a utilização com o detector.

IES/11.00/5a.

### DETECTOR MULTIPLICADOR DE ELÉTRONS COM ANODO SENSÍVEL À POSIÇÃO

I.P. Cavalcante, E.L.A. Marchioni, K.Koide, J.H. Hirata,  
A.C. Lanza e O. Dietzsch (Instituto de Física - USP)

O detector multiplicador de elétrons do tipo "micro-channel plate" (MCP), quando utilizado como contador, caracteriza-se como um detector de sinal muito rápido e que suporta alta taxa de contagens, possibilitando medidas de tempo com alta resolução. Em muitas aplicações, há grande interesse em medir-se também a posição de incidência de uma partícula no MCP. Foi construído no laboratório um detector MCP sensível à posição, empregando-se o método de leitura por linha de atraso. No detector construído, o anodo consiste de um conjunto de pistas metálicas paralelas entre si, ligadas a linhas de atraso. Carga proveniente do MCP é depositada em algumas pistas, levando à formação de pulsos que se propagam pelas linhas de atraso, em sentidos opostos. Circuitos eletrônicos determinam a diferença entre o tempo de chegada dos pulsos a cada extremidade da linha; essa diferença de tempo é proporcional à posição de impacto da partícula no MCP. Nos testes preliminares realizados, observou-se boa linearidade, com uma resolução total, em posição, da ordem de 0,8 mm.

IES/11.15/5a.

### SENSOR A FIBRA ÓTICA PARA TENSÃO DE DISTRIBUIÇÃO

Luiz Carlos Quedes Valente e Fernando Ramos Peres - CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica)

Foi desenvolvido um sensor de tensão para faixa de distribuição (6 KV a 25 KV) utilizando efeito eletroótico linear (Efeito Pockels). O elemento sensor é um cristal de quartzo de 10 cm de comprimento com seção reta quadrada de 1 cm de lado. O campo elétrico é aplicado ao cristal por meio de placas metálicas coladas às superfícies perpendiculares ao eixo x, enquanto a luz se propaga na direção y. Uma fibra ótica multimodo é usada para guiar a luz até o cristal onde, após passar por uma lente convergente, este é polarizado a 45° com a direção do campo elétrico aplicado. Na extremidade oposta outro sistema ótico semelhante focaliza a luz, após uma polarizador analisador, em outra fibra multimodo para que seja conduzida a um detector PIN. A potência ótica detectada é proporcional ao campo aplicado na faixa de tensão desejada, desde que a polarização de saída seja circular para campo zero. Esta condição pode ser garantida, independente da temperatura, utilizando-se um segundo cristal, cujo comprimento difere do primeiro de 1/4 do comprimento de onda utilizado, com eixos x e y a 90° em relação ao primeiro. Os autores agradecem à ABC ITAI pela doação do cristal de quartzo utilizado na confecção deste protótipo.

IES/11:30/5a.

### RAY-TRACING ESTOCÁSTICO PARA O CÁLCULO DA ILUMINAÇÃO EM SÍNTESE DE IMAGENS

Scrito Gonzalo Gonzalez (IPQW/DFESOM - UNICAMP) \*  
Carlos Alfredo Appelle (IPQW/DFESOM - UNICAMP)  
Leô Pini Maschietti (FER/DCA - UNICAMP)

Ray-tracing é uma das técnicas mais poderosas de *rendering* empregadas em síntese de imagens, pois além de ser um algoritmo de visualização, pode resolver, de forma efetiva e relativamente simples, a representação de vários fenômenos luminosos, como sombras, reflexão e refração. Na implementação tradicional, a direção dos raios é determinada precisamente, limitando as possibilidades de representação de fenômenos, como o de espalhamento, que ocorre na propagação e na reflexão da luz.

Ray-tracing estocástico propõe uma solução para este problema: distribuindo raios em forma estocástica, segundo funções de distribuição, calcula a intensidade luminosa por métodos de Monte Carlo.

O presente trabalho tem como objetivo estudar e implementar a técnica de ray-tracing estocástico aplicada a um modelo de iluminação global. Espera-se, assim, poder representar efeitos de espalhamento da luz, como penumbras e reflexões borradas, com a finalidade de aumentar o grau de realismo em imagens geradas por computador.

Apoio: CNPq

\* e-mail: gonzalo@ifi.unicamp.br

IES/11:45/5a.

### TÉCNICA PARA PRODUÇÃO DE FILMES ULTRAFINOS

Marcia Hitomi Sakamoto, Marco Aurelio Lisboa Leite, Kyomi Koide, Otacio Dietrich

Foi construído um esticador de filmes plásticos ultrafinos para utilização em janelas de detectores à gas de radiação. O sistema consiste basicamente de um cilindro pneumático de aço de 610mm de curso, conectado a um disco de alumínio de aproximadamente 450mm de diâmetro, revestido com uma fina camada de teflon. O filme plástico é preso a um arco fixo ao sistema do cilindro e centrado sob o disco aquecido, que sobe lentamente esticando o filme. A velocidade de subida do disco é controlada eletricamente e a temperatura de aquecimento do disco é feita por um variac. Até o momento, foram obtidos filmes de até 0,005 mm de espessura, a partir de filmes de 0,022 mm.

IES/12:00/5a.

### SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE SINAIS, AQUISIÇÃO E ARMAZENAGEM DE DADOS PARA TRANSDUTORES STRAIN GAGE.

Fábio F. da C. Campos, Cristina Ramos do Nascimento,  
Rogério Guerra de Vasconcelos e José Inácio Ávila\*

UFPE - Departamento de Eletrônica e Sistemas Caixa Postal 7800  
Cidade Universitária Recife-PE CEP: 50741

Descreve-se um Sistema de Condicionamento de Sinais, Aquisição e Armazenagem de Dados para Transdutores Strain Gage. O sistema possibilita a medição e análise de deformações (amplitude, frequência, velocidade e aceleração). Constitui-se de um equipamento portátil que pode ser levado a campo para aquisição e armazenagem dos dados, e depois trazido ao laboratório para a transferência dos dados armazenados a um microcomputador, para tratamento dos mesmos.

Implementou-se um protótipo funcional, que satisfaz as necessidades das aplicações em estruturas de engenharia civil, sem no entanto restringir-se a elas. O instrumento foi implementado com componentes facilmente obtíveis no mercado nacional, apresentando um baixo custo, sendo portátil e disposto de um sistema de armazenagem em campo. Uma das contribuições mais relevantes do projeto e implementação deste sistema foi o desenvolvimento de uma tecnologia nacional de amplificação de pequenos sinais, de custo extremamente baixo, cuja aplicação não limita-se ao condicionamento de sinais dos strain gages, mas sim, apresenta uma enorme área de utilização.

\* Departamento de Engenharia Civil - UFPE

1RS/08:00/66.

TC

THE LASER DOPPLER VIBROMETER:  
NEW PORTABLE INSTRUMENT

A. A. Kamshilin

A. F. Ioffe Physical-Technical Institute, St. Petersburg, 194037, Russia

A new type of Laser Doppler Vibrometer is presented in the report. The optical scheme of the interferometer has none of optical modulators, but allows to determine both the amplitude and the sign of the object surface velocity. The novel design includes use two separate channels with two photodetectors for the measurement of interference pattern produced by backscattered light from the target and by the reference beam. The polarization coding of both channels is used for resolving the direction ambiguity problem. Utilization of these elements offers the potential for a compact, cost effective design, suitable for portable, on-site use in engineering situations.

1RS/08:33/66.

ESPECTROSCÓPIA FOTOPIROELÉTRICA: UM MODELO POR REFLEXÃO.  
M. L. BARROS Mello (DRE/FNis/UNESP, Ilha Solteira-SP).

O modelo fotopiroelétrico por reflexão é uma modificação do modelo fotopiroelétrico de Mandelis (1). Este novo modelo usa a reflexão da superfície espelhada do detector para gerar um novo termo na teoria de Mandelis. Desta forma, o sinal obtido depende da absorção ótica e também do 1º comprimento de difusão térmica em ambos os lados da amostra. Portanto, a obtenção de grandezas óticas e térmicas podem ser mais facilmente obtidas.

(1) Mandelis, A.; Iver, M.K. - J. Appl. Phys. 57, p.4421 (1985).

Apoio financeiro: CAPES/FAPESP.

1RS/08:50/66.

AQUISIÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS EM PLUVIÔMETROS. João  
Eduardo Machado Perea Martins. Departamento de Computação - UNESP - Bauru

Para o registro automático de medições feitas por pluviômetros, instrumentos que medem o volume de chuvas em determinada região, estou desenvolvendo um dispositivo eletrônico para aquisição de dados ("data logger"). O pluviômetro, no caso, é do tipo basculante, sendo composto por uma espécie de "gangorra" com caçambas nas extremidades. As caçambas se enchem e esvaziam, alternadamente, movimentando o sistema e indicando, a cada alternância, a ocorrência de um volume de chuvas proporcional ao tamanho das caçambas. No centro do eixo que sustenta as caçambas é colocado um ímã que, em função da movimentação, fecha momentaneamente os contatos de um relá magnético, permitindo o envio de um impulso elétrico ao dispositivo de aquisição de dados. Cada impulso recebido é computado como um determinado volume de chuvas. O dispositivo de aquisição de dados é baseado no uso de microcontroladores programáveis, podendo ser alimentado por baterias e assim ser usado em regiões remotas. O usuário final também poderá definir em que condições os dados devem ser registrados, evitando-se assim o armazenamento de informações desnecessárias. Para análise e processamento das informações coletadas, os dados poderão ser posteriormente transferidos a um microcomputador, via interface serial. Além do uso em pluviômetros, o dispositivo poderá ser facilmente adaptado para aquisição de dados em outros instrumentos de medição.

IES/09.03/84.

### DESENVOLVIMENTO DE UM RUGOSÍMETRO ÓTICO

Randilton Perez S. Corrêa, Guilton H. Guedes e Mikiya Muramatsu.  
Departamento de Física Experimental (I) USP.

A medida da rugosidade e a determinação das propriedades estatísticas de uma superfície são significativas em alguns campos da ciência e engenharia. O método mais popularmente conhecido é o do perfilômetro mecânico. Este instrumento possui duas desvantagens: perturbar a superfície e as informações obtidas são unidimensionais.

Devido a essas desvantagens, e outras, tem sido investigado um perfilômetro ótico. A literatura nos mostra que, pelo contraste da luz coerente espalhada, é possível medir rugosidades menores que 0,25µm e, pela correlação de granulado ótico, é possível medir rugosidades entre 1µm e 30µm. Este projeto visa desenvolver um rugosímetro ótico que analise o perfil da superfície através do espalhamento de luz laser.

IES/09.20/84.

### ESPECTROFLUORÍMETRO COM RESOLUÇÃO TEMPORAL CONTROLADO POR TRANSISTORES EM AVALANCHE. Takata, C.K.; Hirata, J.H.; Figueredo, C.M.; Ito, A.S. - Instituto Física-USP

As técnicas associadas à espectroscopia de fluorescência têm sido cada vez mais utilizadas no estudo de biomoléculas. Informações importantes sobre o comportamento dinâmico e/ou conformacional de aminoácidos e proteínas, por exemplo, têm sido relacionadas às mudanças em tempo de decaimento da emissão fluorescente de fluoróforos presentes nestas moléculas. Esse crescente interesse requer o desenvolvimento de instrumental para medidas de tempos bastante curtos, da ordem de  $10^{-9}$  segundos, típicos de emissões fluorescentes.

Neste trabalho apresentamos o espectrofluorímetro com resolução temporal projetado e construído no grupo de Biofísica e Física-Médica do IFUSP. O equipamento baseia-se no método de correlação temporal de fóton único. Os pulsos de excitação são provenientes de uma lâmpada de descarga em gás e são controlados por um circuito eletrônico projetado no laboratório como alternativa à utilização de válvulas thyratron, como é convencional em aparelhos comerciais que utilizam esse tipo de fonte de luz. Este circuito trabalha com um conjunto de transistores que operam na região de avalanche e seu desempenho tem demonstrado ser mais uma alternativa para chaveamento de alta tensão. O conjunto completo inclui inovações mecânicas que dão maior versatilidade ao instrumento. Testes realizados dão valores de vida-média de estados excitados comparáveis aos encontrados na literatura.

Apoio: CNPq

IES/09.35/84.

### TEMPO DE VIDA DE PORTADORES EM SEMICONDUTORES ATRAVÉS DE REFLECTÂNCIA.

M. P. Pires - Dep. de Física da PUC-RJ  
J. P. von der Weid - CETUC - PUC-RJ  
P. L. Souza - CETUC - PUC-RJ  
W. M. Mendes - CBPF

Numa amostra semicondutora incide um feixe de bombeio de Nd-YAG modelocked e um feixe de prova de semicondutor gain-switched, com o comprimento de onda ressonante com o gap do material. As frequências de repetição dos pulsos dos dois feixes diferem ligeiramente de modo que a variação de intensidade da reflexão do feixe de prova, induzida pelo laser de bombeio, é medida em baixa frequência informando-nos o tempo de vida dos portadores.

Pretende-se determinar o tempo de vida em camadas espessas de AlGaAs e em poços quânticos de Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As/Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As e comparar com os resultados medidos através de outros métodos.



IES/05.50/6a.

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO CAPACITIVO-RESISTIVO COMO SENSOR DE UNIDADE DO SOLO/AR**

N. Cella, Instituto Politécnico do Rio de Janeiro  
C.P. 97282, CEP: 28614 - Nova Friburgo/RJ

L.C.M. Miranda, Laboratório Associado de Sensores e Materiais (INPE), CEP: 12201 - São José dos Campos/SP

O dispositivo é composto por duas placas metálicas conectadas a um "LCR METER", sendo uma delas uma tela metálica de aço inox (500 MESH) e outra uma lâmina de cobre (~ 100µm). Estas duas placas são isoladas por um espaçador (MYLAR - 200µm de espessura). A câmara interna é preenchida com pó de sílica (QUARTZO - 400 MESH). A detecção baseia-se na captura e perda de moléculas de água pelos grãos de sílica que compõem o meio dielétrico do sensor. Dependendo da quantidade de água do meio adjacente (solo/ar) a água entrará ou sairá do dispositivo, variando sua capacitância e resistência elétrica. A calibração do sensor é feita utilizando soluções salinas saturadas num recipiente fechado, para o caso do ar, e com pequenos vasos contendo amostras de solo, para o caso do solo. São discutidos os resultados até agora obtidos.

IES/10.30/6a.

**Programador de Baixo Custo para os Microcontroladores 8051/8751**

Alcides H. Costa e Silva, Fábio F. da C. Campos e Hugo Guerra de Vasconcelos  
UFPE -- Departamento de Eletrônica e Sistemas  
Caixa Postal 7800 -- Cidade Universitária  
80741 - Recife - PE  
E-Mail: ufpedes@brfapep.bitnet

Um programador de baixo custo para os microcontroladores da família MCS-51 foi desenvolvido como suporte básico para o desenvolvimento de sistemas baseados nesse chip.

O programador tem por base um microcontrolador 8048, da INTEL. Este chip gera todos os sinais de leitura/gravação para o microcontrolador a ser programado, e comunica-se via interface serial, a uma taxa de 19200 Bauds, com um microcomputador do tipo IBM-PC, constituindo-se em um elemento inteligente de controle do sistema. A utilização do 8048 confere uma grande simplicidade ao hardware do programador, diminuindo bastante seu custo.

Um software para gerenciamento do hardware do programador foi desenvolvido em linguagem PASCAL, permitindo a importação de arquivos-código para a programação em um formato usualmente fornecido pelos programas comerciais de montagem.

IES/10.45/6a.

**UM MICROCOMPUTADOR TOLERANTE A FALHAS PARA AQUISIÇÃO DE DADOS.** Prof. Deisy Piedade Munhoz Fischer - Deptº de Física-UNESP-Rio Claro-SP, Prof. Valentin Obaco Roda - IFQSC-USP-Deptº de Física-São Carlos-SP e Prof. Benedito Rene Fischer - Deptº de Estatística, Matemática Aplicada e Computacional-UNESP-Rio Claro-SP.

O microcomputador desenvolvido, tem uma arquitetura tolerante a falhas diferente das convencionais. Ela é caracterizada pelo uso de três módulos processadores idênticos, com sistemas de temporização independentes, conectados por um canal de comunicação formando uma estrutura em anel. A esta arquitetura dá-se o nome de Arquitetura em Anel. Cada módulo processador faz a aquisição de dados independente, depois disto o dado é transmitido aos módulos adjacentes e preparado para votação. Cada módulo executa esta votação por software, usando a estratégia de votação sobre um número parcial de dados. Quando ocorre uma falha na aquisição de dados em um módulo, os outros módulos continuam a falha e o sistema em anel continua a operar corretamente. Esta estratégia de votação é particularmente útil na aquisição de dados resultantes de conversões A/D, pois ela permite tratar com dados legitimamente diferentes, graças a flexibilidade do software. Além disso, a exigência de sincronização na aquisição dos dados não é crítica, pois cada módulo tem o seu próprio clock e o próprio algoritmo de votação é usado para sincronização.

Quanto ao desempenho, esta arquitetura pode ser usada no controle de processos, uma vez que o atraso de processamento é da ordem de 360µseg em operação normal, em relação a um sistema simplex. Sistemas comerciais aceitos no mercado internacional como o AUGUST-serie 300, tolera ad na sincronização um tempo de espera de 200µseg, sem contar o atraso introduzido na votação. Neste sistema o processo de votação é independente de sincronização, diferente, portanto, do procedimento usado na Arquitetura em Anel.

IES/11.00/6a.

**SELEÇÃO AUTOMÁTICA DE MEMÓRIA DE MULTICANAL.** José T.F.D. Cavalcante. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF/CNPq

É apresentado um circuito para selecionar automaticamente os blocos de memória de um multicanal Horland 5400. O circuito é utilizado em um sistema de medidas de coincidências para correlação angular. O sistema conta com quatro detectores. O circuito foi construído utilizando lógica TTL.

IES/11.13/6a.

**MEDIDOR DE pH E CONCENTRAÇÃO DE IONS ESPECÍFICOS MICROPROCESSADO**  
Valentim Otacílio Roda - Departamento de Física e Ciência dos Materiais/ Instituto de Física e Química de São Carlos/ Universidade de São Paulo.

A área de Instrumentação Eletrônica foi uma das mais influenciadas com o advento do microprocessador e a incorporação de novas técnicas digitais de medida. Com a utilização de microprocessadores, níveis mais altos de desempenho puderam ser conseguidos a custos razoavelmente reduzidos. Dentre as melhorias conseguidas, podemos citar: Portabilidade dos instrumentos; aumento da precisão através de circuitos analógicos mais elaborados e manipulação de dados pelos microprocessadores; facilidades de calibração e de ajuste de escalas; interface com o usuário mais acessível e simples; facilidades computacionais; comunicação com computadores externos e facilidades de integração dos instrumentos à sistemas automáticos de medida; facilidades de reparo do equipamento pelo uso de técnicas de auto-teste incorporadas ao equipamento.

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de um instrumento microprocessado que incorpora algumas das técnicas acima citadas. O instrumento desenvolvido foi baseado em um microprocessador Z80 e permite medidas de: milivolts; milivolts relativos (mV + constante); temperatura; pH (acidez ou alcalidade de soluções) com compensação automática de temperatura e calibração automática para uma ou duas soluções tampões e Concentração de Ions Específicos utilizando eletrodos ion seletivos.

IES/11.20/6a.

### MEDIDAS DE ESPECTROMETRIA DE MASSA POR TEMPO DE VÔO

**Eduardo Luiz Augusto Macchione, Kiyomi Koide, José Hiroshi Hirata, Vivian Stojanoff, Alexandre Costa Lanza, Iabela Porto Cavalcante e Olego Dietrich** (Instituto de Física USP)

Apresentamos resultados preliminares de medidas de massa de moléculas orgânicas e aglomerados de átomos, obtidos por um espectrômetro de massa por tempo de voo que utiliza a técnica de PDMS ("Particle Description Mass Spectrometry"), construído no Laboratório de Instrumentação e Partículas. O aparelho faz uso de uma fonte de  $^{252}\text{Cf}$  que fornece produtos de fissão usados para induzir a emissão, via processos colisionais, das moléculas a serem analisadas. As amostras utilizadas foram preparadas por processos de evaporação a vácuo ou deposição por "electrospray" sobre um substrato de "nylon" aluminizado.

IES/11.45/6a.

Automatização de Medidas de Capacidade Calorífica -  
Resultados

Cosme N. M. da Silva, F. Artur B. Chaves, Raul E. Rapp  
Instituto de Física - UFRJ

Desenvolvemos um sistema automatizado de controle e aquisição de dados para medidas de capacidade calorífica pelo método semi-adiabático .

Apresentaremos suas características bem como os resultados de medidas de capacidade calorífica para um calorímetro para adsorção de gases a baixas temperaturas.

Compararemos estes resultados com medidas feitas manualmente.

Trabalho financiado pelo CNPq, FINEP e FAPERJ.

**PAINÉIS**  
**INS - Instrumentação**

IES 55/14.00/4a.

PROCESSOS DE PREIONIZAÇÃO E COMPORTAMENTO TEMPORAL DA EMISSÃO LA-

SES NO DV DO  $N_2$  - R. H. Tsui, N. P. Pimentel, N. P. P. Castro, C. A. Massone. Laboratório de Espectroscopia e Laser, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense.

Se demonstra neste trabalho que as condições de preionização num laser gasoso modificam significativamente os valores de largura temporal do pulso de radiação. Num laser de  $N_2$ , TE, tem-se analisado a otimização das condições para preionização e como estas condições influenciam a geração e comportamento da emissão estimulada. Analizando as emissões do sistema  $2+$ , foi medido o intervalo temporal entre as transições 0-0, 0-1 e 1-0 em função da pressão do gás. O intervalo entre as transições 0-0 e 0-1 foi aproximadamente constante enquanto o correspondente a 0-0 com 1-0 diminui gradualmente com o aumento da pressão. A depopulação colisional do nível B e o aumento da seção eficaz de Colisão do nível C são os dois fatores responsáveis pelo comportamento detectado.

Trabalho parcialmente financiado por FINEP, CNPq, FAPERJ e PROPP-UFF

IES 56/14.00/4a.

Projeto e Desenvolvimento de um Laser Nd:YAG Contínuo

Fábio D. Spina, Carlos J. de Lima, Landulfo Silveira Jr.,

Renato A. Zangaro, Marcos T. T. Pacheco.

Laboratório de Lasers e Opto-Eletrônica (LOPE)/FVE São José dos Campos-SP.

Este projeto teve por finalidade a construção de um laser de estado sólido (Nd:YAG) operando em modo contínuo, fornecendo uma radiação no comprimento de onda de  $1,06 \mu\text{m}$  com uma potência média igual a 30 watts.

Este laser utiliza um bastão de Nd:YAG como meio ativo sendo bombeado por uma lâmpada de kriptônio. A lâmpada consome uma potência média de 3500 watts. O sistema de alimentação desta lâmpada utiliza três fontes independentes. A fonte de pré-ionização fornece pulsos de 20 Kvoltas. Utilizamos neste caso a técnica trigger série, onde um pulso de tensão é gerado através de um transformador cujo enrolamento secundário está em série com a lâmpada. Uma fonte auxiliar, que fornece cerca de 15 J, é utilizada para manter a lâmpada conduzindo antes da entrada da fonte de regime. A fonte de regime fornece uma tensão de 96 volts e uma corrente máxima de 40 A. A cavidade óptica em cobre possui formato elíptico, sobre a qual é aplicada uma eletrodeposição de ouro para evitar a corrosão, e formação de ions no líquido refrigerante, e . . . favorecer uma alta refletividade.

No momento estamos em fase de caracterização do feixe e . . . estudo dos modos de propagação.

IES 57/14.00/4a.

ELETRÔNICA DO PLASMA EM LASERS CASOSOS PULSADOS A. Y.

F. Silva, R. H. Tsui, N. P. Pimentel e C. A. Massone. Laboratório de Espectroscopia e Laser, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense.

Apresenta-se neste trabalho um estudo detalhado que prova que os valores de impedância do plasma, formado no canal de descarga de um laser gasoso pulsedo e no spark-gap, desempenham um papel fundamental no circuito de descarga. Este papel pode-se tornar crítico - dependendo de outros parâmetros experimentais - ao analisar a variação dos valores de largura temporal da radiação estimulada gerada. Estas características de tipo elétrica podem fazer com que os valores de largura temporal do pulso de radiação se comportem de uma maneira aparentemente "arralica". São apresentados resultados experimentais e uma teoria que fundamenta as conclusões acima.

Trabalho financiado pela FINEP, CNPq, FAPERJ e PROPP-UFF

IES 58/14.00/4a. LASER DE CO<sub>2</sub> CW FUNCIONANDO EM REGIME DE PLASMA INSTAVEL POR EFEITO DE DIODO DE PIERCE. K. H. Taulí, R. A. D. Zanón, C. A. Massone. Laboratório de Espectroscopia e Laser, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense.

As instabilidades em plasmas geradas pelo efeito Pierce, são aplicadas a regimes de descarga "glow" colisional, na situação em que a velocidade térmica dos elétrons é muito maior que a velocidade de "drift". Este estudo se aplica a lasers de CO<sub>2</sub> cw com eletrodo de terra em um desenho tipo catodo oco, para explicar as pulsações detectadas na descarga do plasma. Utilizando esta geometria, se reportam os resultados obtidos num regime de elevadas pressões parciais de nitrogênio e hélio na mistura gasosa. Foram obtidos valores de potência laser máximos de 30 watts, em um tubo de descarga de 75 cm de comprimento e 14 mm de diâmetro interno, funcionando em regime dc e sem câmbia refrigerante.

Trabalho parcialmente financiado pela FINEP, CNPq, FAPERJ e PROPP-UFF.

IES 59/14.00/4a. IONIZAÇÃO EM LASERS CASOSOS POR RADIAÇÃO ALFA. I. S. Couceiro, A. W. Borges e C. S. Massone. Laboratório de Espectroscopia e Laser, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense.

Neste trabalho foi estudado os efeitos da radiação alfa nas características de emissão de um laser de nitrogênio molecular excitado no sistema 2+. Foi possível determinar que os efeitos ionizantes da radiação alfa correspondem a um ajuste fino nos valores de largura temporal do pulso de emissão laser quando comparamos estas variações com aquelas geradas por modificações na distância intereletródica e/ou perfil dos eletrodos de descarga. Os valores de atividades da radiação alfa necessários para transformar os efeitos ionizantes gerados no fator de primeira ordem, estão numa faixa de 20 a 40 x 10<sup>-6</sup> Ci. A utilização de radiação alfa como elemento ionizante em lasers gasosos parece ser um método alternativo de grande simplicidade.

Trabalho financiado por FINEP, CNPq, FAPERJ e PROPP-UFF.

IES 60/14.00/4a. LASER DE CENTRO DE COR PARA ESPECTROSCOPIA DE ALTA RESOLUÇÃO - Fabris, J. L.; Müller, M.; São Lí, M. - IFQSC - USP.

Apresentamos a configuração de um Laser de Centro de Cor, cujo meio ativo é um cristal de KCl:Li<sup>+</sup> com centros F<sub>A</sub>(II) e cuja emissão, sintonizável em torno de 2.7 μm, pode ser utilizada para espectroscopia de diversos compostos.

São sugeridas duas configurações geométricas para a cavidade, que podem ser facilmente intercambiadas entre si sem a necessidade de mudanças drásticas nos seus componentes físicos.

Dessa forma, podemos obter larguras de linha da ordem de décimos de cm<sup>-1</sup> para a emissão laser, sintonizável entre 2.43 μm e 2.87 μm e com uma potência de aproximadamente 10 mW.

Apoio: FAPESP

RES 61/14.00/4a.

**SISTEMA PARA MEDIDAS DE RESISTIVIDADE ELÉTRICA SOB PRESSÃO HIDROSTÁTICA - Hortenzio A. Borges, Pontifícia Universidade Católica, RJ, Dept. de Física**

Descrevemos um sistema para a medida de resistividade elétrica sob pressões hidrostáticas até a 181bar, e temperaturas entre 4.2K e 300K. A resistividade elétrica é medida através do método de 4 pontas, e o sistema de controle e aquisição de dados é controlado por um microcomputador. A célula de pressão é feita de uma liga de Be-Cu, o que permite que seja também utilizada em campos magnéticos, para medidas de magnetoresistência e Efeito Hall sob pressão. A pressão é monitorada por um manômetro de Pb colocado junto à amostra. Uma grande variedade de materiais pode ser estudada quanto aos efeitos de pressão e campo magnético sobre a resistividade elétrica. Em particular, estamos interessados em supercondutores a altas temperaturas e materiais magnéticos - sistemas eletrônicos fortemente correlacionados. Incluímos alguns exemplos de materiais estudados e informações que podem ser obtidas através desta técnica.

RES 62/14.00/4a.

**UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS COMERCIAIS NA GERAÇÃO E AMPLIFICAÇÃO DE RF PARA MODULADORES ELETRO-ÓTICOS.**

Édy C. Monteiro, Sergio C. Zilio e Vanderlei S. Bagnato. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos SP.

Neste trabalho apresentamos a construção de fontes de alimentação fixa e variável de geradores e amplificadores de RF comerciais do tipo VTO (Voltage Tuned Oscillator) e sua respectiva calibração. A técnica que usamos de gerar bandas laterais à frequência natural do laser está baseada num modulador eletro-ótico de cavidade ressonante que opera em regime de RF. Para isso, é necessário um sinal de RF com aproximadamente 1,0W de potência, o que pode ser conseguido com geradores do tipo FLUKE 6060 B e amplificadores ZHL-4240 da Mini-Circuits com uma precisão de 10Hz em 1050 MHz. Esta montagem apresenta um custo de aproximadamente US\$ 10.000, o que torna inviável o uso do modulador para certas aplicações, como por exemplo, telecomunicação por fibra ótica. Uma alternativa ao FLUKE com um custo muito mais baixo (US\$ 200) é o gerador do tipo VTO da Avantec, este apresenta uma precisão de aproximadamente 0.5%, necessitando de uma fonte de alimentação estável com voltagem fixa e variável e de uma calibração da frequência com a voltagem. Existem também dispositivos de amplificação de RF alternativo ao ZHL, mas com um ganho bem menor. Toda parte eletrônica, bem como as vantagens e desvantagens destes dispositivos eletrônicos será apresentada e discutida.

RES 63/14.00/4a.

**SPIN-COATER DE BAIXO CUSTO PARA LABORATÓRIOS DE FILMES FINOS E DISPOSITIVOS SEMICONDUTORES**

Elder A. de Vasconcelos, Afonso H. Costa e Silva, e Eronides F. da Silva, Jr.  
Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco  
Cidade Universitária, Recife-PE 50739 Brasil

Descreveremos o projeto de construção de um spin-coater de baixo custo para aplicação em etapas do processo de fotolitografia e de difusão pela técnica de 'spin-on' normalmente utilizadas em laboratórios de filmes finos e de fabricação de estruturas e dispositivos semicondutores. O equipamento é constituído de quatro placas de circuito impresso (fonte, motorizador, display e controle) e da base para o suporte de amostras. Seus controles permitem a programação de velocidade de spin na faixa de 500 a 10.000 rpm e do tempo de spin entre 0.5 e 5.0 minutos. Devido à sua flexibilidade de uso e ao seu baixo custo de fabricação (~ 30x mais barato que o importado), este spin-coater se apresenta como uma alternativa nacional a similares importados.

IES 64/14.00/4a.	PADRÃO INTERNACIONAL PARA DETERMINAÇÃO DE DESEMPENHO DE BOMBAS IÔNICAS - DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DE BOMBAMENTO**
<p><u>Claudio Santos, Marcelo Juní Ferreira*, Richard Landers, Carlos Pastre Pizzilli e Gilberto de Matos Cualberto.</u> Instituto de Física "Gleb Wataghin" - UNICAMP - CxP 6163, 13081 - Campinas - SP  * Laboratório Nacional de Luz Síncrotron. CxP 6162, 13085 - Campinas - SP</p>	
<p>Um projeto de fabricação e desenvolvimento de equipamento se completa com a determinação, por um processo de avaliação bem determinado e confiável, das características de seu desempenho. O Laboratório de Vácuo do Instituto de Física "Gleb Wataghin" - UNICAMP - LVac projetou e fabricou um protótipo de bomba iônica por "sputtering" - Si que atingiu a pressão total final de 2,4x10<sup>-10</sup> mbar a velocidade de bombeamento de 70 l/s a 2x10<sup>-6</sup> mbar. Para caracterizar esse protótipo, foi projetada e construída uma estação de testes de acordo com a norma 3556/1, de 1974, da International Organization for Standardization-ISO. Foi realizada a caracterização do protótipo desenvolvida pelo LVac e de uma bomba Varian, Stercell. Os resultados obtidos permitiram desenvolver uma segunda versão do protótipo, de alto desempenho na região da ultra alto vácuo, e de um protótipo que deverá apresentar grande eficiência no bombeamento de gases nobres.</p>	
<p>** Agradecemos o apoio financeiro do CNPq.</p>	

IES 65/14.00/4a.	PROPOSTA PARA UM SENSOR DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO EM HEMOGLOBINA. Hypólito José Kalinowski e Aílceu Aroldo Schwingel. CEPET-PR, Av. 7 de Setembro 3165, Curitiba.
<p>Descrevemos um "Modelo de Uso" para um sensor de saturação de oxigênio em Hemoglobina, baseado na medida do coeficiente de reflexão dessa proteína em dois comprimentos de onda. O equipamento é baseado em dois lasers semicondutores operando em modo pulsado, com períodos complementares. Para efetuar a medida um conversor A/D adquire o sinal refletido, efetuando a média ao longo de vários ciclos. A amplitude determinada em cada semi-período é utilizada para o cálculo da saturação. A utilização dessa multiplexação temporal evita a necessidade de separação espectral dos sinais relativos a cada comprimento de onda, já que os fotodiodos (Si-PIN) respondem nas duas janelas utilizadas (670 nm e 820 nm). Nesta configuração apenas um fotodiodo é necessário para a aquisição dos dois sinais.</p>	

IES 66/14.00/4a.	ESTUDOS PRÁTICOS SOBRE A CONSTRUÇÃO DE UM GERADOR MARX
<p>Roberto Diniz - José Pantuzo Budano - Luiz Carlos S. Goes - Homero S. Maciel - ITA</p>	
<p>O objetivo final deste trabalho é determinar as condições necessárias para a construção de um Gerador Marx em seus aspectos práticos. No estudo de plasmas de alta densidade, necessitamos de um dispositivo de armazenamento de energia capaz de fornecer pulsos de alta tensão que possibilite tais aplicações. Uma forma utilizada para tal operação é o armazenamento da energia em capacitores que posteriormente podem ser agrupados de forma a configurar a energia armazenada. O Gerador Marx é um método pelo qual podemos armazenar energia em capacitores, carregando-os de forma paralela e posteriormente descarregá-los em série atingindo assim pulsos com tensões elevadas, o que permite vários tipos de aplicação em estudos de descargas. Objetivando não somente os aspectos teóricos sobre o funcionamento do Gerador Marx, mas principalmente os princípios práticos de sua construção o estudo foi voltado a para a caracterização do sistema como um todo. Desta forma este projeto engloba também as técnicas utilizadas para a construção das partes periféricas ao sistema tais como fontes, geradores de pulsos para ignição e sobretensão dos equipamentos e técnicas desenvolvidas especialmente para medidas dos pulsos. Assim, ao término do projeto, obtém-se não somente um Gerador Marx, mas também um conjunto de equipamentos capazes de propiciar outras formas de pesquisa na área de Física de Plasmas, bem como técnicas de aplicações práticas.</p>	
<p>Todo o sistema encontra-se no Laboratório de Física de Plasmas do ITA/CTA, onde as pesquisas continuam visando novos resultados. Os Professores José Pantuzo S., Luiz C. S. Goes e Homero S. Maciel estão vinculados ao ITA. O Eng. Roberto Diniz está vinculado a Indústria de elevadores KONE e qual passa a prestar apoio cultural nesta nova fase.</p>	



INS 67/14.00/4a.

**SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO PARA FOTOMULTIPLICADORA**

M. L. Andreazza Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS  
 S. L. Debaco e J. A. Lisboa Departamento de Engenharia Elétrica, UFRGS, Praça Argentina, 90000 Porto Alegre, RS

Construímos um sistema para refrigerar uma fotomultiplicadora (PMT) o qual emprega a condução da calor e um sistema de resistência elétrica, acoplada a um controlador proporcional para mantermos a temperatura desejada, que pode variar entre 10°C a -25°C. O sistema de condução da calor funciona com nitrogênio líquido. Este foi dimensionado da modo que um condutor da calor (barras de cobre) transfere calor da PMT para o N<sub>2</sub> líquido, levando esta à temperatura desejada em alguns minutos e de forma que a energia despendida seja a menor possível. Obtemos com 1l de N<sub>2</sub> que o sistema funcionasse por aproximadamente 3 horas a uma temperatura de -25°C.

INS 68/16.00/4a.

**TEODOLITO A LASER**

Edson Billa/ Rubens Barreto da Silva/ Renato Amaro Zângaro  
 Lab. de Opto-Eletrônica (LOPE) - Fundação Valeparaibana de Ensino (F.V.E.)

O Teodolito a Laser é um Telemetro a Laser pulsado, utilizando basicamente um sistema emissor composto por um diodo laser (0,85 μm) e um sistema receptor composto por um diodo fotodetector (Si). A medida de distância é efetuada entre dois pontos utilizando-se um prisma retrorrefletor. O laser semiconductor utilizado é fabricado pelo CPQD - Telebrás.

O protótipo desenvolvido é constituído por: Sistema Eletrônico, Sistema Óptico e Sistema Mecânico. O Sistema Eletrônico divide-se em estágio emissor, com taxa de repetição de 1000 pulsos por segundo, largura de pulso de 30 ns, potência média e de pico de 1mW e 3,5W respectivamente. E estágio receptor formado por detector, oscilador, contador e mostrador, sendo responsável pela monitoração dos pulsos, contagem e conversão de tempo em distância.

O Sistema Óptico utiliza eixos independentes para emissão, recepção e visada. Na emissão é utilizado um conjunto de três lentes uma lente (1) cilíndrica-plano-convexa corrige a divergência natural do diodo laser, as lentes (2) biconcava e (3) biconvexa formam um colimador (expansor) do feixe laser. A recepção utiliza uma lente biconvexa para incidir a radiação refletida pelo prisma retrorrefletor na área sensível do fotodetector. A Óptica de visada utilizada é de um Teodolito convencional, para o qual foi desenvolvido o sistema mecânico de adaptação dos dois equipamentos, que permite a complementação das funções necessárias para um levantamento topográfico.

INS 69/14.00/4a.

**MEDINDO A DURAÇÃO E REGISTRANDO A EVOLUÇÃO DE EVENTOS COM LASER**

Marco de Castro Carvalho e Wilton Ney de Amaral Pereira

LSEE - IPD (CTE), Av das Américas 29703, Guaratuba 23020 Rio de Janeiro (RJ) Tel (21)4101010(350)

\* DEE - UNITAL, Travessa Daniel Dorelli s/n, Jardim Mirumbi - 12080 Taubaté (SP) - Tel (0122)327555(189)

Uma proposta para medida da duração de eventos mecânicos rápidos é apresentada. Trata-se de uma solução alternativa do método desenvolvido por Decilio M. Sales et al. (artigo também submetido a esse XV ENFMC), onde se procurou evitar as dificuldades encontradas naquela implementação. Adicionalmente, esta proposta permite registrar a evolução do evento, identificando a natureza do movimento executado. Este detalhe é de grande interesse para a caracterização das partes constituintes do dispositivo mecânico em estudo, fornecendo informações valiosas para o desenvolvimento e otimização de componentes críticos. O processo apresentado, de concepção e realização simples, particularmente no registro através de uma película fotográfica, é bastante adequado para uma aquisição numérica por computador digital. Considerando o seu recurso intrínseco de registro da evolução do movimento, o método proposto tornar-se mais atrativo do que a técnica proposta e implementada por Sales, visto que esta apenas identifica o instante inicial e final do evento.

IES 70/14.00/4a.

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA CARACTERIZAÇÃO ELÉTRICA DE SEMICONDUTORES**  
**Nomê Vicente Calvano e Sérgio da Souza Casarao (COPPE/UFRJ)**

Foi desenvolvido um sistema integrado que permite a obtenção automática de curvas experimentais que relacionam a corrente, capacitância e condutância com a tensão aplicada, frequência e temperatura.

O sistema é constituído de um amplificador Lock in Stanford Research BR330, eletrometro Keithley 617, criostato com sistema de vácuo e fonte de corrente, controlados por um microcomputador PC compatível com interfaces RB232 e GPIB (IEEE 488).

Na medição da condutância e capacitância é empregada a técnica de detecção das componentes em fase e em quadratura da corrente em resposta à um sinal de tensão alternada aplicado. O controle da temperatura é feito pelo microcomputador. O tempo de estabilização de temperatura é menor que três minutos e a regulação melhor que 2%.

O pacote de automação foi escrito na linguagem "C", e permite ao usuário configurar os parâmetros do experimento: faixas de tensão, frequência, temperatura, sensibilidade de corrente, tempo de aquisição, bem como catalogar os valores obtidos.

Características do sistema: Capacitância 1pF a 1nF, condutância 10 nS a 100 nS, corrente 10nA a 100nA. Tensão DC -10.24V a 10.24V com intervalos de até 3mV, Tensão AC 5mV ou 10mV, Frequência 3Hz a 210kHz com intervalos de até 1Hz, Temperatura -180 graus a 240 graus com intervalos de até 2 graus, tempo de aquisição configurável de 1s até 3Ms, medição de até 3000 pontos que são plotados num gráfico na tela simultaneamente com a medição.

Será feita uma demonstração do pacote durante a sessão de painéis.

IES 71/14.00/4a.

**ADAPTAÇÃO DE CONVERSOR ANALÓGICO DIGITAL DE APPLE PARA IBM-PC.**  
**R.D. Pinto, W.N. Gonçalves, M.C.B. Rosa e J.C. Sartorelli,**  
**Instituto de Física da USP - C.P. 70516, CEP: 01498 - São Paulo.**

Apresentamos um projeto para o aproveitamento de placas ADC, desenvolvidas originalmente para microcomputadores Apple, em microcomputadores IBM-PC sem a necessidade de se alterar a estrutura original da placa.

Em um cartão padrão IBM-PC foi montado um "slot" da Apple para a conexão do ADC, e um do circuito de conversão de um tipo de barramento para outro. Os 4 endereços necessários à configuração foram colocados em uma área de memória do IBM-PC reservada para projetos (de \$300 à \$31F), não interferindo no funcionamento usual do IBM-PC.

Testes preliminares feitos com uma placa ADC de 12 bits, 16 canais e ganho ajustável em 8 níveis (de  $\pm 25$  mV a  $\pm 5$  V), apresentaram resultados plenamente satisfatórios para sinais abaixo de 2 kHz, com programas de controle escritos em Pascal.

IES 72/14.00/4a.

**SOFTWARE COMPLETO PARA ANÁLISE EM CORRELAÇÃO DE FLUTUAÇÕES TEMPORAIS EM SINAIS ELETRÔNICOS DIGITALIZADOS**

**W.B. Ferreira<sup>1</sup>, F.G. Jota<sup>2</sup>, A.R. Braga<sup>2</sup> e M.B.L. Santos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Depto. de Física, UNB; <sup>2</sup>Depto. de Física, UFMG

Por seu caráter estocástico, a análise em correlação é uma ferramenta poderosa na caracterização das flutuações temporais de um sinal ("ruído") em regime (quase) estacionário. Essa técnica, baseada no cálculo da função de correlação temporal (auto-correlação ou "cross"-correlação, se há dois sinais), em tempo real ou não, desenvolveu-se a um nível bastante sofisticado em conexão com o espalhamento de luz, constituindo a chamada técnica da correlação de fótons (CF). Entretanto, a aplicação da análise em correlação a outros campos permanece incipiente, a despeito do seu enorme potencial.

Nesse trabalho apresentamos um pacote completo de programas para análise em correlação por um computador PC-compatível, compreendendo itens tais como: aquisição de dados (por porta serial), gravação e leitura de arquivos, produção de listagens de dados, confecção de histogramas para caracterização estatística, algoritmo otimizado para cálculo da função de correlação, facilidades gráficas e ajuste de dados por mínimos quadrados (limitado a algumas funções de uso corrente em CF).

Originalmente o programa foi designado para processar dados alimentados em tempo real, em conexão com um experimento de correlação de fótons. Entretanto nada impede que, mediante pequenas modificações, o programa seja usado para processar dados estocados em massa, desde que amostrados corretamente no tempo. Por exemplo, num experimento biológico, bastando que os dados passem por um estágio de conversão analógico-digital em tempo compatível com a amostragem desejada, as funções de flutuação que se deseja caracterizar. Adicionalmente, o programa pode servir de base para desenvolvimento de outras aplicações tipo multicanal ("signal averaging", etc.).

IBS 72/14.00/4a.

#### O MÉTODO ELECTROSPRAY PARA A PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

Alexandra Costa Lanza, Eduardo Luiz Augusto Macchioni, Kiyomi Koide, José Hiroshi Hirata, Vivian Stojanoff, Isabela Porto Cavalcante e Olacir Dietzsch (Instituto de Física USP)

Neste método um fio é colocado no interior do capilar contendo a solução com solvente volátil e o material a ser depositado. Aplicando-se a diferença de potencial entre o sistema descrito e a placa metálica observa-se que a uma determinada tensão a solução é expelida em direção à placa em pequenas gotículas. Durante o percurso o solvente evapora-se deixando apenas o material a ser depositado no substrato. Verificou-se que a deposição do material é bastante uniforme a de espessura controlável. Tais amostras são utilizadas em um espectrômetro de massa por tempo de voo (T.O.F.) que utiliza a técnica de P.D.M.S. (Particle Description Mass Spectrometry).

IBS 74/14.00/4a.

Compressibilidade de para- $H_2$  Adsorvido em Grafite Exfoliado, através de Medidas de Pressão de Vapor.

Eurenio Lerner, A.L. Pereira, P.A.B. Chaves  
Instituto de Física da UFPJ  
\*Instituto de Física da UERJ

Determinamos a compressibilidade bidimensional do filme de para- $H_2$  drogênio adsorvido em grafite exfoliado no intervalo de temperatura entre 8 e 20 K. A compressibilidade é dada por

$$\kappa = \left[ n^2 k T \left( \frac{d\mu_F}{dn} \right)_T \right]^{-1} \quad \text{onde}$$

$n$  é a densidade do filme adsorvido,  $k$  a constante de Boltzmann,  $T$  a temperatura e  $P$  a pressão tridimensional.

Determinamos as transições entre as quatro primeiras camadas adsorvidas e apresentamos a compressibilidade em função da quantidade de gás adsorvido para cada isoterma.

Trabalho financiado pelo CNPq e FINEP.

IBS 66/14.00/3a.

MONITOR PARA REGISTRO DE DISTÚRBIOS EM REDE C.A. - Alyrio Macedo da Silva/Vicente Obac Roda - Departamento de Física e Ciência dos Materiais/Instituto de Física e Química de São Carlos/Universidade de São Paulo.

Os distúrbios presentes nas redes elétricas tais como transientes, subtensões, ruídos de rádio frequência, "blackouts", etc, podem causar danos de inoperância nos equipamentos eletrônicos sensíveis. Para se evitarem tais problemas, devem ser adotadas proteções tais como o emprego de filtros, reguladores de tensão, grupos moto-gerador, transformadores de isolamento, etc. Para se ter um critério exato sobre quais medidas devem ser adotadas faz-se necessária uma caracterização completa desses distúrbios. Esta é a função do Monitor para Registro de Distúrbios em Redes C.A., que se encontra em fase final de desenvolvimento.

O equipamento é gerenciado por um microprocessador 82C86 da Intel e seus circuitos foram projetados de forma a decidirem, para a maioria dos eventos, se a leitura deve ser efetuada ou não. Em caso afirmativo, esta é acionada através de um sinal de interrupção. Com isto procurou-se minimizar o gargalo de Von-Neumann.

Outra característica relevante do sistema é a memória de aquisição. Esta constitui-se de um banco de memórias 6264, fabricadas em tecnologia CMOS, alimentadas, quando o equipamento está desligado, por baterias de 3,6V. Desta forma a placa que é exclusiva para estas memórias, pode ser retirada e transportada até um microcomputador, onde é feito o resatório.

Os programas foram desenvolvidos em linguagem C e possuem também algumas rotinas em linguagem montadora.

**CONVERSOR A/D DE BAIXO CUSTO E ALTO DESEMPENHO - LUIZ CARLOS G.C. SILVA/VALENTIN ORAC RODA** - Departamento de Física e Ciências dos Materiais/Instituto de Física e Química de São Carlos/Universidade de São Paulo.

Neste trabalho está apresentado o desenvolvimento de um conversor analógico-digital compatível com sistemas que utilizam microprocessadores. O conversor é baseado no circuito integrado ICL 7135, sendo de baixo custo (da ordem de US\$ 15), alta resolução (4 1/2 dígitos, o que corresponde a 14 bits) e utiliza a técnica de conversão de dupla rampa, o que permite uma precisão da ordem de  $\pm 1$  contagem em  $\pm 20000$  com a garantia de zero para 0 V de entrada. O conversor possui também uma saída multiplexada BCD compatível com a lógica TTL e duas entradas analógicas (com possibilidade de expansão) chaveadas via programação através de um porto paralelo 8255. Desenvolveu-se os programas para Interfreamento do conversor a Instrumentação eletrônica baseada em microprocessadores Z80 e 8085, incluindo rotina de conversão para binário e padrão ASCII.

**DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE SIMPLES PARA UM COMPUTADOR COMPATÍVEL COM O IBM-PC E UMA APLICAÇÃO IMEDIATA: UM CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL** - Gonçalves, LCD & HENRIQUES, AB - Instituto de Física USP - DFMT

Além das tarefas mais comuns, tais como preparação de textos e gráficos, o computador permite a aquisição de dados experimentais em forma digital e o seu processamento imediato (ampliação, diferenciação, análise espectral, etc.). Para adquirir os dados experimentais, o computador é conectado ao equipamento de aquisição via Interface. Atualmente, grande parte dos dispositivos para aquisição de dados são equipados com Interfaces padrão IEEE-488 ou RS-232, acompanhadas de programas de computador, requerendo do usuário apenas a execução dos programas para implementar a aquisição de dados. Entretanto, com frequência é conveniente a transferência de dados ao computador de equipamento de fabricação própria ou não equipado com interface padrão.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma placa de Interface simples de nossa construção. Uma aplicação imediata é o controle de um conversor analógico-digital, que pode ser utilizado em laboratórios didáticos ou de pesquisa. A placa de Interface é baseada numa PPI (Programmable Peripheral Interface) 8255A-5, um decodificador 74LS138 e um jumper para a seleção de seu endereço. Os circuitos integrados citados são de baixo custo, podendo ser facilmente encontrados no comércio. A placa do conversor analógico-digital é baseada num ICL7109 (INTERFIL), sendo seu custo total da ordem de dez vezes menor que o preço de similares comerciais, permitindo amostrar sinais de amplitude 200mV a uma taxa de 7,5 conversões por segundo (CNPq, FAPESP).

**SENSORES DE UNIDADE DE COMPLEXOS POLIMÉRICOS SÓLIDOS.**

R. V. PORTUGAL; M. G. CAVALCANTE; S. L. G. VIDOTO; J. P. DOROSO  
Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

Sensores de unidade foram desenvolvidos utilizando-se complexos entre o Poli(óxido de etileno), POE e sais de lítio ( $\text{LiClO}_4 = \text{LiPF}_6$ ). Estes eletrólitos poliméricos constituem uma nova forma de condutores iônicos de estado sólido (1).

Os complexos  $\text{POE}(\text{LiX})_x$ , onde  $\text{X}^- = \text{ClO}_4^-$  ou  $\text{PF}_6^-$ , foram preparados dissolvendo-se em acetonitrila desidratada, as quantidades do polímero e do sal na razão  $x = [\text{O}]/[\text{Li}^+]$  desejada. A solução foi depositada sobre um substrato (fenolite ou fibra de vidro) contendo os terminais impressos, fazendo o contato elétrico. A caracterização foi realizada método de impedância (2) entre os terminais do dispositivo, a uma frequência de 1 kHz, a temperatura ambiente, em função da unidade relativa, do tempo de exposição e da frequência AC de operação. Foi observada uma variação logarítmica da impedância em função da unidade para ambos os complexos, sendo que no sensor de  $\text{P}(\text{OE})_x \text{LiClO}_4$  o comportamento foi reversível e imediato. O substrato de fenolite se mostrou mais adequado, sendo estável em relação ao tempo de exposição a unidade por vários dias.

Foi feita também uma simulação da resposta elétrica do sensor em função de frequência utilizando um circuito RLC equivalente.

(1) Vincent C. A. - Solid St. Chem. 17, 145 (1987)

(2) Badaoka T., et al. - J. Mat. Sci. 21, 235 (1986)

**REFINADOR MULTIZONAL PARA PURIFICAÇÃO DE GÁLIO**

Evarandro Ferreira Passos<sup>1</sup>, Gilso Ceotto Filho<sup>1</sup>, Antonio Carlos Vieira<sup>1</sup> e Alexan -  
dre Tadeu Gomes de Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Física, Universidade Federal de Viçosa, 16370 Viçosa, MG.

Um refinador multizonal foi projetado, construído e testado para purificação de Gálio. O recipiente contendo Gálio foi um tubo de teflon de cerca de 25 cm de comprimento por 6 mm de diâmetro. O aquecimento resistivo das 7 zonas foi obtido através de 7 fontes de corrente contínua que alimentaram 7 anéis (de nícrômio) com diâmetro ligeiramente maior que o tubo de teflon, as paçocas de 25 mm um do outro. Um circuito fechado de água de refrigeração foi construído utilizando compressão de freon para assegurar temperaturas inferiores a 5 °C (abaixo do ponto de fusão do Gálio, 29,78 °C) nas 8 regiões adjacentes às zonas. O tubo de teflon, posicionado no eixo dos anéis de aquecimento e de refrigeração, teve movimento de translação, e uma velocidade média de 1,2 mm/min, e de rotação (77 rpm) visando homogeneizar o campo de temperaturas da zona líquida bem como introduzir convecção forçada no líquido, efeito este importante para o aumento de eficiência do processo. Detalhes do projeto, funcionamento e resultados de purificação são apresentados.

Apoio: FAPEMIG, FINEP/PADCT.

**MEDINDO A DURAÇÃO DE EVENTOS COM LASER**

Dacillo Medeiros Sales, Omar Barbosa Campos, Regina C.S. Barros AEL, Wilson N. Amaral Pereira<sup>1</sup>  
LSEE-IPD (CTE), Av. das Américas 26705, Guaratiba - 23020 Rio de Janeiro (RJ) - Tel (021) 4101010 (350)  
<sup>1</sup> DEE - UNIAU, Tr. Daniel Denelli sn, Jardim Morumbi - 12060 Taubaté (SP) - Tel (012) 3376551 (180)

O trabalho apresenta um processo prático capaz de determinar a duração de eventos mecânicos lentos ou rápidos. Intervalos, desde microssegundos até algumas horas, podem ser medidos com razoável precisão. O método consiste basicamente na utilização de dois sensores, um circuito de interface e de um contador com dois canais independentes. Como primeiro sensor, que sinaliza o início do evento, é utilizado um transdutor eletromecânico protegido por um circuito eletrônico supressor de faíscas contactos ("contact bounces"). O segundo sensor, encarregado de identificar o final do evento, é um fotodetector de PbS excitado por um laser de HeNe com baixa intensidade. O feixe laser, visando elevar a imunidade ao ruído e facilitar o processamento eletrônico do sinal detectado, é comutado por um modulador mecânico ("chopper"). A frequência do modulador deve ser suficientemente elevada para não interferir na medida. Durante a ocorrência do evento, o feixe laser incide sobre o detector. Obtém-se um sinal em nível alto, que se anula com a interrupção do feixe. Para registrar o tempo decorrido, emprega-se o Contador Universal HP 5315A, que possui dois canais independentes, limiar de disparo ajustável e dotado com uma base de tempo ("clock") de 100 MHz, o que assegura uma precisão até 10-8 seg. Esse método foi empregado com sucesso na determinação da resposta de vários componentes mecânicos. Durante o desenvolvimento dos circuitos eletrônicos, houve grande preocupação com EMC ("Electromagnetic Compatibility"), empregando-se blindagens e desacoplamentos adequados. Isso tornou possível medir mesmo em ambientes eletromagnéticos razoavelmente desfavoráveis. O trabalho encontra-se ainda em sua fase inicial. Projeta-se, no momento, uma versão portátil dessa realização, dotada de uma interface para aquisição digital e capaz de medir outros eventos, sucessivos e/ou simultâneos.

**ESTUDO DE CONFIGURAÇÕES PARA AQUISIÇÃO DE SINAIS ANALÓGICOS**  
Giuseppe Magdalena Stephao - FFCLRP - FAMB

Para analisar sinais analógicos por meio de computadores digitais, existe a necessidade de um sistema de aquisição adequado as características do sinal a ser amostrado. Este trabalho compara quatro formas de interface conversores A/D com computadores, relacionando custo e precisão destas formas.

**DEFINIÇÃO DO PROBLEMA FÍSICO:** O processo de amostragem é uma sequência de medidas espaçadas por determinados intervalos de tempo. Sabemos que existem incertezas tanto nas medidas, quanto no instante de amostragem. O problema consiste em manter o somatório destas incertezas menor que o erro tolerável pelo processo, sem com isto aumentar o custo do sistema.

**DESCRIÇÃO DE TÉCNICAS E MÉTODOS UTILIZADOS:** Serão apresentadas sob a forma de diagrama de blocos, quatro configurações básicas aqui classificadas como MUITO LENTA (ML), LENTA (L), RÁPIDA (R) e MUITO RÁPIDA (MR), de acordo com a velocidade máxima de amostragem.

RESULTADOS	erro máximo em número de bits do valor convertido	onde: Tc = tempo de conversão Tn = incerteza no instante de abertura do circuito de amostra e retenção. Tncb = incerteza no instante de captura do circuito latch de flash converter. v = máxima componente de freq. angular N = número de bits do conversor A/D.
Muito Lento	$\log_2 [ 2^N \times Tc \times W ]$	
Lento	$\log_2 [ 2^N \times Tn \times W ]$	
Muito Rápido	$\log_2 [ 2^N \times Tc \times W ]$	
Rápido	$\log_2 [ 2^N \times Tncb \times W ]$	

INS 73/14.00/3a.

CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE DETECTOR DE RAIOS GAMA E RAIOS-X A PARTIR DE CRISTAIS CINTILADORES DE NaI(Tl).

Cláudio J. Lima - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP.

A partir de cristais cintiladores de NaI(Tl) crescidos a partir das técnicas de Crochaleski e Bridgman, foram construídos protótipos de detectores de radiação Gama e Raios-X. Além da etapa de crescimento, foi desenvolvido todo o processo de lapidação, polimento e encapsulamento dos cristais devido a alta higroscopicidade dos mesmos. Testes realizados com fontes radioativas de Cobalto 60 e Césio 137 mostraram excelente desempenho dos detectores, demonstrando que os procedimentos utilizados na sua construção estão corretos.

INS 74/14.00/3a.

INSTRUMENTAÇÃO PARA MEDIDAS DE CONSTANTES DIELÉTRICAS NÃO LINEARES E EM FUNÇÃO DE POLARIZAÇÃO INVERSA.

Cássio R. Maulo e José A. Giacometti

Instituto de Física e Química de São Carlos - USP

Pontes de capacitâncias, em geral, permitem medidas de valores dos parâmetros lineares (C, tg $\delta$ ) sob uma excitação alternada e alguns modelos permitem suportar tensões de polarização (da ordem de dezenas de volts). No caso de polímeros como o PVDF medidas exploratórias mostraram que a constante dielétrica pode ser função do campo elétrico aplicado. Desenvolveu-se uma ponte de capacitância a qual permite suportar tensões de polarização de até alguns kV e realizar medidas das constantes dielétricas não lineares. O sistema é constituído de um microcomputador tipo AT, uma interface com um gerador de sinais programável, dois canais de aquisição de dados, saídas digitais para controle a uma fonte de alta tensão (3 kV). O sinal para a determinação dos parâmetros da amostra é obtido através de um amplificador de carga elétrica controlado pela interface. O valor da constante dielétrica (linear a não linear) e a perda são obtidos pela transformada de Fourier do sinal digitalizado. Mostra-se que o sistema permite a realização de medidas da histerese dielétrica (dispondo-se de uma fonte de tensão programável, operando nos quatro quadrantes) e medidas das constantes piezoelétricas e elásticas (dispondo-se de um transdutor de força e um de deslocamento).

INS 75/14.00/3a.

CONSTRUÇÃO DE UM COMPARADOR TÉRMICO PARA MEDIDA DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA - Alexandre L. Quadro e Vagner E. de Carvalho - Departamento de Física - ICEx - UFMG

Estamos desenvolvendo um instrumento para medida de condutividade térmica baseado no método de comparador térmico (1-2). Foi construído um protótipo com o qual temos investigado diferentes aspectos do instrumento tais como: calibração, sensibilidade, estabilidade e precisão. Um número grande de amostras sólidas foi usado para calibração do aparelho. A condutividade térmica de várias pedras semi-preciosas brasileiras foi determinada com este instrumento. Atualmente, estudos estão sendo realizados para investigar sua aplicabilidade ao estudo de filmes finos.

- 1) R.W. Powell - Thermal Conductivity determination by thermal Comparator Methods-in Thermal Conductivity - ed. R.F. Tye - Academic Press - 1969
- 2) V.E. de Carvalho - Construção de um Comparador Térmico de Leituras Diretas - Tese de Mestrado - Depto. de Física - UFMG - 1978.

IES 76/14/00/3a.

SISTEMA GERAL PARA MEDIDAS ÓPTICAS COM CAMPO MAGNÉTICO

Caetano Kniphoff da Cruz e Heitor Cury Basso - Departamento de Física e Ciência dos Materiais - IQSC - USP

Com o objetivo de fazer medidas de absorção, luminescência a tempo da vida de estados excitados, montamos em nosso laboratório um sistema para medidas ópticas com campo magnético. O sistema opera na região de 0,2 - 1.0 micrometro e a temperatura entre 1,9-4,2 K. O campo magnético pode atingir um valor de até 6 Tesla.

Uma vantagem no mesmo é sua flexibilidade. Podemos facilmente, por exemplo, modificá-lo de uma medida de luminescência para uma de absorção. Outro ponto importante é que o feixe de luz incidente pode incidir paralela ou ortogonalmente ao campo magnético que estiver sendo aplicado à amostra.

IES 77/14/00/3a.

FORMAÇÃO E DISSOLUÇÃO DE SiO<sub>2</sub> EM CRISTAIS DE SILÍCIO TIPO P.

Paschoal Rizzo e Wilma Machado Soares Santos (Instituto de Física - U.F.R.J.).

Física - U.F.R.J.).

O processo de passivação superficial tem aostado grande importância na produção de detectores semicondutores, principalmente os do tipo Si(Li)<sup>1)</sup>. O objetivo deste trabalho é determinar o comportamento da ação de soluções de diversas concentrações de HF diluído, na dissolução de camadas finas de SiO<sub>2</sub> crescidas na superfície do Si, assim como esta dissolução depende das condições nas quais as camadas de SiO<sub>2</sub> foram formadas. Visando tal estudo, foram produzidas camadas de SiO<sub>2</sub>, por oxidação térmica em vapor<sup>2)</sup>, sobre superfícies de cristais tipo p, com resistividade de 3500 Ohm.cm. Dissolução foram realizadas a temperaturas entre 25°C e 40°C, em HF diluído em proporções variáveis entre 1% e 15%. Os efeitos das diferentes concentrações de HF na energia de ativação do processo de dissolução do SiO<sub>2</sub> foram determinados. A utilização das técnicas citadas, sobre a superfície das pastilhas, produziram valores estáveis para a corrente reversa dos diodos de silício em ar e vácuo.

1) W.M.S. Santos, D. Protic and G. Rispé - Rev. Fis. Apl e Intr, Vol 5 - nº 4 (1990)467

2) T. Salth and A.J. Carlen, J. Appl. Phys., Vol 43 - nº 5 (1972)2455.

Apoio UFRJ, QREN

IES 78/14/00/3a.

MINI SISTEMA DE GRADIENTES DE CAMPO MAGNÉTICO.

J.R.Rodas Duran e F.C.Campos Azevedo (Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP)

Com o objetivo de se utilizar um sistema que simule um tomógrafo de NMR, para irradiar-se animais de pequeno porte, foi construído um conjunto de bobinas geradoras de gradientes de campo magnético. A geometria utilizada foi a de bobinas tipo sela e de Maxwell, sendo seus parâmetros geométricos otimizados. Estudos com bobinas de outras geometrias também foram feitas, chegando-se à conclusão que a geometria apresentada neste trabalho foi a que melhor se adapta para os propósitos de irradiar ratos ou animais de porte similar. Estas bobinas de gradientes são utilizadas em conjunto com uma bobina de radiofrequência, simulando-se assim a parte básica que constitui um tomógrafo de NMR.

IES 79/14.00/3e.

MAGNETÔMETRO DE FLUXO SATURADO PARA APLICAÇÕES EM BIO-MAGNETISMO. Paulo Loureiro de Souza (loureiro@biomag.

ffcirp.usp.br) e Osvaldo Baffa (baffa@biomag.ffcirp.usp.br), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP. Av. Bandeirantes, 3900. 14049 Ribeirão Preto, SP.

Algumas aplicações em biomagnetismo são possíveis com um sensor de campo magnético com sensibilidade de nT. Para estas aplicações o magnetômetro de fluxo saturado (MFS) ou "fluxgate" representa uma alternativa vantajosa devido à sua simplicidade, baixo custo inicial e operacional quando comparado à outros sensores como o Dispositivo Supercondutor de Interferência Quântica (SQUID). Um MFS uniaxial foi desenvolvido baseado num sensor toroidal de alta permeabilidade de molly-permalloy e área de medida de  $(8 \times 15)$ mm. O circuito acionador do toróide é baseado numa configuração complementar do CI 741 e um oscilador baseado no CI 4060. O sinal captado pela bobina sensora é filtrado por um detector síncrono que utiliza uma chave analógica 4066 e etapa de amplificação é baseada em amplificadores operacionais de baixo ruído LT1028. O nosso MFS deve operar entre 10  $\mu$ T e 0.1 nT e apresenta uma sensibilidade de 10 mV/ $\mu$ T medida antes do estágio amplificador. A caracterização experimental está sendo realizada em comparação com o MSF da Applied Physics System com sensibilidade e nível de ruído similares.

APOIO FINANCEIRO: CNPq, FAPESP, CAPES e TWAS

IES 00/14.00/3e.

#### MEDIDA DE SÍMBOLO-SENSIBILIDADE POR TENSÃO NEUROLÓGICA

Parsons Ribeiro R., Azeite C., Kattar C., Bruze A. C., Costa Ribeiro P., Syano G.

Departamento de Física  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Pontifícia Universidade Católica - Rio

Physics Department  
University of Utah

Foam feitas experiências de medida de resistividade no corpo humano detectando-se o campo magnético gerado pelas correntes induzidas por um campo magnético externo alternado no tempo e espacialmente uniforme. Para se medir as fracas correntes geradas utilizou-se como magnetômetro um SQUID SF, acoplado a um gradiente de 2<sup>o</sup> ordem. O campo magnético externo na frequência de 100z, é gerado por 3 bobinas quadradas (2 m de lado), a saída do magnetômetro é acoplada a um tacômetro 4 é feita a leitura de componente do sinal magnético defasado de 90° grave em relação ao campo de excitação.

Foam obtidos dados em diversas regiões do corpo pertencentes ao coração. Descreveu-se a variação da fluxo sanguíneo associado ao coração no batimento cardíaco.

IES 81/14.00/3e.

RECONHECIMENTO DO FORMATO DE OBJETOS TRI-DIMENSIONAIS - Adilson Gonzaga Departamento de Eletricidade/Escola de Engenharia de São Carlos/USP e Valerim Otac Roda Departamento de Física e Ciência dos Materiais/Instituto de Física e Química de São Carlos/Universidade de São Paulo.

Neste trabalho é apresentado um método para o reconhecimento do formato de objetos tri-dimensionais, particularmente objetos sólido polédricos. A visualização do objeto é feita através da deflexão de um feixe de laser sobre a superfície de objeto e a digitalização da luminância refletida em cada ponto da sua superfície. Através deste método é possível determinar parâmetros que identifiquem cada objeto como a inclinação de cada face de poliedro, o comportamento de suas fronteiras e também a existência de arestas internas. Estas características são então rotuladas, permitindo que o programa de classificação busque em um "banco de dados de conhecimento" previamente estabelecido a descrição dos objetos.

Uma mesa giratória permite a rotação do modelo fornecendo as vistas necessárias para classificar o modelo. Todo o sistema é controlado por um microcomputador cujo programa reconhece em tempo real o objeto em observação.



IES 82/14.00/5a.

**SISTEMA DE TESTES PARA ANÁLISE DO EFEITO DE INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA SOBRE A OPERAÇÃO DE MICROCOMPUTADORES - Valentin Obac Roda - Departamento de Física e Ciência dos Materiais/Instituto de Física e Química de São Carlos/Universidade de São Paulo.**

A falha de operação de microcomputadores e sistemas baseados em microprocessadores pode levar a consequências que vão do desagradável, como a perda de arquivos que estão sendo editados em pequenos sistemas até o catastrófico, como no caso de falha de equipamentos utilizados em aplicações críticas como controle de processos, transporte e de suporte de vida. Dentre as possíveis causas de falhas destes sistemas estão as falhas causadas por interferência eletromagnética geradas por perturbações da rede de alimentação ou distúrbios atmosféricos (raílampegos).

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de uma metodologia para determinar falhas típicas que ocorrem em microcomputadores devido à distúrbios de origem eletromagnética. Para os testes serão utilizados dois microcomputadores idênticos, executando simultaneamente o mesmo programa. Um dos módulos sob teste será mantido no interior de uma câmara com blindagem eletromagnética, onde os distúrbios são gerados a partir do fuscamento de uma bobina de alta tensão. O outro módulo deverá operar em ambiente não sujeito à interferência eletromagnética. As linhas de dados e endereços dos dois microcomputadores serão comparadas sincronamente durante a aplicação da interferência e quando for detectada uma discrepância a operação dos dois módulos sob teste será interrompida e os seus dados serão coletados por um microcomputador supervisor que se encarregará de identificar o efeito da falha sobre o microcomputador sob teste.

IES 83/14.00/5a.

**ESTUDO SOBRE O EFEITO DE FALHAS TRANSIENTES EM SISTEMAS MICROPROCESSADOS - Valentin Obac Roda - Departamento de Física e Ciência dos Materiais/Instituto de Física e Química de São Carlos/Universidade de São Paulo.**

Sistemas utilizando microprocessadores frequentemente operam em ambiente hostil onde estão sujeitos a interferências externas como distúrbios nas linhas de alimentação, pulsos eletromagnéticos, descargas eletrostáticas, etc. Estes tipos de distúrbios podem causar defeitos nos circuitos resultando em falhas no sistema. Sendo os microprocessadores máquinas sequenciais cuja operação pode ser descrita por diagramas de transição de estados, transições indesejadas podem resultar em falhas no sistema. No presente trabalho foram estudados os mecanismos de falhas que podem ocorrer em sistemas microprocessados devido à interferências externas e como essas falhas afetam a operação normal de sistemas com microprocessadores. Também é apresentado uma proposta de um mecanismo para recuperação de falhas transitentes que é adequado para a implementação de arquiteturas tolerantes a falhas híbridas.

IES 84/14.00/5a.

**SOBRE AS CURVAS DE CALIBRAÇÃO DE TRANSDUTORES DE PRESSÃO PIEZORESISTIVOS DE SILÍCIO**

**Maria Claudia C. Castaldi e J. Manuel da V. Barilom**  
Instituto de Física da USP

Fabricamos diversos transdutores de pressão utilizando técnicas de microeletrônica, corrosão química e alinhamento duplo-face. Neste trabalho apresentamos resultados do estudo feito do comportamento dos transdutores. Resumimos dois aspectos fundamentais, o primeiro consiste em termos utilizados a dependência da curva de calibração com a espessura da membrana e com a concentração de portadores dos resistores. O segundo aspecto está na exploração das características dos transdutores: dependências da sensibilidade e da tensão de "offset" com a temperatura, histerese e linearidade.

Marco de Castro Carvalho e Françoia L. K. Neves

LSEE- IPD (CTE), Av das Américas 28705, Guaratiba - 23020 Rio de Janeiro (RJ) Tel (021) 4101010(350)

Com o objetivo de se projetar sistemas catadiópticos na região do infravermelho, foi desenvolvido um programa iterativo de computador. A superioridade desses sistemas é verificada principalmente na região de interesse. A transmitância, isenção de aberrações cromáticas, "design" compacto e baixo custo são parâmetros decisivos na escolha dos catadiópticos em relação aos sistemas ópticos puramente refratores. A configuração "Cassegrain" tem se mostrado superior em termos de qualidade de imagem. Todavia, outras configurações se mostram funcionais. Esses projetos utilizam curvaturas puramente esféricas, facilitando dessa forma a sua confecção.

**PRECAUÇÕES PARA EVITAR FUNGOS NOS INSTRUMENTOS ÓPTICOS**

M.C.Carvalho e  
C.J.M. Albuquerque

LSEE - Laboratório de Sensores Especiais e Electroóptica  
IPD - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Av das Américas, 28705 - Guaratiba 23020- Rio de Janeiro (RJ)  
Tel (021) 4101010 (350/353) - Fax (021) 4101374

Em regiões tropicais é comum observar o crescimento de fungos nos sistemas ópticos que em casos intensos podem cegar completamente o equipamento.

Este problema nos nossos Laboratórios foi sanado com eficácia após um minucioso estudo do fenômeno, o desenvolvimento de métodos capazes de combater esse inconveniente.

O processo consiste em reduzir a umidade relativa do ar, utilizando para esse fim arários climatizados, condicionamento adequado dos componentes juntamente com agentes higroscópicos ou utilizando fungicidas sólidos de elevada pressão de vapor.

Os projetos e algumas técnicas desenvolvidas para prevenção e remoção de fungos já existentes, bem como para limpeza e manutenção de equipamentos serão apresentados.

**CALIBRAÇÃO DO DISPOSITIVO ADIP**  
**The Angle Dependent Intensity Prism**

M. Irazábal Umachi, M. Tadeu J. Pacheco

Lab. de Laser e Opto-Eletronica, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Fundação Valeparaibana de Ensino, São José dos Campos, SP

Descreve-se neste trabalho o sistema de calibração do dispositivo ADIP (Angle Dependent Intensity Prism).

Com o dispositivo ADIP, pode-se medir pequenas deflexões angulares de um feixe de luz, com grande precisão.

Para calibrar o dispositivo, usa-se uma célula de quartzo, na qual um feixe de laser de HeNe sofre uma deflexão pequena definida pela frequência de RF aplicada à célula.

O feixe de prova incide com polarização paralela no dispositivo ADIP, a potência do feixe de saída é medido por um detector de silício. A razão entre as potências dos feixes de incidência e de saída do dispositivo depende fundamentalmente do ângulo de incidência na face interna do prisma. Este ângulo, entretanto, é função somente da frequência de RF aplicada à célula. Desta maneira temos uma relação direta da frequência RF com o ângulo de deflexão do feixe de prova. Podendo-se assim calibrar com bastante precisão o ADIP.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**LIQ - Cristais Líquidos**

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA DE SISTEMAS ANFÍLICOS**

Frank Quina

Instituto de Química/USP, CP. 20780 - 01498 - São Paulo - SP

**COMPORTAMENTO CRÍTICO DA TRANSIÇÃO COLESTÉRICA-COLESTÉRICA EM CRISTAIS LÍQUIDOS LIOTRÓPICOS.**

L.A. de Sant'Ana e A.M. Figueiredo Neto.  
Universidade de São Paulo

Neste trabalho estudamos o comportamento crítico da transição de fase colestérica-colestérica na amostra de laurato de potássio, cloreto de decilamônio, água e brucina. Medimos a birrefringência induzida ( $\Delta n$ ) na fase uniaxial colestérica discótica em função da temperatura e do passo do colestérico  $P$  ( $q = \frac{2\pi}{P}$ ). O agente quiral

(brucina) atua como um "campo elástico". O parâmetro  $q$  tem então o mesmo "status" do campo magnético na expressão da energia livre  $F: F_q = -c_f q^2$  onde  $c =$  constante,  $f$  é proporcional a  $\Delta n$ .

Podemos generalizar o coeficiente de Cotton-Moutton:  $C_q = f/q^2$ ;  $c_q^{-1} = A(T-T_c)^{\gamma}$  onde  $A =$  constante,  $T_c =$  temperatura de transição,  $\gamma =$  expoente crítico.

Com as técnicas disponíveis determinamos o expoente crítico  $\gamma$ . E na mesofase nemática determinamos  $\beta$ , quando  $q = 0$ .

Com os resultados obtidos verificamos a adequação do modelo xy às transições de fase em liotrópicos.

CAPEX e Fundação Banco do Brasil

**COMPORTAMENTO TRICRÍTICO NA TRANSIÇÃO DE FASE NEMÁTICO-A-COLESTÉRICO.** Antonio J. Palengua, Luiz R. Evangelista (Depto de Física - FUEL) e Subramania Jayaraman (Depto de Física - UFEC).

No presente trabalho, foram realizadas medidas do calor latente da transição de fase nemático-A-colestérico, com o calorímetro diferencial de varredura (DSC), em diversas misturas binárias de nonanoato-caproato de colestarila. Os resultados mostram que o calor latente vai continuamente a zero mais rapidamente no ciclo de "cooling" do que no ciclo de "heating". Isto sugere a existência de dois pontos tricríticos localizados em diferentes concentrações das misturas binárias. Estes resultados serão apresentados e discutidos com base nos modelos moleculares existentes.

LIQ/09:10/4a.

TRANSIÇÕES DE TIPO ORDEM-DESORDEN EM CRISTAIS LÍQUIDOS NEMÁTICOS COM  
 FENÔMENOS. C.Barbero (Departamento di Fisica del Politecnico, Torino,  
 Italia), L.B.Evangelista (Departamento de Física, FUEN, Maringá-PR), A.P.Frethov (Physics Department,  
 Bashkiran Research Center, Ufa, Russia).

Apresenta-se uma análise detalhada da transição ordem-desorden induzida por um campo externo em cristais líquidos nemáticos. A teoria desenvolvida é válida nas vizinhanças do ponto de inversão da anisotropia principal,  $\tau_d$ , quando o sistema pode exibir hiperpolarização (conectada ao parâmetro  $\chi_d$ ). Supondo uma interação nemático - campo externo ( $\vec{E}$ ) do tipo

$$- \frac{1}{2} c_d (\vec{n} \cdot \vec{E})^2 - \frac{1}{4} \chi_d (\vec{n} \cdot \vec{E})^4$$

e trabalhando na hipótese de ancoramento fraco, demonstra-se que o sistema apresenta uma linha de pontos tricríticos a que o parâmetro que controla a ordem da transição da fase é uma função decrescente da energia de ancoramento. No limite de ancoramento muito fraco, o campo crítico varia com  $d^{-1/2}$  ( $d$  = espessura da amostra) enquanto que no limite de ancoramento forte recupera-se os resultados conhecidos.

LIQ/09:30/4a.

DINÂMICA DA TRANSIÇÃO DE FASE DE 1ª ORDEM NEMÁTICO-ISOTRÓPICO EM  
 CRISTAIS LÍQUIDOS TERMOTRÓPICOS - José M.A. Figueiredo, Luis O.

Ladatta, Marcos B.L. Santos\* Oscar N. Mesquita - Universidade Federal de Minas Gerais -  
 Departamento de Física - 2) Universidade de Brasília - Depto. de Física.

Estudamos a interface Nematíco-Isotrópico do Cristal Líquido 5CB, utilizando a técnica de Videomicroscopia. Em um gradiente de temperatura constante, forma-se uma interface, a qual é retirada do equilíbrio movendo-se a amostra. A interface movimenta-se então em direção à posição de equilíbrio. Com a técnica acima, obtém-se a posição da interface com o tempo. A partir desses dados, o Coeficiente Cinético, que relaciona a velocidade da interface com o gradiente imposto, é obtido.

Utilizando o modelo Landau - De Gennes para a energia livre e as equações da hidrodinâmica sobre o diretor, obtemos uma previsão teórica para o Coeficiente Cinético, em excelente concordância com os resultados experimentais. Verificamos também que a equação de Ginsburg-Landau para a dinâmica do parâmetro de ordem prevê um coeficiente cinético em excelente concordância com nossos dados experimentais.

LIQ/09:50/4a.

BIRREFRINGÊNCIA INDUZIDA EM MESOFASES ISOTRÓPICAS POR  
 MEIO DE GRADIENTES DE VELOCIDADES - P.R.G.Pernandes e A.M.

Figueiredo Neto - UFUEP

Estudamos a birrefringência induzida numa mistura de Laurato de Potássio (KL), Decanoil (DOCH) e água (H<sub>2</sub>O) sob um gradiente de velocidades como também por meio de choques em câmaras. Para isso, foi construído um sistema capaz de estabelecer este gradiente de velocidades num filme de cristal líquido (100µm) isotrópico. A amostra fica entre duas lâminas de vidro com dimensões de 20cm x 20cm x 2mm. Em cada uma delas está colada uma cerâmica piezoelétrica que, sob uma tensão de aproximadamente 400V, varia sua espessura de 0.2µm. Assim, a partir da compressão e decompressão das cerâmicas, podemos determinar o coeficiente de viscosidade de uma mesofase isotrópica. Com uma amostra em temperatura ambiente (T=26°C), encontramos um valor para a viscosidade em torno de 1poise. Mostramos também, o comportamento de uma mesofase isotrópica sob uma pequena perturbação oscilatória. Este comportamento sugere uma analogia com um oscilador harmônico amortecido com tempo de relaxação da ordem de 10<sup>-3</sup>s. Saliante-se que estes resultados são preliminares. Uma análise mais precisa está sendo realizada.

LIQ/10.30/4a.

## TRANSIÇÕES DE FASE DO ESTADO ISOTRÓPICO PARA LÍQUIDO-

CRISTALINO DO SISTEMA À BASE DE LAURIL SULFATO DE SÓDIO(SLS)  
R. Itri e L.Q. Ameral (Instituto de Física - USP)

Neste trabalho analisamos curvas de espalhamento de soluções isotrópicas I de SLS/H<sub>2</sub>O, na presença ou não de decanol, através do ajuste do produto  $P(q)S(q)$ , onde  $P(q)$  é o fator da forma micelar e  $S(q)$  a função de interferência intermicelar, calculada via interações Coulombianas repulsivas "blindadas" numa aproximação de esfera média (MSA). Os resultados evidenciam que as micelas crescem mais por adição de decanol ao longo de transição de fase isotrópica - Nemática Cilíndrica (Nc) do que por aumento de concentração de anfifílico no sistema binário ao longo de I - hexagonal. Por outro lado, não ocorre crescimento micelar na transição I - Nc, que é caracterizada por ordem orientacional das micelas. Estes resultados são discutidos no âmbito de previsões teóricas recentes de transições de fase I- líquido-cristalinas.

LIQ/10.30/4a.

## ESTUDO DE CRISTAIS LÍQUIDOS FERROELÉTRICOS

O. Címenes e A.M. Figueiredo Neto

Instituto de Física - Universidade de São Paulo

Estão sendo investigados por meio de técnicas ópticas os cristais líquidos termotrópicos ferroelétricos DOBAMBC (sintetizado em Orsay) e o ZLI - J654 da Merk. Esses cristais líquidos apresentam fases esmálicas C quirais (SAC<sup>\*</sup>).

Objetivamos estudar os procedimentos de alinhamento dessas mesmas fases para medidas do passo do arranjo helicoidal e da polarização.

LIQ/11.10/4a.

ESTUDO DA BIRREFRINGÊNCIA INDUZIDA POR  
CONVECÇÃO FORÇADA EM FERROFLUIDOSG.J. da Silva<sup>†</sup>, J.F. Moreno<sup>\*</sup>, F.A. Tourinho<sup>†</sup> e P.C. Morais<sup>†</sup> - (†) Departamento de Física - UnB, (‡) Departamento de Química - UnB, (•) Bolsista RHAÉ-SCT.

Fluidos magnéticos são usualmente elaborados a partir de nanopartículas de ferritos do tipo espinélio, dispersas estericamente em meios não aquosos ou eletrostaticamente em água. O método de síntese desta última espécie foi desenvolvido e modificado recentemente<sup>1</sup>. É bem conhecido o fato destes novos materiais se tornarem birrefringentes pela ação de um campo magnético (efeito Cotton-Mouton). O comportamento magneto-óptico dos ferrofluidos (FF) foi inicialmente investigado por Mehta<sup>2</sup> e Martinet<sup>3</sup> e tem sido desde então amplamente estudado. Entretanto, o estudo da birrefringência induzida por convecção forçada em FF ainda não foi mencionado na literatura. Descoberta em certos líquidos puros por Maxwell, a birrefringência induzida por convecção forçada foi mais tarde investigada por De Gennes em cristais líquidos.

Nesta comunicação, apresentaremos as primeiras evidências experimentais deste "efeito Maxwell" em ferrofluidos. O gradiente de velocidade no seio da amostra, em nosso arranjo experimental, é obtido através do movimento periódico do porta amostra solidário a um sistema eletromecânico. A birrefringência é estudada em função da frequência e amplitude da vibração. Várias amostras de FF, à base de  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> e MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, com diversos tamanhos de grãos, são analisadas.

<sup>†</sup>F.A. Tourinho et al., J. Mater. Sci. 23 (1990) 3249.<sup>2</sup>R.V. Mehta, J. Colloidal Interface Sci. 43 (1973) 165.<sup>3</sup>P.A. Martinet, Rheol. Acta 13 (1974) 280.

LIQ/11.30/4a.

ESTUDOS DE BIRREFRINGÊNCIA E DIFRAÇÃO LASER NO CRISTAL LÍQUIDO MAGNÉTICO  $MnFe_2O_4$ M.F. da Silva, \* F.A. Tourinho, A.M. Figueiredo Neto  
Instituto de Física, Universidade de São Paulo.

\* Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília.

O ferrofluido utilizado em nossos experimentos é  $MnFe_2O_4$ , com partículas de dimensões típicas da ordem de 60Å e 100Å, e concentração de  $5 \times 10^{13}$  grãos/cm<sup>3</sup>. Foram realizadas medidas de birrefringência óptica em função da temperatura, fazendo com que a amostra atingisse a temperatura de 30° C em intervalos de tempos diferentes (30', 40' e 2h). Foi possível observar que a amostra não sofria influência do tempo gasto para atingir os 30° C. Em seguida fazendo o mesmo experimento, aumentávamos e diminuíamos a temperatura da amostra, para verificarmos se havia reversibilidade ou não do fenômeno (a formação de dímeros, trímeros na amostra com o aumento da temperatura), verificamos então que o gráfico de Anst apresentava uma curva semelhante às curvas de histerese magnética.

Realizamos também um experimento com difração laser, e observamos que na ausência de campo magnético a amostra não apresentava franjas de difração, porém com um campo de 4kg as franjas já começavam a aparecer; o mesmo experimento foi realizado utilizando um controlador de temperatura. A amostra foi aquecida de 22° C até 50° C e em torno de 33° C as franjas começaram a surgir, porém com a diminuição da temperatura as franjas não desapareciam.

Mais experimentos são necessários para verificar o caráter reversível ou não do fenômeno em nossa amostra.

LIQ/11.60/4a.

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO TAMANHO E FORMATO DAS PARTÍCULAS DE FERROFLUIDO AQUOSO A BASE DE  $CoFe_2O_4$ 

NA ORIENTAÇÃO DE CRISTAIS LÍQUIDOS NEMÁTICOS.

C.Y. Nathe, F.A. Tourinho\*, A.M. Figueiredo Neto (Instituto de Física da USP).

\* endereço atual: Depto de Química - Instituto de Ciências Exatas - UNB

Foram realizadas experiências para estudar a influência do tamanho e formato das partículas de ferrofluido aquoso a base de  $CoFe_2O_4$  na determinação da concentração mínima ( $C_m$ ) necessária de ferrofluido para a orientação de cristais líquidos nemáticos. Diferentes tipos de ferrofluidos foram estudados. As amostras de cristais líquidos dopados com diferentes concentrações de ferrofluido em presença de um campo magnético de pequena intensidade ( $\sim 600G$ ) foram observadas em um microscópio com luz polarizada. Para ferrofluido com diâmetro médio das partículas  $D = 88Å$ , obtivemos  $(9 \pm 3) \times 10^{11} < C_m < (2,4 \pm 0,3) \times 10^{12}$  grãos/cm<sup>3</sup> e para  $D = 156Å$   $(2,6 \pm 0,3) \times 10^{11} < C_m < (3,3 \pm 0,3) \times 10^{11}$  grãos/cm<sup>3</sup>. Com essas e outros resultados obtidos, verificamos que além do tamanho da partícula, o formato e a formação de aglomerados das partículas são fundamentais na orientação de cristais líquidos nemáticos.

CNPq, Fundação Banco do Brasil

LIQ/14.00/4a.

PROPRIEDADES DE ANCORAMENTO DA MISTURA LIQUOTRÓPICA  $CaPO_4/AGUA$  NA FASE NEMÁTICA DISCÓTICA. E.A. Oliveira, P.J. Protino\* e A.M. Figueiredo Neto. Instituto de Física - USP. C.Postal 20516, CEP 01498.

São Paulo - SP.

Neste trabalho utilizamos a mistura de perfluorotetranolito de óleo e água para investigar as propriedades de ancoramento de cristais líquidos liotropicos. Essa mistura é particularmente interessante por apresentar uma única fase nemática, que é uniaxial discótica ( $H_0$ ) e com susceptibilidade magnética anisotrópica positiva<sup>(1)</sup>. Os porta amostras utilizadas são "microslides" de 200µm de espessura e 4mm de largura com superfícies internas lisas. A amostra na fase  $H_0$  é inicialmente orientada através de um campo magnético interno ( $e_{100} - a$ ), com o diretor  $a$  normal as superfícies maiores do "microslide" (A paralelo ao eixo z). A amostra  $H_0$ , então, inclinada de um ângulo  $\theta$  medido em relação ao plano x-y, e um campo magnético  $H$  é aplicado na direção x. Estudamos o processo de orientação do diretor ob servando a amostra entre polarizadores cruzados e medindo a intensidade de luz transmitida em função do tempo. Também estudamos o processo de relaxação quando  $H$  é desligado. Observamos apenas um processo de orientação, com um tempo característico proporcional a  $H^{-2}$ , que é interpretado como um tempo de resposta do volume,  $\tau_v$ . Os valores experimentais de  $\tau_v$  permitem a determinação de viscosidade rotacional  $\gamma = 7$  poise, para essa mistura. Também foi observado um tempo de relaxação único  $\tau_r$ , que depende de  $\theta$ . A constante de "play"  $\theta_0$  é determinada a partir dos valores de  $\tau_r$ :  $K_{11} = (1,6 \pm 0,1) \times 10^{-7}$  dina. O modelo já proposto para o ancoramento de cristais líquidos liotropicos<sup>(2)</sup> é compatível com os resultados obtidos.

(1) N. Dodon, R.J. Bushby, K.W. Joley, M.C. Holmes and F. Sial, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 152, 37 (1987).

(2) E.A. Oliveira, A.M. Figueiredo Neto and G. Durand, Phys. Rev. A 44, R825 (1991).

\* Department of Physics, Southern Oregon College, Ashland, Oregon 97520 - USA.

LIQ/14.20/4a.

## DETERMINAÇÃO DO VOLUME MOLAR PARCIAL E VOLUME MOLAR APARENTE NO SISTEMA BINÁRIO DACI + ÁGUA

Ted R. Taylor e Teodósio Kroin - Depto. de Física - UFBC

O sistema binário DACI + Água apresenta a uma temperatura de 40 C as seguintes liomorfosomas: isotrópica, Hexagonal, Isotrópica, Lamelar + Isotrópica e Lamelar.

Através de medidas de densidade realizadas com o densímetro ANTON PAAR, determinamos o volume molar parcial e o volume molar aparente do DACI nas diferentes liomorfosomas. Os resultados indicam uma variação muito pequena no volume molar parcial, mas mostram uma mudança mais significativa no volume molar aparente, a qual pode estar associada a mudança do formato micelar.

LIQ/14.40/4a.

## FLUTUAÇÕES MICELARES NUM CRISTAL LÍQUIDO LIOTRÓPICO NEMÁTICO ESTUDADAS POR CORRELAÇÃO DE FÓTONS MULTIBIT

Marcus B.L. Santos e Marco A. Amato

Universidade de Brasília, Depto. de Física, 70910 Brasília, DF

Nemáticos liotrópicos apresentam uma variedade bastante rica de fenômenos de flutuação térmica que causam espalhamento de luz dinâmico, mesmo comparados aos nemáticos termotrópicos. Em parte isso acontece em função da proximidade com a fase biaxial [1]. Particularmente surpreendente, contudo, são as flutuações lentas, com tempos de vida da 0,1 s ou mais, que foram detectadas no sistema K-Laurato, Decanol, D<sub>2</sub>O, em luz polarizada [2]. Estas ocorrem uniformemente em todo o domínio de temperatura das fases nemáticas, inclusive longe da fase biaxial, e foram explicadas em termos de flutuações micelares, em contraste com as outras, do tipo ordem-desordem.

Nesse trabalho apresentamos novas medidas de correlação de fótons na fase nemática tipo disco desse sistema. As medidas foram realizadas num correlacionador especialmente construído, baseado em um microcomputador tipo PC [3]. Esse instrumento, embora pouco rápido, é ideal para estudar o ramo de baixa frequência das flutuações no liotrópico, por empregar canais de contagem de 16 bits. Por outro lado, procurou-se aprofundar a caracterização do modo lento em termos das suas dependências em temperatura e vetor de onda, além de manter um monitoramento detalhado também do sinal despolarizado. Os resultados são coerentes com o modelo previamente adotado de flutuações micelares, mas a presença de uma contribuição despolarizada sugere mecanismos mais específicos que serão discutidos.

[1] M.B. Lacerda Santos, Y. Calerns and G. Durand, Phys. Rev. Lett. 53 (1984) 787-790.

[2] M.B. Lacerda Santos and G. Durand, J. Phys. (Fr.) 47 (1986) 529-547.

[3] F.G. Jota, A.R. Braga and M.B.L. Santos, J. Phys. E-Sci. Instr. (aceito)

LIQ/18.00/4a.

RESULTADOS PRELIMINARES DE ESPALHAMENTO RAYLEIGH DINÂMICO NO NOVO SISTEMA LIOTRÓPICO K-LAURATO, DACI, H<sub>2</sub>OM.B.L. Santos<sup>1</sup>, E.A. Oliveira<sup>2</sup> e A.M. Figueiredo Neto<sup>3</sup><sup>1</sup>Depto. de Física, Universidade de Brasília, 70910, Brasília, DF<sup>2</sup>Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 01498, São Paulo, SP

Recentemente um novo sistema liotrópico possuindo fase nemática biaxial foi evidenciado [1]. Esse sistema apresenta uma novidade em relação ao seu antecessor, a mistura de K-laurato, decanol e água, por substituir um co-surfactante não-iônico, o decanol, por um iônico, o DACI (clorato de decil-amônio).

Nesse trabalho estamos dando início a um experimento exploratório para investigar se esta mudança de composição tem algum efeito sobre a dinâmica de flutuações. Embora nosso instrumental de correlação de fótons [2] só nos dê acesso ao ramo das flutuações mais lentas, estas incluem as de origem micelar [3], em princípio as melhores candidatas a apresentar comportamento distinto em relação ao sistema com decanol. Atualmente estamos testando a mistura K-laurato/34,5/DaCl/4,2/H<sub>2</sub>O/61,3 % peso, que possui uma fase nemática disco de grande amplitude em temperatura (cerca de 50°C).

[1] E.A. Oliveira, L. Liébert and A.M. Figueiredo Neto, Liquid Crystals, 5 (1989) 1669.

[2] F.G. Jota, A.R. Braga and M.B.L. Santos, J. Phys. E-Sci. Instr. (a sair)

[3] M.B. Lacerda Santos and G. Durand, J. Physique 47 (1986) 529.



**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**MAG - Magnetismo**

EAG/08.10/49.	MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DE LIGAS Nd-Fe-B e Pr-Fe-B
<p>F. A. O. Catral (Dep. Física-UFRR), S. Gama e C. C. Colucci (Dep. Est. Sol. IFGW-Unicamp)</p> <p>Ligas Nd-Fe-B e Pr-Fe-B na condição de como fundidas e termicamente tratadas, foram investigadas através de análises termogravimétrica AC, metalografia ótica, difração de raios-X e medidas de coercividade magnética.</p> <p>Em ambos os sistemas de ligas, as medidas de suscetibilidade AC mostram um sinal magnético que sugerimos está associado à uma nova fase magneticamente ordenada, presente nessas ligas.</p> <p>A existência desta nova fase bem como sua influência nos valores de coercividade magnética das ligas é aqui discutida.</p>	

EAG/08.25/49.	PROPRIEDADES MAGNÉTICAS E MICROESTRUTURAS DE LIGAS Nd-Fe-Al
<p><u>Rodolfo Poltano</u>, <u>Aurelio Câmara Neiva</u>, <u>Hercília Rodolfo Rechberger</u>, <u>Frank P. Missell</u>          Instituto de Física, Universidade de São Paulo</p> <p>Estudou-se amostras obtidas em forno-a-arco, de composições <math>(Nd-(20-x)Fe-x)Al</math>, brutas de fusão e tratadas termicamente a <math>600^{\circ}C</math> por 2 horas, <math>Nd-59Fe-41Al</math> (<math>600^{\circ}C/20h</math>) (fase <math>\mu</math>) e <math>Nd-47,5Fe-20,5Al</math> (<math>600^{\circ}C/30h</math>) (fase <math>\delta</math>). Efetuaram-se medidas magnéticas de <math>\sigma</math> x T, <math>\sigma</math> e <math>H_c</math>. Foram feitas também análises por metalografia ótica e espectroscopia Mössbauer. Os resultados obtidos nestas análises confirmam o papel benéfico do Al como adição em ligas Nd-Fe-B no sentido de aumento do campo coercivo (<math>H_c</math>). As amostras <math>Nd-(20-x)Fe-x)Al</math> tratadas termicamente com <math>x</math> variando entre 1 e 3 apresentam a fase ferromagnética <math>\mu</math>. A partir de <math>x = 5</math>, a fase presente é <math>\delta</math>. Isto demonstra o efeito de Al nos ligas, uma vez que, após um tratamento térmico a <math>600^{\circ}C</math>, comum na fabricação de ligas sinterizadas, com teores globais de Al em torno de 1 a 2%, garantidamente não ocorrerá nenhuma fase ferromagnética na região intergranular, o que prejudicaria o desacoplamento magnético entre os grãos, diminuindo o valor de <math>H_c</math>. Ao invés disso, forma-se a fase <math>\delta</math>, cujo <math>T_c = 250^{\circ}K</math>.</p> <p>Este trabalho foi financiado pela <u>FAPESP</u>, <u>FINEP</u> e <u>CNPq</u>.</p>	

EAG/08.40/49.	DEPENDÊNCIA DA ABSORÇÃO DE OXIGÊNIO COM A COMPOSIÇÃO EM LIGAS DE Fe-TR (TR=Nd,Pr)
<p><u>Ella Helena de Campos Pinto Sinoecher</u>, <u>Sergio Gama</u>, <u>Cesar Cassasin Colucci</u>, <u>Carlos Alberto Ribeiro</u>, Instituto de Física - UNICAMP, CxP 6163, 13081 - Campinas - SP</p> <p>Ligas de Fe-TR (TR=Nd,Pr) foram submetidas a tratamentos térmicos sob atmosfera controlada de <math>O_2</math>. A quantidade em massa de oxigênio absorvido foi verificada pesando-se a amostra antes e após a oxidação. Os resultados obtidos para as ligas de Fe-Nd, sugerem que a presença da fase <math>Fe_{11}Nd_3</math> favorece em grande parte a absorção do gás. Para o sistema Fe-Pr, a absorção é maior em ligas com composições próximas à eutéctica.</p> <p>A caracterização das amostras através de Metalografia, Microanálise Eletrônica e Análise Termogravimétrica, revela que o oxigênio promove a decomposição das fases presentes, precipitando óxidos e outras fases que são mais ricas em Fe.</p> <p>* Agradecemos o apoio financeiro da FAPESP.</p>	

RAG/08.33/4a.

## DIFUSÃO DE NITROGÊNIO NOS SISTEMAS Nd-Fe E Pr-Fe

C. C. Colucci, S. Gama e E. R. C. P. Simcheck, Instituto de Física - UNICAMP, CxP 6165, 13081 - Campinas - SP

Foram realizadas alguns experimentos de nitrogênio da fase 2:1) nos sistemas Nd-Fe e Pr-Fe com o objetivo de se obter informação sobre a cinética de reação. Utilizamos amostras na forma de lâminas que foram submetidas a 773K e pressão constante de 1 bar e amostras pulverizadas (partículas com diâmetro  $\phi$ 3 $\mu$ m) mantidas à temperatura constante e pressão variável. Temos obtido compostos Fe<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N<sub>x</sub> com x=0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,7. Em ambos os casos as amostras foram analisadas por microscópio óptico metalográfico, e observamos que no caso Pr<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub> a difusão por contorno de grão é substancialmente maior.

RAG/09.10/4a.

## ANISOTROPIA INDUZIDA EM LIGAS AMORFAS E NANOCRISTALINAS

M. Emura, R. Cohen, M. V. P. Altd. F. P. Missell - Instituto de Física - Universidade de São Paulo.

Ligas amorfas à base de ferro têm sido estudadas devido às suas excelentes propriedades magnéticas, como alta magnetização de saturação e baixas perdas. Várias são suas aplicações: núcleos de transformadores, indutores e motores. Tratamentos térmicos nessas ligas alteram suas propriedades; através de um estudo de anisotropias induzidas nesses tratamentos, pode-se determinar as condições que otimizam a atuação desses materiais em suas aplicações.

Acréscimando pequenas quantidades de Nb e Cu em ligas amorfas de Fe-Si-B, e submetendo-as a um tratamento térmico, Y. Yoshizawa e K. Yamauchi desenvolveram um material que possibilitou aumentar o campo de aplicações das ligas de ferro; além das características já citadas, estes materiais apresentaram alta permeabilidade e campo coercivo baixo. Aparentemente, tais propriedades têm origem na estrutura nanocristalina adquirida pelo material durante o tratamento térmico.

Confeccionamos fitas amorfas de Fe<sub>78,16</sub>Si<sub>10,13</sub>B<sub>11,71</sub> e de Fe<sub>73,3</sub>Nb<sub>3</sub>Cu<sub>1</sub>Si<sub>13,3</sub>B, que foram caracterizadas através de medidas da temperatura de Curie T<sub>c</sub>, magnetostrição de saturação  $\lambda_s$  e curvas de magnetização inicial, de onde foi obtido o valor da magnetização de saturação M<sub>s</sub>.

A fita de Fe<sub>73,3</sub>Nb<sub>3</sub>Cu<sub>1</sub>Si<sub>13,3</sub>B<sub>9</sub> foi tratada termicamente a 540°C durante 1 hora, para se obter a estrutura nanocristalina. Utilizando difração de raios X, foi possível medir o tamanho dos nanocristais:  $\approx$  13nm. Determinamos T<sub>c</sub>,  $\lambda_s$  e M<sub>s</sub> também para as ligas nanocristalinas.

Foram medidas as anisotropias induzidas (K<sub>ind</sub>) em tratamentos térmicos a várias temperaturas e determinada a temperatura de maior indução de anisotropias. Fixando-se essa temperatura, foram obtidos dados de K<sub>ind</sub> para vários tempos de tratamento.

Trabalho financiado pela FAPESP, FINEP (PADCT).

RAG/09.25/4a.

## CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E MAGNÉTICA DE LIGAS DE Fe-Zr-B NANOCRISTALINAS

M. Emura, F. P. Missell e H. R. Rechenberg (Instituto de Física, Universidade de São Paulo)

Novos materiais ferromagnéticos moles, com magnetização elevada e permeabilidade a kHz superior a 10<sup>6</sup>, vêm sendo investigados nos últimos anos<sup>1</sup>. As propriedades observadas resultam de uma estrutura complexa formada por grãos nanocristalinos ( $\approx$  10nm) separados por regiões amorfas.

Preparamos fitas amorfas de Fe-Zr-B, Fe-Zr-B-Cu e Fe-Zr-B-Nb por fusão e "melt-spinning", seguido de recozimentos por uma hora a 400, 500 e 600°C em atmosfera de Ar.

Através de medidas de T<sub>c</sub> e espectroscopia Mössbauer investigamos a influência do tratamento térmico e dos elementos minoritários Cu e Nb sobre as fases formadas e respectivas proporções volumétricas.

Medimos também a magnetização e a magnetostrição à temperatura ambiente. A correlação entre as propriedades magnéticas e microestrutura será discutida.

1) K. Suzuki et al., Materials Transactions Japanese Inst. Metals 32, 93 (1991)

EAG/09/60/4a.

EVOLUÇÃO COMPOSICIONAL E PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DA FITA  $Fe_{73.5}Cu_1Nb_2Si_{13.5}B_9$  NANOCRISTALINA

H.R. Rechenberg (Inst. de Física, USP), H. Knobel e R. Sato Turtelli (IFGW, UNICAMP).

Materiais nanocristalinos são sólidos compostos principalmente por grãos cristalinos de dimensões nanométricas aleatoriamente distribuídos em uma matriz amorfa. Nos últimos anos, os materiais nanocristalinos obtidos a partir da cristalização de fitas amorfas vêm despertando um enorme interesse devido às suas excelentes propriedades magnéticas<sup>1,2</sup>. Entretanto, a cinética do processo de cristalização, bem como a composição e as frações volumétricas das fases resultantes dos tratamentos térmicos ainda não estão completamente entendidas.

Neste trabalho, foram realizados tratamentos térmicos (540-550°C) por diversos tempos (5-1 hr.) em fitas amorfas de composição  $Fe_{73.5}Cu_1Nb_2Si_{13.5}B_9$  produzidas por "melt-spinning". O desenvolvimento da estrutura nanocristalina foi investigado por técnicas de espectroscopia Mössbauer. A fase cristalina existente após 1 hora de tratamento térmico a 550°C é puro  $Fe_3Si$  (com  $x=0.18$ ). A fração volumétrica amorfa residual foi estimada em 50%. Utilizando os resultados obtidos com espectroscopia Mössbauer, juntamente com dados de magnetostricção, foi possível avaliar a contribuição da fase amorfa na magnetostricção total da amostra. Com isto, foi verificado que o desenvolvimento da estrutura nanocristalina tem uma grande influência nos mecanismos básicos responsáveis pela relaxação da permeabilidade magnética nesses materiais.

<sup>1</sup> Y. Yoshizawa et al., J. Appl. Phys., 64, 6044 (1988).

<sup>2</sup> P. Allia et al., Appl. Phys. Lett. 59, 2454 (1991).

EAG/09/33/4a.

## MODELO PARA A DEPENDÊNCIA COM A TENSÃO DA SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA INICIAL EM LIGAS FERROMAGNÉTICAS AMORFAS.

S.P. Cruz Filho, H. Knobel, J.F. Sinaecker, R. Sato Turtelli (IMST, UFES, IFGW, UNICAMP) e P. Allia (Phys. Dept., Politécnico de Torino, Itália).

A influência da tensão mecânica aplicada nas propriedades magnéticas de ligas metálicas amorfas tem sido amplamente estudada. Após a verificação experimental da dependência da constante de magnetostricção ( $\lambda_s$ ) com a tensão ( $\sigma$ ) [1], diversos estudos associaram um máximo na curva de susceptibilidade ( $\chi$ ) vs. tensão com uma inversão no sinal de  $\lambda_s$  [2], onde é considerada somente a contribuição de uma anisotropia uniaxial. Com o intuito de estudar esse efeito, foram feitas medidas de  $\chi$  vs.  $\sigma$  para um conjunto de amostras com diversos  $\lambda_s$  [3]. Entretanto, nossos resultados não se mostram compatíveis com a descrição fenomenológica existente.

Com isto em mente, foi desenvolvido um modelo fenomenológico para a susceptibilidade por rotação da magnetização, levando em consideração os diversos termos de anisotropia que contribuem para a formação de uma dada estrutura de domínios. Em particular, o modelo se mostra flexível e suficiente para explicar os efeitos de tensões mecânicas, tratamentos térmicos e campos magnéticos aplicados à amostra sob diferentes condições. Dos resultados obtidos, é possível questionar a validade do método de determinação de inversão de  $\lambda_s$  através das curvas de  $\chi$  em função de  $\sigma$ .

[1] G. Herzer, In: Proc. Int. Conf. on Soft Magnetic Materials, p.335, 1986.

[2] J.M. Barandiarán et al., Phys. Rev. B, 35, p.3066, 1987.

[3] S.P. Cruz Filho et al., In: Proc. Int. Workshop Mag. Mag. Mat. and their Applications, Habana, Cuba (05/91).

EAG/10/30/4a.

ANÁLISE POR TÉCNICAS DE DIFRAÇÃO DE NEUTRONS E DE RAIOS-X DE PRECIPITADOS DE MAGNETITA OBTIDOS NA PREPARAÇÃO DO FERROFLUIDO  $Fe_3O_4$ . DR. MÁLIA C. RODRIGUES, C.B.E. FARENHA, Y.J. MASTROGIACCHI - IPEN-CHEN/SP. A. ROCCALDO, S. GAMA, J.F. CARDOSO - IFGW-UNICAMP.

Amostras de ferrofluido, à base de magnetita  $Fe_3O_4$ , que tem estrutura magnética do tipo Néel A-B, foram desenvolvidas tendo como líquido portador água pesada, visando o estudo do espalhamento magnético dessas amostras com técnicas de difração de nêutrons. A substituição de água leve por pesada, deve-se ao fato de que o hidrogênio de massa 1 tem alta seção de choque para o espalhamento incoerente de nêutrons, o que dificulta a observação do espalhamento coerente proveniente das partículas de  $Fe_3O_4$ . Entretanto, para o deutério essa seção de choque é bem mais baixa, permitindo a observação. Técnicas diferenciadas foram aplicadas na obtenção de precipitados de magnetita. A análise por difração de raios-x dessas precipitados revelou um aumento no tamanho de grão, o que tende a diminuir o espalhamento múltiplo na amostra. Tanto os resultados de raios x como de difração de nêutrons são comparados com difratogramas teóricos, com o fim de se poder avaliar o tamanho médio dos grãos.

\* bolsista de mestrado do CNPq

REG/10.43/46.

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE IMPUREZAS NAS PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DA MAGNETITA NO SISTEMA  $Nb_xFe_{3-2x}O_4$ .

E. Torres-Tapia, J. M. Neto, P. N. Domingues - Instituto de Física - UFRJ

São estudadas as magnetitas diluídas com impurezas de nióbio,  $Nb_xFe_{3-2x}O_4$ , com concentração no intervalo  $0,0005 \leq x \leq 1,000$ . As amostras foram caracterizadas por espectroscopia Mössbauer (EM), raios-X e magnetometria à temperatura ambiente. Nas magnetitas com  $0,0005 \leq x \leq 0,2000$  observamos apenas uma fase magnética com estrutura de espinel onde os parâmetros hiperfinos obtidos por EM são iguais aos da magnetita pura ( $Fe_3O_4$ ). Para concentrações de nióbio entre 0,250 e 0,500 encontramos uma fase magnética e uma paramagnética e no caso de concentrações entre 0,600 e 1,000 observamos uma fase magnética juntamente com duas fases paramagnéticas.

REG/11.00/46.

METAMORFISMO TÉRMICO EM METEORITOS DA ANTARTIDA

R.B. Scorselli, I. Souza Azevedo e E. Galvão da Silva

Os meteoritos do tipo condrito carbonáceo (CC) são de particular interesse, representando o material mais primitivo do sistema solar disponível para pesquisa. Estudamos por espectroscopia Mössbauer os CC, Yamato-82162 (Y-82162) e Yamato-86720 (Y-86720) encontrados nas montanhas Yamato da Antártida. Os espectros Mössbauer foram obtidos na faixa de temperatura  $4,2K \leq T \leq 300K$ ; observou-se à temperatura ambiente, principalmente a presença de uma componente paramagnética devida ao ferro em sulfatos, e dois dubletos quadrupolares atribuídos a compostos paramagnéticos de  $Fe^{2+}$  e  $Fe^{3+}$ . Abaixo de 25K foram detetadas significativas transformações no espectro, que estão sendo analisadas.

As diferenças observadas entre o Y-82162 e Y-86720 estão de acordo com recentes resultados obtidos por TEM, que sugerem que estes meteoritos sofreram diferentes graus de metamorfismo térmico.

REG/11.15/46.

CONTEÚDO DE MAGNETITA EM REGIÕES DE ANOMALIA GEOMAGNÉTICA NO RIO GRANDE DO NORTE

C.A. dos Santos, J.A.M. Moreira e J.V. Paiva Macedo  
Departamento de Física - UFRN 59072 NATAL RN

Concentrações de minerais magnéticos na crosta terrestre originam anomalias do campo geomagnético, ou decorrência da alta susceptibilidade ou da alta magnetização remanente. Medidas aeromagnéticas têm sido usadas desde os anos 40, com a finalidade de estabelecer o mapeamento magnético da terra, e orientar a prospecção mineral. A correlação entre medidas aeromagnéticas e propriedades magnéticas das rochas tem sido objeto de exaustivos estudos nas duas últimas décadas. Atenção especial tem sido dada às medidas de susceptibilidade e anisotropia magnética, bem como de magnetização remanente. Esta última propriedade é de extrema importância para os estudos de paleomagnetismo. Para o estabelecimento de um panorama geomagnético de determinada região é indispensável o conhecimento detalhado dos minerais responsáveis pelas propriedades magnéticas. Além do mais, tal conhecimento poderá vir a desempenhar papel preponderante na petrologia regional. O presente trabalho é uma tentativa de estabelecer tal panorama com relação às anomalias geomagnéticas do Rio Grande do Norte, correlacionando medidas aeromagnéticas com susceptibilidade magnética e interações hiperfinas. (FINEP/PADCT I e II e CNPq)

EMG/11.30/4a.

Correlação Eletrônica no Modelo de Hubbard  
- Uma simulação Monte Carlo -

Paulo Eduardo de Brito e Hugo Nicolau Nazarato  
Departamento de Física - UNB 70910 - Brasília DF

Neste trabalho, estudamos a correlação eletrônica no modelo de Hubbard, através da análise de várias propriedades termodinâmicas de sistemas uni e bidimensionais. A partir da Hamiltoniana de Hubbard

$$H = -t \sum_{\langle i,j \rangle} c_{i\sigma}^\dagger c_{j\sigma} + U \sum_i n_{i\uparrow} n_{i\downarrow} - \mu \sum_i (n_{i\uparrow} + n_{i\downarrow})$$

foi construído a função partição via integrais de caminho. A interação fermiônica foi eliminada via introdução de um campo bosônico auxiliar (transformação de Hubbard-Stratonovich), fazendo o traço exato sobre os férmions obtivemos:

$$Z = \text{Tr}_{\text{bosons}} \left( \det O_+ \det O_- \right)$$

auxiliares

Utilizando o Método Monte Carlo (algoritmo BSS) sobre os bósons obtivemos a função de Green, e com ela calculamos as várias propriedades termodinâmicas, como a energia, magnetização, correlação de pares, fator de estrutura magnético. Em dos resultados obtidos foi o pico em  $k_x = k_y = \pi$  para o fator de estrutura magnético, o que corresponde a um ordenamento antiferromagnético.

EMG/11.45/4a.

TWISTED BOUNDARY CONDITIONS AND EFFECTIVE MASS

CLOSE TO A MOTT TRANSITION, H.A. Continentino, Instituto de Física,  
Universidade Federal Fluminense Outubro de S.J. Batista s/n.  
Rioerai, 24020, RJ, Brasil

We use some recent results, relating the optical mass  $m^*$  to the sensitivity of a system of interacting lattice fermions to boundary conditions, to obtain the scaling properties of this effective mass close to a metal-insulator transition due to correlations. For the Hubbard model close to half filling we argue that  $m^* = 1/\delta$ , where  $\delta$  is the density of holes, for every dimension  $d \geq 1$ .

EMG/12.00/4a.

TÍTULO: CONFIGURAÇÕES ESTÁTICAS NO MODELO HEISENBERG EM 2 DIMENSÕES

J.S. RODRIGUES COSTA E S.V. COSTA

Discutimos soluções estáticas para as equações de movimento geradas pela Hamiltoniana:

$$H = - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij}^{(1)} \vec{S}_{i1} \cdot \vec{S}_{j1} - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij}^{(2)} \vec{S}_{i2} \cdot \vec{S}_{j2} + \dots$$

que descreve o modelo bi-dimensional de Heisenberg com interação de  $n$  vizinhos na direção 1 e  $m$  na direção 2.

Mostramos que existem soluções helicoidais em ambas as direções e que um kink liga duas soluções de chiralidades opostas.

RAG/12.15/49.

## TÍTULO: FUNÇÃO RELAXAÇÃO NA APROXIMAÇÃO DE CADEIAS

B.V. COSTA

Tomamos o método da função memória para estudar a dinâmica de um ferromagneto quasi-unidimensional a alta temperatura descrito pela Hamiltoniana:

$$H = J_0 \sum_i S_i^z S_{i+1}^z - J_1 \sum_{i, \mu} S_i^x S_{i+\mu}^x - \frac{I}{\hbar} \sum_i S_i^x \dot{\phi}_i$$

Para este sistema obtemos a suscetibilidade dinâmica  $\chi(\omega)$  (e a função relaxação) usando as correspondentes funções conhecidas em uma dimensão.

RAG/08.10/5a.

## DETERMINAÇÃO DO CAMPO HIPERFINO MAGNÉTICO NAS LIGAS DE HEUSLER

Co<sub>2</sub>TbSn (Y = Sc, Ni)Roberta N. Attili<sup>1</sup>, Arrur M. Carbonari<sup>1</sup>, Willi Pondi Jr.<sup>2</sup>, Alexandre N. Saxeos - IPEN-CKMR/SP

Foram medidos os Campos Hiperfina Magnéticos (CHM) nas ligas de Heusler Co<sub>2</sub>TbSn (Y = Sc, Ni) pela técnica de Correlação Angular  $\gamma$ - $\gamma$  Perturbada Diferencial em Tempo (TDPAC). Para tal, foi utilizada a cascata gama 133-482 keV no <sup>181</sup>Ta a partir do decaimento  $\beta^-$  do <sup>181</sup>Hf, que foi usado como ponte de prova no sítio Y das respectivas ligas. Para a liga Co<sub>2</sub>TbSn foi determinado um CHM de  $-186,30 \pm 4,50$  kOe e para a liga Co<sub>2</sub>NiSn o resultado obtido foi  $-336,25 \pm 8,04$  kOe. Os presentes resultados são discutidos e comparados com a sistemática de CHM nas ligas de Heusler.

1. Bolsista FAPESP

2. Bolsista CNPq

RAG/08.25/5a.

ANÁLISE DE ESPECTROS MÖSSBAUER DE RELAXAÇÃO DE Fe(III)-<sup>57</sup>Fe<sub>2/3</sub> POR MÉTODOS DE PRIMEIROS PRINCÍPIOS

Hans-Dieter Pfanner e Rodrigo Maranhães-Panlago, Dep. de Física, UFMG.

Impurezas paramagnéticas de Fe(III)-<sup>57</sup>Fe<sub>2/3</sub> em matrizes isolantes como LiNbO<sub>3</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e outros apresentam relaxação de spin eletrônico numa faixa ampla de frequência. Mesmo em baixas temperaturas (T ≤ 4.2 K) a relaxação não é lenta ( $\tau_r \geq 10^{-7}$ s). Ainda não foram satisfatoriamente determinadas as origens desta relaxação em função da temperatura. A espectroscopia Mössbauer revela ser um método útil para a pesquisa dessa relaxação por perturbar muito pouco a configuração eletrônica do Fe(III).

Neste trabalho usamos o método resolvente "ab initio" (Hamiltoniano de spin dinâmico para a interação spin-banho) e a aproximação de ruído branco para o cálculo de espectros Mössbauer de LiNbO<sub>3</sub>-<sup>57</sup>Fe(III). O cálculo envolve o uso de superoperadores. Do Hamiltoniano de interação determinamos densidades espectrais do banho (funções correlação espectrais) que respeitam a simetria do sítio do Fe(III). Tratamos então estas densidades como parâmetros ajustáveis. Sua dependência em função da temperatura pode em princípio fornecer informações sobre o processo de relaxação predominante. Mostramos ajustes de espectros Mössbauer de relaxação lenta, média e rápida.

RAG/08/40/3a.

INTERAÇÕES HIPERFINAS TRANSFERIDAS EM  $YFe_2$ . Alberto P. Guimarães (CBPF/CNPq - Rio de Janeiro, RJ) e Klinger M.B. Alves (Departamento de Física e Química, UPES - Vitória, ES).

Impurezas de terras raras no composto intermetálico  $YFe_2$ , em substituição ao Y, modificam o campo hiperfino medido nos sítios do  $^{57}Fe$  através da Resonância Magnética Nuclear. Os espectros a baixa temperatura dos compostos  $(1-x)Y_{1-x}Fe_2$  ( $x < 0.10$ ) são alargados em relação ao espectro obtido em  $YFe_2$ , e através de uma análise que leva em consideração as substituições da Y por R nas três primeiras camadas de vizinhos se derivam os termos transferidos do campo hiperfino. A análise dos espectros revela que as contribuições de R ao campo em Y se originam da polarização dos elétrons de condução e de modificações nos momentos dos átomos de Fe que são vizinhos comuns a R e a Y.

Os campos transferidos devidos às diferentes terras raras pesadas exibem uma dependência linear com a integral  $J_{4f-3d}$  calculada no  $YFe_2$  [Li et al., J. Phys. F, 3 (1991) 7277].

RAG/08/33/3a.

MUDANÇAS NA ORDEM DA TRANSIÇÃO ANTIFERRO-PARAMAGNÉTICA NO SISTEMA Cr-V.  
A.J.A. de Oliveira, V.A. Ortiz(DF/UFSCar) e F.C. de Camargo(DF/UFPR).

Amostras de Cr exibem ordenamento antiferromagnético abaixo da Temperatura de Néel,  $T_N = 311K$ . Em vista do pequeno calor latente envolvido, esta transição é usualmente referida como "weak first order". Nela a suscetibilidade apresenta um pequeno pico, característico da ordem da transição. Medidas de expansão térmica e de difração de nêutrons em Cr-0.21V indicam que a transição nessa liga é da segunda ordem. Por outro lado, há na literatura indicações de que a transição para Cr-0.51V seria de primeira ordem, evidenciando a possibilidade de que a ordem da transição seja dependente do teor de V nessas faixas de concentrações. Há também na literatura evidências da associação entre a ordem da transição e a correlacionabilidade entre a rede e a onda da densidade de spins que descreve o sistema na fase ordenada.

Recentemente observamos que a suscetibilidade-nc de amostras policristalinas de Cr-0.21V e Cr-0.41 apresenta uma descontinuidade abrupta em  $T_N$ , característica da transição de segunda ordem. Nossos estudos até aqui confirmam que a mudança na ordem da transição é realmente um efeito composicional. Além disso, o tamanho dos grãos e a história térmica das amostras parecem influir no comportamento da suscetibilidade na transição. Atualmente estamos estudando amostras previamente existentes, com concentrações entre zero e 1.51 de V, e preparando novas amostras nessa faixa de concentrações.

RAG/09/10/3a.

EFEITOS DA RELAXAÇÃO LOCAL DA REDE NO MAGNETISMO DE IMPUREZAS DE Mn EM METAIS. D.R. Hille (Northwestern University, U.S.A.) e CBPF/CNPq e Diana Gonsburg (CBPF/CNPq).

Foram efetuados cálculos spin-polarizados de primeiros princípios da estrutura eletrônica de aglomerados de 43 átomos representando uma impureza de Mn em Al e Cu (FCC). Os aglomerados são inseridos no potencial dos cristais. O método utilizado foi o Variational Discrete (VDM), fundamentado na teoria de funcional da densidade. Através de cálculos da energia total para várias distâncias entre a impureza e seus primeiros vizinhos, pôde-se determinar a distância de equilíbrio e o efeito da relaxação sobre o momento magnético no Mn. No caso do AlMn, investigou-se também a origem do desdobramento Mn(3e), verificado experimentalmente por espectroscopia de fotoelétrons.



EAD/09.25/9a.	LMO-ASA DE PRIMEIROS PRINCÍPIOS IMPLEMENTADO NO ESPAÇO DIRETO DA IMPUREZA 3d EM CU FCC. <i>Sônia Prota-Pessoa</i> , Instituto de Física
Da Universidade de São Paulo, C.P. 20516, São Paulo e Max Planck fur Festkörperforschung, Heisenbergstrasse 1, Stuttgart 60, Alemanha.	
<p>Recentemente desenvolvemos um esquema (RS-LMO-ASA), baseado no formalismo LMO-ASA e no método de recorrência, que permite realizar cálculos de estrutura eletrônica de primeiros princípios no espaço direto.<sup>(1,2)</sup> Aqui usamos o RS-LMO-ASA para estudar o comportamento de impurezas 3d em Cu fcc. Obtemos densidades de estados locais, transferências de carga e momentos magnéticos locais na impureza e em quatro vizinhanças de Cu. Embora os procedimentos sejam bastante diferentes, nossos resultados concordam bastante bem com os obtidos usando o método KKR aliado a função de Green. No entanto o RS-LMO-ASA é mais flexível, permitindo o tratamento de impurezas intersticiais e impurezas em presença de redeção da rede. Podemos também tratar perturbações locais em estruturas complexas e sistemas binários. Para ilustrar a flexibilidade do método apresentamos alguns resultados para impureza de Fe em Zr bcc.</p>	
<p>(1) P.R. Paduto, S. Prota-Pessoa e M.S. Mochfessel, <i>Phys. Rev. B41</i>, 13283(1991).  (2) Jaime Duarte Jr. e Sônia Prota-Pessoa, <i>J. Appl. Phys.</i> <b>70</b>, 6568(1991).</p>	

EAD/09.40/9a.	EVOLUTION OF MAGNETIC PHASES IN $Mn_xZn_{1-x}F_2$
<p><u>Joná Carlos Oliveira de Jesus, Fábio César Siqueira da Silva, Frederico Cavalcanti Montenegro e Sergio Machado Rezende</u>  Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE</p>	
<p>The magnetic properties of the diluted antiferromagnetic difluorides <math>FexZn_{1-x}F_2</math> and <math>MnxZn_{1-x}F_2</math> have been investigated along the recent years. In the former, the evolution of the <math>(H - T)</math> phase diagram with the concentration <math>x</math> of magnetic ions was recently studied [1,2]. A true Ising Spin Glass phase was characterized in a sample with <math>x \sim x_g \approx 0.24</math> [2]. The search for such a behaviour in the isostructural, but less anisotropic, <math>MnxZn_{1-x}F_2</math> is still in course. In this work we present static magnetisation measurements on a sample of <math>Mn_{0.25}Zn_{0.75}F_2</math>. The <math>H - T</math> phase diagram is discussed and comparisons with our previous studies on <math>Mn_{0.25}Zn_{0.75}F_2</math> [3] are made.</p>	
<p>[1] F.C. Montenegro, A.R. King, V. Jaccarino, S.-J. Han and D.P. Belanger, <i>Phys. Rev. B</i> 44(6), 2155 (1991).  [2] S.M. Rezende, F.C. Montenegro, U.A. Leitão and M.D. Coutinho-Filho, in <i>New Trends in Magnetism</i>. (M.D. Coutinho-Filho and S.M. Rezende, editors), World Scientific - Singapore (1989).  [3] F.C. Montenegro, J.C. Oliveira de Jesus, F.L.A. Machado, E. Montarroyos and S.M. Rezende, <i>J. Mag. Magn. Mat.</i> (to be published).</p>	

EAD/09.55/9a.	
<p>RUIDO MAGNÉTICO NO SISTEMA <math>Mn_{1-x}Zn_x</math>: UM ESTUDO DOS ESPECTROS DE POTÊNCIA</p>	
<p>Roben L. Sommer*, João E. Schmidt** e Afônso A. Gomes***</p>	
<p>* Departamento de Física UFPA  ** Instituto de Física UFPA  *** CBPF/CNPQ</p>	
<p>São apresentados os espectros de potência obtidos no sistema desordenado <math>Mn_{1-x}Zn_x</math> em função da concentração e da temperatura. Os resultados indicam que a dinâmica das paredes de domínios na fase ferromagnética deste sistema é fortemente influenciada pela proximidade da fase magnética do tipo vidro de spin. Os espectros são ainda comparados com aqueles obtidos nas mesmas condições experimentais para materiais ferromagnéticos usuais como Ni puro e FeSi comercial. Em ambas categorias de materiais, verifica-se um afastamento da lei <math>P(f) \propto 1/f</math> usualmente encontrada na literatura para a descrição da faixa de alta frequência do espectro.</p>	

EAG/10/10/9a.

### MEDIDA DE SUSCEPTIBILIDADE AC E MAGNETIZAÇÃO NA LIGA FeCoSiB

E. Montarroyos e F.L.A. Machado  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Medidas de magnetização em altas temperaturas no amorfo FeCoSiB, feitas recentemente [1,2], mostram pela primeira vez a existência de uma linha de irreversibilidade como também uma transição de fase induzida pelo campo magnético. Nesse trabalho apresentarem novos resultados de medidas de magnetização e susceptibilidade ac em altas temperaturas no FeCoSiB.

1. E. Montarroyos, F.L.A. Machado, S.M. Rezende, J.R.L. de Almeida, M.V.D. Alfaro and F.P. Mizel, J. Appl. Phys. **70**, 6163 (1991).
2. E. Montarroyos, J.R.L. de Almeida, F.L.A. Machado and S.M. Rezende, J. Mag. Mag. Mat., aceito para publicação.

EAG/10/15/9a.

### COERCIVIDADE E MICROESTRUTURA EM FILMES FINOS DE Co-Cr.

Maurício M. Watanabe e Frank P. Mizel - Instituto de Física - USP.  
Wido Schreiner e Israel J.B. Baumrat - Instituto de Física - UFRGS.

O objetivo deste trabalho é estudar a coercividade e microestrutura em filmes finos de Co-Cr. Os filmes finos magnéticos de Co-Cr, e suas ligas, são utilizados como mídia em gravação perpendicular e longitudinal, pois eles são constituídos de grãos colunares compridos onde o eixo uniaxial da anisotropia coincide com o eixo do grão. A gravação perpendicular utiliza mídia com eixo de fácil magnetização perpendicular ao plano, enquanto que a gravação longitudinal utiliza mídia com o eixo de fácil magnetização no plano do filme.

Na mídia de gravação magnética os filmes de CoCr são depositados sobre "underlayers" (uma fina camada de um elemento não-magnético entre o substrato e o filme de Co-Cr) especiais para influenciar a textura do filme de Co-Cr. Muitos pesquisadores têm estudado a influência de uma "underlayer" de Cr para melhorar a coercividade do filme. Devido à natureza bcc do Cr são comumente encontradas texturas (110) em filmes de Cr depositados sobre substratos não-aquecidos. Este tipo de textura da underlayer de Cr promove um crescimento epitaxial de filmes de Co-Cr, que possui magnetização planar com campos coercivos paralelos entre 100 e 200 Oe. Para melhorar a coercividade tem sido feita deposição da underlayer em substratos aquecidos a temperaturas constantes. Com a deposição da underlayer sobre um substrato aquecido a 260°C, a textura (110) desaparece por completo, surgindo em seu lugar a textura (200), que melhora a coercividade do filme.

Foram feitos filmes (finos de CoCr e Cr. Estes foram caracterizados com magnetômetro de amostra vibrante, difração de raios-x com radiação CuK $\alpha$ , e magnetômetro de efeito Kerr. Obtivemos os seguintes resultados:

- 1-CoCr sobre substrato de polimida, H<sub>c</sub> = 220 Oe, H<sub>0</sub> = 160 Oe, orientação (10002) de CoCr.
- 2-CoCr sobre underlayer de Cr sobre substrato de Si. observamos o eixo de fácil magnetização paralelo ao plano do filme com H<sub>c</sub> em torno de 150 Oe. Orientação (10 $\bar{1}$ ), (110 $\bar{1}$ ) de CoCr e (110) do Cr.
- 3-Foram feitos filmes de Cr de várias espessuras por evaporação, mantendo a temperatura do substrato em torno da temperatura ambiente. Em todos os casos observamos um único pico (110) no espectro de raios-x. \*\*\* Trabalho apoiado pela FAPESP, CNPq/RHAE, FINEP.

EAG/11/00/9a.

### MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DE MULTICAMADAS DE Fe/Ag

Jacko Yoramian e Frank Patrick Mizel - Instituto de Física (USP)  
Wido Schreiner e Israel J.B. Baumrat - Instituto de Física (UFRGS)  
Antonio Domingos dos Santos - Laboratoire Louis Néel, CNRS

Hoje em dia há um crescente interesse no estudo de multicamadas magnéticas. Dois importantes aspectos destes materiais são: a mudança na magnetização quando a espessura da camada magnética é reduzida e o aparecimento em alguns casos de uma anisotropia interfacial uniaxial. Além do interesse teórico fundamental, há também o interesse na procura por materiais com aplicações tecnológicas: filmes fino para cabeças de gravação magnética no caso de materiais com alta magnetização de saturação M<sub>s</sub>, baixa coercividade H<sub>c</sub>, alta permeabilidade  $\mu$ , e baixa magnetostrição  $\lambda$  e filme fino para mídia de gravação perpendicular no caso de materiais com anisotropia uniaxial.

Iniciamos o estudo de filmes finos magnéticos com multicamadas de Fe/Ag, pois fato de Ag normalmente não formar ligas com metais de transição.

Multicamadas de Fe/Ag, de diferentes espessuras foram depositadas por "electron beam" sobre substrato de Si(100) puro e sobre Si(100) dopado com B (ambos com e sem uma pequena camada de SiO<sub>2</sub>). Todos os filmes foram confeccionados no Laboratório de Filmes Finos do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Analisamos também multicamadas de Fe/Ag depositadas por "rf sputtering", objetivando uma comparação entre os dois métodos de deposição. Medidas de difração de raios-x mostraram em ambos os casos a mesma textura, ou seja, Ag(111) e Fe(110). Verificamos o efeito da espessura da bicamada ( $\lambda = t_{Fe} + t_{Ag}$  onde  $t_{Fe}$

$t_{Ag}$ ), bem como do substrato sobre as propriedades magnéticas da multicamada. A caracterização magnética dos filmes exigiu a montagem de um solenóide que foi conectado a um traçador de curvas de histerese (TCH). O equipamento (TCH) foi desenvolvido no IFUSP e é capaz de fornecer os valores de H<sub>c</sub>, B<sub>s</sub>, B<sub>0</sub>, permeabilidade inicial e máxima. Um sistema de aquisição de dados foi incorporado ao sistema permitindo a automação de medidas. Medidas com o magnetômetro Kerr indicam a existência de uma anisotropia nos filmes produzidos por "rf sputtering".

(FAPESP, CNPq/RHAE, FINEP)

MAC/11.15/3a.

PROPRIEDADES MAGNÉTICAS E DE TRANSPORTE EM MULTICAMADAS DE Co/Ag  
TRATADAS TÉRMICAMENTE.

L. F. Schelp, M. Carara, G. Tosin, M. Balbich, A. A. Gomes<sup>†</sup> e J. E. Schaidt  
IF-UFRGS e IF-UFRGS /CBPF-CNPq

A evolução das propriedades magnéticas de multicamadas de Co/Ag submetidas a tratamento térmico em ambiente não oxidante, é apresentada. Multicamadas, compostas de aproximadamente 18 bicamadas de Co (15 Å e 30 Å) e Ag (60 Å), foram tratadas termicamente a várias temperaturas inferiores a 300°C em forno RTA com fluxo de H<sub>2</sub> seco.

Espectroscopia de Rx das amostras tratadas a diferentes temperaturas e tempos, indicou alterações nas estruturas cristalinas e na qualidade (rugosidade) das interfaces. O aumento do campo coercivo observado para temperaturas de tratamento superiores a 270°C foi atribuído ao aumento no tamanho médio de grãos que, juntamente com as alterações da interface, são coerentes com a diminuição na resistividade elétrica medida. A qualidade das interfaces por sua vez é responsável tanto pelo aumento da constante de anisotropia perpendicular observada por torquimetria, como pela aumento da magnetoresistência. Nossos resultados indicam que a qualidade das interfaces desempenha um papel importante em propriedades tais como as magnéticas e a magnetoresistência, de multicamadas de Co/Ag com espessuras de Co inferiores a 20 Å.

MAC/11.30/3a.

MEDIDAS DE EFEITO KERR POLAR EM  
MATERIAIS MAGNÉTICOS

Márcio C. Moura, Adriano Lorena, Antonio Azevedo e  
Sergio M. Rezende  
Departamento de Física, UFPE 50739 Recife-PE.

O efeito Kerr magneto-óptico resulta na variação do ângulo de polarização da luz refletida na superfície de um material magnético. No efeito Kerr polar a rotação sofrida pelo plano de polarização é proporcional à magnetização perpendicular à superfície. Neste trabalho descrevemos uma montagem, construída no laboratório, utilizadas para medidas de efeito Kerr polar. Também são apresentadas medidas preliminares de ciclos de histerese magneto-ópticos em filmes de YIG com espessura de ~ 50µm e multicamadas magnéticas Ag/Ni.

MAC/11.45/3a.

MAGNETOTRANSPORTE EM MULTICAMADAS  
DE Co/Cu E Co/Ag DEPOSITADAS POR SPUTTERING

D. H. Mosca\*, F. Petroff\*, A. Fert\*, P. A. Schroeder\*, W. P. Pratt\* e R. Laloce\*

\* Laboratório de Filme Fino, Instituto de Física da UFRGS, 91500 Porto Alegre RS

\* Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud 91405 Orsay France

† Depart. of Phys. and Astron., Michigan State University, East Lansing MI 48824 USA

Neste trabalho apresentamos um estudo da dependência em espessura da magnetização e da magnetoresistência (MR) de multicamadas de Co/Cu e Co/Ag preparadas por sputtering. O sistema Co/Cu apresenta propriedades extraordinárias como uma MR de até 78% a 4.2K e 48% a temperatura ambiente [1]. Esse efeito magnetorrelativo gigante ocorre associado a uma interação de troca entre camadas magnéticas através das camadas de Cu que arranjam antiferromagneticamente as magnetizações das camadas de Co vizinhas. Esse arranjo antiferromagnético (AF) é quebrado pela aplicação de um campo, ocorrendo uma redução considerável da resistividade. A MR da série de multicamadas Co15Å / Cu*t*Å apresenta uma sucessão de máximos como função da espessura *t*<sub>Cu</sub> ( 6Å < *t*<sub>Cu</sub> < 60Å ) de Cu. A amplitude desses máximos decresce rapidamente com o aumento de *t*<sub>Cu</sub>. As multicamadas de Co/Ag apresentam uma MR importante mas menos espetacular que a apresentada no Co/Cu. Um único máximo em *t*<sub>Ag</sub> ≈ 60Å foi observado. A dependência da MR com a espessura de Co foi estudada nas multicamadas Co*t*<sub>Co</sub>Å / Cu20Å e Co*t*<sub>Co</sub>Å / Cu20Å com *t*<sub>Co</sub> entre 10Å e 60Å. O comportamento da MR com o aumento de *t*<sub>Co</sub> revela-se dependente da espessura de Cu.

A MR dessas multicamadas decresce aproximadamente de forma linear com a temperatura. A dependência em temperatura da MR será qualitativamente discutida.

[1] D. H. Mosca, F. Petroff, A. Fert, P. A. Schroeder, W. P. Pratt e R. Laloce, J. Magn. Magn. Mat. 63 (1981) 480.

MAC/12.00/5a.

**UMA INTERPRETAÇÃO SEMI-CLÁSSICA DA  
MAGNETORESISTÊNCIA GIGANTE EM MULTICAMADAS DE Co/Cu**

D. H. Moosa\*, D.K. Lottis\* e A. Fert\*

\* Laboratório de Filmes Finos, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
91.500 - Porto Alegre - RS.

\* Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud 91405 Orsay cedex France

Recentemente uma magnetoresistência gigante (MR) do tipo "spin-valve" foi observada em multicamadas de Co/Cu [1,2]. Neste trabalho, apresentamos uma interpretação da MR através de um modelo semi-clássico que estende as expressões obtidas por Garcia-Suñá [3] para a condutividade de uma multicamada para o caso com uma condução dependente do spin. Esse tipo de modelo já foi utilizado para a interpretação da MR em multicamadas de Fe/Cr, Co/Ba e Co/Au. Contudo, o caso do Co/Cu é levemente diferente. Primeiro, enquanto os modelos desenvolvidos para os casos das multicamadas de Fe/Cr e Co/Ba admitem um livre caminho médio elástico (LCM) mesmo que as espessuras das camadas magnéticas, o LCM é maior no caso do Co/Cu. Segundo, devido ao acoplamento de troca entre as camadas magnéticas ser relativamente fraco ( $-0.23 \text{ erg/cm}^2$ ) no Co/Cu, o arranjo das magnetizações a baixo campo é mais ruidoso que antiferromagnético quando as camadas de Cu tornam-se mais espessas que aproximadamente 50 Å. Isto torna a interpretação levemente mais complicada que no caso do Fe/Cr ou Co/Ba.

Os mesmos dados sobre Co/Cu foram interpretados por Levy-Zhang [4]. Nós comparamos os resultados dos modelos semi-clássicos e quânticos e os parâmetros usados para a interpretação da MR do Co/Cu nessas duas aproximações.

[1] D. H. Moosa, F. Petroff, A. Fert, F. A. Schroeder, W. P. Pratt e R. Loloos, *J. Magn. Magn. Mat.* 94 (1991) L1.

[2] S. S. P. Parkin, R. Ehadra e K. P. Roche, *Phys. Rev. Lett.* 66 (1991) 2152.

[3] P. F. Garcia e A. Suna, *J. Appl. Phys.*, 54 (1983) 2000.

[4] P. M. Levy e S. Zhang, a ser publicado.

MAC/12.15/5a.

**GERADOR DE PULSOS PROGRAMÁVEL**

Flávia Andrade, Marcelo Giovane, J. Albino Aguiar  
*Departamento de Física - UFPE, 50139 Recife-PE*

Desenvolvemos um gerador de pulsos programável controlado por um microcomputador do tipo PC. Este gerador, baseado no timer/counter 8254-2 da INTEL, permite-nos a seleção de um a cinco pulsos distintos, com intervalos entre os pulsos variáveis. A largura dos pulsos, e dos respectivos intervalos, vão desde 100ns até um máximo de horas; obtivemos para esses pulsos tempos de subida e descida da ordem de 20ns. A montagem do circuito foi efetuada numa placa padrão para desenvolvimento de projetos em PC, que é colocada num dos slot's livres do mesmo. A sequência de pulsos, e a própria placa, são controlados por um software específico para esse fim escrito em linguagem C. O gerador de pulsos descrito é um dos equipamentos necessários num projeto que estamos desenvolvendo, de automação de um espectrômetro de RMNP utilizado em nosso laboratório.

**PAINÉIS**  
**MAG - Magnetismo**

RAG 53/14.00/6a.

### RESSONÂNCIA FERROMAGNÉTICA EM MULTICAMADAS DE Ag/Ni

S.M. Rezende e J.A.S. Moura  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE  
C.A. dos Santos, Departamento de Física Teórica e Experimental-UFRGS  
W. Schröder e S. Teixeira  
Instituto de Física-UFRGS

Resultados iniciais do estudo do acoplamento entre dois filmes finos ( $\sim 100\text{\AA}$ ) de Ni através de um filme não magnético de Ag de espessura variável (5-30 $\text{\AA}$ ) são apresentados. As amostras foram preparadas tanto por deposição de feixes eletrônicos (e-beam) quanto por sputtering. A técnica de investigação é a ressonância ferromagnética com um espectrômetro de banda-X construído no laboratório. Quando os dois filmes de Ni tem espessuras diferentes dois modos de ressonância são observados, um devido a processo da magnetização em fase nos dois filmes (modo par), outro fora de fase (modo ímpar). Nesta série de amostras com diferentes espessuras da camada de Ag, os campos de ressonância dos dois modos variam aleatoriamente de uma amostra para outra. Isto é interpretado como um efeito da variação da magnetização  $e/\cos$  da anisotropia de uma amostra para outra. Entretanto é a diferença dos campos de ressonância entre os modos par e ímpar que permite medir o acoplamento entre os filmes. Os resultados a temperatura ambiente indicam que o acoplamento varia gradualmente com a espessura da camada de Ag, sem oscilação.

RAG 54/14.00/6a.

### SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA DE FERROFLUIDO

Autores: A. C. de Oliveira, F. A. Inácio Dept<sup>o</sup> de Física-UnB; F. Tourinho Dept<sup>o</sup> de Química-UnB.

A susceptibilidade magnética de ferrofluido foi medida, utilizando um oscilador Robinson, em função do campo magnético e da temperatura. Foi feita uma calibração com Ressonância Magnética Nuclear do próton, com o intuito de utilizar esse dispositivo como Gaussmeter.

RAG 55/14.00/6a.

### MAGNETOACUSTICA

Autores: F. A. Inácio, A. C. Oliveira, A. C. Nunes  
Dept<sup>o</sup> de Física-UnB; F. Tourinho Dept<sup>o</sup> de Química-UnB.

Propomos e demonstramos experimentalmente um novo método para determinação da susceptibilidade magnética de líquidos. O método é baseado no modelo do pistão acústico da célula fotoacústica.

<p>RAG 56/14/00/66.</p>	<p>SUSCEPTOMETRO PARA MEDIDAS AUTOMATICAS DA SUSCEPTIBILIDADE MAGNETICA AC. Roberley R. Souza; Claudio J. Magon - IFQSC/USP</p>
<p>Está sendo construído um susceptômetro AC automático para medir a susceptibilidade magnética complexa em temperaturas na faixa de 2K a 100K. O método utilizado baseia-se na técnica tradicional para pontes de indutância mutua, onde emprega-se uma bobina primária e duas secundárias, todas cilíndricas e coaxiais. A bobina primária produz o campo magnético AC (20Hz a 500Hz, 10 GAUSS) necessário para excitar a amostra. As bobinas secundárias são enroladas em oposição e conectadas em série, de tal forma que os sinais da amostra, a voltagem induzida é nula. A amostra é mantida fixa no eixo das bobinas e as partes real e imaginária da susceptibilidade são medidas em valores absolutos, movimentando o conjunto de bobinas de uma vez que a amostra ficou centrada ora em um dos secundários, ora em outro.</p> <p>Estes secundários formam parte de uma ponte que pode ser balanceada digitalmente via computador. O sistema eletrônico foi construído com amplificadores da instrumentação e operação de baixo ruído e o controle digital é feito através de conversores D/A multiplicativos com resolução de 12 bits (podendo ser expandido para 16 bits).</p> <p>Está sendo desenvolvido um sistema pneumático para a movimentação automática das bobinas e um pequeno resstatô para a sua estabilização térmica com nitrogênio líquido. O controle da temperatura da amostra é independente e é feito através de um sistema tipo Hele-Tran acoplado ao microcomputador e susceptômetro.</p> <p>Serão apresentados os testes de calibração e sensibilidade. Também mostraremos os primeiros resultados experimentais obtidos em ferritas do tipo <math>Ca_2FeNbO_6</math>, a qual apresenta uma transição de fase, já observada por EPR, em 40K.</p> <p style="text-align: center;">APOIO: FINEP, FAPESP, CNPq</p>	

<p>RAG 57/14/00/66.</p>	<p>SOLOS MAGNÉTICOS DO RIO GRANDE DO SUL José I. Kurnath, Moacir I. da Costa Jr., Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 Porto Alegre, RS Rector Klompf, Egon Klompf, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 Porto Alegre, RS</p>
<p>Latosolos tropicais (Oxisolos ou Ferralosolos) são compostos majoritariamente por quartzo, caulinita e óxido de ferro ou alumínio. Na investigação da origem e significância de propriedades magnéticas de certos solos gáichos da classe referida estamos usando técnicas de difratometria de raios-X, Espectroscopia Mössbauer e magnetometria, visando relacionar essas propriedades com o tamanho de grão e com a substituição catiônica.</p> <p>Agências financiadoras: CNPq e FAPERGS.</p>	

<p>RAG 58/14/00/66.</p>	<p>GRANADAS MINERAIS: SISTEMAS NATURAIS DO TIPO "SPIN GLASS" Jacob Echaf, Moacir I. da Costa Jr., José I. Kurnath, João Batista N. da Cunha, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 Porto Alegre, RS, José B. de Araújo, Departamento de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 59072 Natal, RN, Maurício Elbeiro, Instituto de Ciéncias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 Porto Alegre, RS.</p>
<p>As granadas minerais constituem-se em um grupo importante de silicatos naturais formadores de rochas. A sua fórmula química geral é:</p> $X_2Y_2Si_3O_{12}$ <p>onde os cátions mais comuns são X = Mg, Fe, Ca, Mn e Y = Al, Fe, Cr. Apresentamos os resultados preliminares obtidos por magnetização para uma granada do tipo alundina, a que evidencia um comportamento magnético do tipo vidro de spin ("spin glass").</p> <p>Agências financiadoras: CNPq e FAPERGS.</p>	

RAC 59/14.00/6a.

VISCOSIDADE MAGNÉTICA E COERCIVIDADE EM FERRITES HEXAGONAIS

V. Villas-Bôas, A. C. Neira e F. P. Mizell - Instituto de Física da Universidade de São Paulo  
N. Suarez Almador e J. L. Sanchez Llamazares - Laboratorio de Magnetismo, IMRE, Universidad de La Habana, Cuba.

A viscosidade magnética em ferrites hexagonais Ba-M, preparadas pelo método cerâmico e pelo método de coprecipitação química, foi medida em diferentes campos no intervalo de temperatura entre 300 e 690K. A dependência do campo coercivo ( $H_c$ ), do coeficiente de viscosidade magnética ( $S_v$ ), da força máxima de aprisionamento da parede de domínio ( $f$ ) e do volume de ativação ( $v$ ) com a temperatura foi determinada para os dois tipos de ferrite. As medidas de viscosidade magnética usadas em conexão com a teoria de Gaunt sugerem que o mecanismo que determina a coercividade nestas ferrites pode ser explicado por um modelo de forte aprisionamento das paredes de domínio. Na amostra cerâmica, o volume de ativação permanece praticamente constante com a temperatura, enquanto que na amostra coprecipitada ocorre um aumento em  $v$  com o aumento da temperatura.

Apoio financeiro: FAPESP, RUSP, FINEP e CNPq.

RAC 50/14.00/6a.

EVOLUÇÃO DO EFEITO Kondo NO COMPOSTO INTERMETÁLICO

$Ce(Al,Ga)_2$  - Armando Yoshihaki Takeuchi e Sonia

Franco da Cunha (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas /CNPq, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Neste trabalho apresentaremos resultados preliminares de resistividade elétrica e de magnetização em compostos intermetálicos de  $Ce(Al,Ga)_2$ , do lado rico em Al. O objetivo é acompanhar a evolução das propriedades magnéticas anômalas existentes no extremo  $CeAl_2$ , tais como o efeito Kondo e o A.P. incommensurável, com a substituição de Al por Ga.

RAC 51/14.00/6a.

INTERAÇÕES DE ACOPLAMENTO EM AMINOACIDOS DE COBRE

M. L. Siqueira e R. E. Rapp - Instituto de Física, UFRJ

R. Calvo - INTEC (CONICET - UNL), Argentina

Méridas de calor específico de complexos de aminoácidos de cobre foram realizadas entre 0,07 e 1,26 K nos compostos isocriсталinos de aminoácidos de cobre  $Cu(L\text{-but})_2$  e  $Cu(D,L\text{-but})_2$  [ $Cu(H_2NCHCH_2CH_2CO_2)_2$ ]. Estes compostos possuem os cobre em cadeias. Os resultados concordam com as previsões do modelo de Heisenberg para cadeias antiferromagnéticas com interações isotrópicas entre primeiros vizinhos. O comportamento unidimensional é interpretado como consequência da predominância de acoplamentos de supertroca através das ligações entre pares de Hidrogênio.



RAC 62/14/00/6a.

PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DE COMPOSTOS  $R_2(Fe_{1-x}Co_x)_2$  NITROGENADOS  
JOSE DOMINGOS ARDISSON, CÉSAR C. COLUCCI, SÉRGIO CANA e  
ABA ISRAEL COHEN PERLIANO

DF-UFMG; <sup>2</sup>IPGM-CSICAMP

As propriedades magnéticas dos sistemas  $R_2Fe_{1-x}Co_x$  (R=Pr, Nd, Sm e Gd) foram estudadas em função de diferentes concentrações de adições ternárias/quaternárias de nitrogênio e/ou cobalto. Apresentamos dados que mostram a dependência da temperatura de Curie ( $T_C$ ), da saturação magnética ( $M_0$ ) e do campo hiperfino ( $B_{HF}$ ) com a variação de ambos conteúdos ternários bem como com a variação da concentração de cobalto de ligas exaustivamente nitrogenadas. Nossos resultados demonstram que, não só a adição de nitrogênio ao cobalto aumenta os três parâmetros, como também a combinação de ambos os elementos supera os efeitos individuais sobre  $T_C$ ,  $M_0$  e  $B_{HF}$ .

Apote: CNPq, FAPENIG, FAPESP

RAC 63/14/00/6a.

CÁLCULO DA RIGIDEZ PARA MAGNETOS BIDIMENSIONAIS DE PLANO FÁCIL.  
S.L. MENEZES, M.E. COUVAS, A.S.T. PIRES, Departamento de Física,

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Calculamos a rigidez para o modelo de Heisenberg clássico bidimensional de plano fácil usando uma teoria de ondas de spins auto-consistente. Uma estimativa para a temperatura de transição topológica é obtida para todos os valores do parâmetro de anisotropia  $\lambda$  ( $0 < \lambda < 1$ ). Em particular encontramos que  $T_c(\lambda = 0) = 0.73 T_c$  (rotor plano). Nosso método sugere também que o calor específico tem um máximo pronunciado na temperatura crítica.

RAC 64/14/00/6a.

MODELO CLÁSSICO BIDIMENSIONAL DE HEISENBERG COM ANISOTROPIA DE PLANO-FÁCIL,  
DINÂMICA DA COMPONENTE FORA-DO-PLANO A BAIXA TEMPERATURA

M.E. COUVAS, S.L. MENZIES, A.S. PIRES  
(DEPTO DE FÍSICA, UFMG, BELO HORIZONTE, MG)

Calculamos as funções correlação para o modelo clássico 2D de Heisenberg anisotrópico, no limite de baixa temperatura. Os resultados teóricos são comparados a dados de simulação existentes literatura. Encontramos um decaimento exponencial para a função correlação estática fora-do-plano, com um comprimento de correlação independente da temperatura.

A energia normalizada da onda de spin varia com a temperatura segundo a raiz-quadrada da função correlação estática (no plano) entre primeiros vizinhos.

RAC 65/14.00/6a.

METAL-NONMETAL TRANSITION IN YTTERBIUM UNDER HIGH PRESSURE:  
A HYBRIDIZATION GAP?

G.M. Japassó<sup>\*</sup>, M.A. Continentino<sup>\*\*</sup> and A. Troper<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro  
<sup>\*\*</sup>Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense  
<sup>\*\*\*</sup>Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

We use a simple homothetic two-band model calculation to show that a hybridization gap arising from a strong sp-d hybridization can account for the metal-nonmetal transition in Yb under high pressure.

In spite of the presence of 4f electrons in Yb, band calculations show that 4f states (or 4f Anderson levels) are not present near the Fermi energy, then processes involving f-electrons are not relevant in this case. This contrasts with the case of some metal-nonmetal transitions under applied pressure involving rare earth compounds like  $\text{SmS}$ ,  $\text{SmS}_2$ ,  $\text{EuS}$ , which are semiconductors in their normal state and become metals under applied pressure.

RAC 66/14.00/6a.

INTERAÇÃO ENTRE SPINS LOCALIZADOS DE IMPUREZAS MAGNÉTICAS  
EM SEMICONDUTORES DOPADOS.

Carman Lúcia C. Ochi<sup>\*</sup> e Norberto Majlis<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.  
<sup>\*\*</sup>Universidade Federal Fluminense

Desde continuidade ao estudo da interação entre spins localizados de impurezas magnéticas muito diluídas (interação RKKY), medidos pelos elétrons e buracos de uma banda de impureza doadora rasa, em um semicondutor. O cálculo foi efetuado na aproximação "tight-binding" através da função de Green, obtida pelo método gráfico de Matsubara e Toyozawa.

A susceptibilidade magnética do sistema foi obtida e analisada a diferentes concentrações de impurezas doadoras.

RAC 67/14.00/6a.

INFLUÊNCIA DOS SEGUNDOS VIZINHOS NAS ONDAS DE SPINS DE SUPER REDES  
MAGNÉTICAS

E. Fritco, E.L. Albuquerque e N.S. Almeida  
Departamento de Física Teórica e Experimental/UPRN  
59 072 - Natal - RN

Consideramos uma super rede constituída de filmes de ferromagnetos de Heisenberg para investigarmos teoricamente o efeito da inclusão da interação entre segundos vizinhos nas propriedades físicas do sistema. O método da matriz transferência é utilizado para determinar uma equação explícita para a relação de dispersão das ondas de spins. Verificamos que para cada camada magnética existem dois vetores de onda que são fortemente dependentes da razão entre as constantes de troca das interações dos primeiros e dos segundos vizinhos. Os espectros obtidos para os materiais isolados são apresentados e comparados com aqueles obtidos para super redes de diferentes composições.

## SIMULAÇÕES E AJUSTES DE ESPECTROS MÖSSBAUER DE RELAXAÇÃO

Rogério Magalhães-Paiva e Hans-Dieter Pfannes, Dep. de Física, UFMG.

Simulações e ajustes de espectros Mössbauer de relaxação por primeiros princípios exigem um esforço computacional incomum para este tipo de técnica. Necessariamente temos de descobrir o átomo Mössbauer a partir de seus estados eletrônicos (interação hiperfina não-diagonal) e levar em conta os seus estados nucleares fundamental e excitado. Um espectro Mössbauer de relaxação pode ser calculado pela expressão

$$I(\omega) = -\frac{2}{\Gamma} \operatorname{Re} \operatorname{Tr}_{\rho_{\text{atomo}}} \rho_{\text{atomo}} [U^{-1}(p)A(0)A^{\dagger}(0)]$$

onde  $U^{-1}(p)$  é um superoperador de evolução espectral ( $p = \Gamma/2 - i\omega$ ) do operador  $A$  de campo do fóton- $\gamma$  que contém o Liouvilleano do átomo Mössbauer bem como toda a informação sobre a perturbação dinâmica.  $\rho_{\text{atomo}}$  é a matriz densidade eletrônica do átomo.

Neste trabalho estudamos a possibilidade de reduzirmos este esforço computacional no caso de uma relaxação estritamente eletrônica utilizando a "aproximação eletrônica secular". Apresentamos um programa de ajuste por mínimos quadrados baseado em um modelo "ab initio" para  $U(p)$ . Comparamos simulações para  $\text{LiNbO}_3:^{57}\text{Fe(III)}$  usando a aproximação citada acima com simulações sem esta simplificação. A partir destes resultados determinamos o limite de validade do método.

## TESTE DA LEI DE HIPERESCALA EM REDES FRACTAIS

Ladário da Silva, Welles A. M. Morgado, Evaldo M. F. Curado  
e Sérgio Coutinho\*Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CNPq  
Rua Xavier Sigaud 150, 22290, Rio de Janeiro  
\*Universidade Federal de Pernambuco

Desenvolvemos um método que nos permite obter relações de recorrência exatas (conectando hierarquias próximas) para a energia média por ligações de ferromagnetos de Potts em diversas redes fractais. Estas relações de recorrência nos permitem calcular exatamente o expoente crítico  $\alpha$  do calor específico e verificar se satisfaz a relação  $\alpha = 2 - d_f \nu$  onde  $d_f$  é a dimensão fractal da rede e  $\nu$  é calculado de maneira independente. Obtivemos que, em todas as redes fractais que tentamos, com diferentes valores do número de estados  $q$  de Potts, a lei de hiperescala é verificada, sugerindo que este deve ser o caso genérico em redes fractais.

EFEITO DO CAMPO MAGNÉTICO NA ABSORÇÃO DO ÍON  $\text{Cr}^{3+}$  EM  $\text{GdAlO}_3$ 

R. C. Basco, R. A. Carvalho, M. S. Roffino, C. K. da Cruz e M. C. Terrile

Estamos estudando a transição  ${}^4A_2 \rightarrow {}^2E$  do íon  $\text{Cr:GdAlO}_3$  num campo magnético até 6 T.

O íon Cr entra na rede cristalina substituindo o Al, isto é, num sítio com simetria de inversão. A transição referida é proibida por paridade e por spin. Hellman e outros propuseram um modelo que explica a quebra desta dupla proibição por efeito da interação spin-órbita e de troca. Com esse modelo foi possível entender o comportamento dos tempos de vida observados na fluorescência (devida a transição  ${}^2E \rightarrow {}^4A_2$ ). O mesmo modelo será aplicado para a análise da absorção.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**MAT - Ciência dos Materiais**

RAT/08.00/4a.

DIFUSÃO DE Au e Pb em  $\alpha$ -Zr

Cesar S. Silva e Fernando C. Zawislak, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 Porto Alegre, RS

O coeficiente de difusão de Au implantado em Zr foi medido em amostras aquecidas a temperaturas entre 500 e 700 °C em dois tipos de amostras (A e B), contendo quantidades diferentes de impurezas como Fe, Co, Ni e O. Adicionalmente foi medida a difusão de Pb implantado nas amostras mais puras (amostras A) de Zr na região de 500 a 750 °C. Todas as medidas de difusão foram feitas usando a técnica de KBS.

O objetivo do trabalho foi estudar os mecanismos de difusão de átomos de Au e Pb em  $\alpha$ -Zr e comparar os resultados com medidas anteriores de autodifusão em  $\alpha$ -Zr e de difusão de Hf em  $\alpha$ -Zr, ambas apresentando comportamento anômalo (curvatura negativa do gráfico de Arrhenius). Nossos resultados mostram que a difusão de Au e Pb em  $\alpha$ -Zr apresentam gráficos de Arrhenius lineares. Verificou-se também que os modelos propostos para a autodifusão não são consistentes com os resultados obtidos no presente trabalho.

Propõe-se então que Au e Pb dissolvem-se em  $\alpha$ -Zr pelo mecanismo dissociativo e que a migração de átomos intersticiais é a principal responsável pela difusão dessas impurezas.

RAT/08.20/4a.

**ESTRUTURA DESORDENADA INDUZIDA PELA MOAGEM MECANICA DA LIGA Fe/Cr**

**B. R. Xia, E. Baggio-Saitovitch, F. Rizzo, \***

**V. Pans Rodrigues e B. Sarkisjan**

Uma liga metálica de  $Cr_{72}Fe_{28}$  foi submetida à moagem mecânica por um período de 200 horas. Amostras retiradas em intervalos de 10 horas foram analisadas por espectroscopia Mössbauer (4,2 e 295 K) e difração de raios X para acompanhar a evolução das modificações estruturais induzidas pelo processo de moagem. O material moído por 200 h é formado de três fases: regiões cristalinas (7%), regiões de empacotamento compacto aleatório (13%) e regiões de empacotamento de baixa densidade atômica aleatório (80%). Análise da amostra por meio de calorímetro diferencial de varredura com taxa de aquecimento de 20K/min mostrou dois picos exotérmicos a 662 e 800K. Com base nestes resultados propomos uma descrição do processo de cristalização bem como um mecanismo para a formação de estruturas desordenadas e discutimos a estabilidade estrutural deste sistema.

RAT/08.40/4a.

**ESTUDO DO EFEITO DO NITROGENIO NAS PROPRIEDADES DA LIGA Nb-Ti ATRAVÉS DE MEDIDAS DE ATRITO INTERNO.** Rosa Maria Fernandes e Carlos Roberto Grandini (Departamento de Física, FC-BA - UNESP); Odília Florêncio, Alrooni Telma e José Alberto Rodrigues Jordão (DF - UFSCar).

Podemos, através de medidas de Atrito Interno, determinar com bastante precisão a presença de gases em metais. Estes gases interagem com a matriz metálica por um processo conhecido como reorientação induzida por tensão, do qual o Atrito Interno é uma manifestação. As medidas de Atrito Interno foram efetuadas em um pêndulo de Torção com frequência de oscilação na faixa de 1 Hz, no intervalo de temperatura entre 300 e 700 K. Foram utilizadas amostras de Nb puro e ligas de Nb-Ti com diversas concentrações de Titânio. Os resultados obtidos mostram estruturas de relaxação complexas, as quais são decompostas em seus picos de Debye constituintes.

APOIO: FFI - CERAR  
FUNDONFSP

MAY/09,00/4a.

ESTUDO DA INTERAÇÃO DO HIDROGÊNIO COM A REDE ATRAVÉS DE MEDIDAS DE ATENUAÇÃO ULTRASSÔNICA. Carlos Roberto Grandini (Departamento de Física, FC-BA - UNESP), Walter José Botta Filho (DEMA - UFSCar), Odila Florêncio, Hironshi Feijoa e José Alberto Rodrigues Jordão (DF - UFSCar).

Átomos de impurezas intersticiais como nitrogênio, oxigênio, carbono e hidrogênio, quando dissolvidos intersticialmente na matriz metálica podem produzir relaxações anelásticas através de um processo conhecido como reorientação induzida por tensão, das quais o Atrito Interno é uma manifestação. Podemos estudar este mesmo efeito medindo a atenuação de ondas ultrassônicas propagando-se na matriz metálica. Este trabalho mostra o estudo da interação do hidrogênio com a liga de níbio-niobônio com 1% em peso de niobônio, através do processo de reorientação induzida por tensão. Este estudo está sendo realizado através de medidas de atenuação ultrassônica para ondas longitudinais com frequências de 10, 30, 50, 70 e 90 MHz, sem a presença de hidrogênio e dopadas eletroliticamente com várias concentrações de hidrogênio.

Apoio: Capes

FUNDUNESP

MAY/09,20/4a.

FRAGILIZAÇÃO PELO HIDROGÊNIO DE JUSTAS SOLDADAS DE AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO

Kuromoto, H.K., Física/UFPA - Miranda, P.E.V., FEMN/COPPE/UFRJ

O fenômeno de fragilização pelo hidrogênio (H) de uma estrutura totalmente austenítica, tem sido bastante documentado na literatura científica, nos últimos anos. Entretanto pouca atenção tem sido dada as estruturas duplex, contendo as fases austeníticas-feríticas, caso típico de juntas soldadas. Neste trabalho procurou-se avaliar o efeito do H na vida em fadiga de uma junta soldada pelo processo MIG de aço inoxidável austenítico, hidrogenada volumetricamente.

O material utilizado foi um aço austenítico tipo ABNT 304L e o metal de adição, o aço ABNT 308L. A hidrogenação foi conduzida catodicamente em um banho de sais fundidos (KHSO<sub>4</sub> e NaHSO<sub>4</sub>) e os ensaios mecânicos em uma máquina de fadiga por flexão alternada a uma frequência de 30Hz e fator R=1.

Os resultados foram analisados através das curvas tensão X deformação. Verificou-se que o H reduz a vida em fadiga do material soldado como também conduziu a uma alteração na morfologia de fratura, a qual mudou de tipicamente dútil (sem H) para uma do tipo frágil (com H). A comparação deste resultado com o do material da base hidrogenado mostrou que a fragilização devido ao H é maior para o caso da junta soldada. Esta diferença se deve basicamente às diferentes microestruturas dos dois materiais (austenita no metal da base e austenita mais ferrita no metal da solda) e as suas diferentes composições químicas.

Os autores agradecem a FAPERJ e ao CNPq pelo suporte financeiro.

MAY/09,40/4a.

APLICAÇÕES DA TÉCNICA DE DETECÇÃO DO RECOU ELÁSTICO NA DETERMINAÇÃO DE PERFIS QUANTITATIVOS DA CONCENTRAÇÃO DO HIDROGÊNIO EM METAIS

J.C. Saita<sup>1</sup>, A.H. Botta<sup>2</sup>, P. Craievic<sup>3</sup> e P.E.V. de Miranda<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> IEN/CNEN-RJ      <sup>2</sup> FEMN-COPPE/UFRJ      <sup>3</sup> IEN/CNEN-RJ

A técnica de detecção de recuo elástico (ERDA - "Elastic Recoil Detection Analysis") vem sendo explorada em investigações de distribuição do hidrogênio (H) em materiais metálicos.

Baseia-se este método na detecção (numa geometria de transmissão) de prótons de recuo oriundos do bombardeamento por partículas- $\alpha$ , de chapas finas de materiais metálicos carregados previamente com H (neste caso, aço inoxidável e paládio carregados eletroliticamente).

A evolução deste estudo permitiu a determinação de perfis quantitativos da concentração do H ao longo de espessuras de amostras metálicas a partir das curvas relativas (de energia contra intensidade de prótons) apresentadas anteriormente.

Os autores agradecem apoio financeiro à SCT-PR, CNEN e FAPERJ.

INT/10.00/4a.

PERMEABILIDADE DO HIDROGÊNIO NO  $Ni_{81}P_{19}$  Amorfo

Dilson S. dos Santos e Paulo Estlio V de Miranda

COPPEA/UFRJ

Os parâmetros de permeação do hidrogênio na liga amorfa  $Ni_{81}P_{19}$  foram obtidos através de metodologia eletroquímica. Obteve-se o coeficiente de difusão do hidrogênio a 23°C ( $D = 9.8 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Os resultados obtidos, foram comparados com resultados do Ni puro, policristalino no estado recocido.

INT/10.30/4a.

FORMAÇÃO DE SILICETOS DE FERRO POR BOMBARDEIO IÔNICO DE Fe e Co EM BICAMADAS Fe/Si(111) e Fe/Si(100).

Denis L.P. Santos (DF-UFSCar), Lívio Amaral (UFRGS) e Joel Ferreira Sousa (UFRGS).

Realizamos bombardeio iônico sobre camadas de Fe-a depositadas por evaporação térmica por canhão de elétrons em atmosfera de  $1 \times 10^{-8}$  torr sobre Si(111) e Si(100). As doses de implantação variaram de  $1E15$  at./cm<sup>2</sup> a  $1E16$  at./cm<sup>2</sup>. As implantações foram realizadas em temperatura ambiente e a 400°C. Demonstramos que a cinética de formação das fases é fortemente dependente da orientação do substrato e que a fase  $FeSi_2$ - $\beta$  (semicondutora de banda de energia proibida direta de 0,85 eV) que por recozimento isotérmico se forma a partir de 350°C pode ter sua temperatura de formação reduzida para 450°C quando a amostra com a bicamada Fe/Si é submetida a bombardeio iônico.

INT/10.30/4a.

DIFERENTES CINÉTICAS DE FORMAÇÃO DE SILICETOS DE FERRO POR RECOZIMENTO ISOTÉRMICO DE FILMES FINES DE Fe-a sobre Si(111) e Si(100) MONOCRISTALINOS.

Denis L.P. Santos (DF-UFSCar), Lívio Amaral (UFRGS) e Joel Ferreira de Sousa (UFRGS).

Depositemos 900 Å Fe-a sobre Si (111) e Si (100) monocristalinos por evaporação térmica com canhão de elétrons em pressão de base de  $1 \times 10^{-8}$  torr. Seguiram-se recozimentos isotérmicos na faixa de 300°C a 1200°C. Demonstramos que a cinética de formação das diferentes fases do diagrama de fase do sistema Fe/Si formam-se em seqüência diferenciada, fortemente dependente da orientação do substrato. Demonstramos também pela primeira vez, a formação de silicetos de ferro  $FeSi$ - $\alpha$  sobre Si(111) e Si(100) em temperaturas tão baixas quanto 350°C.

RAT/11.10/4a.

**INFLUÊNCIA DA FORMAÇÃO DE CARBETO DE SILÍCIO NA DENSIDADE VERDADEIRA DE MATERIAIS CARBOSOS TRATADOS TERMICAMENTE.**

**F. O. Emerich** (Departamento de Física e Química / UFES)

Em geral a densidade verdadeira dos materiais carbonosos tratados termicamente aumenta continuamente com a temperatura de tratamento térmico (TTT), tendendo a assumir valores próximos à densidade do grafite ( $2,2 \text{ g/cm}^3$ ). Entretanto em alguns materiais observa-se um comportamento anômalo desta densidade com a TTT, caracterizado por um decréscimo acima de  $1100^\circ\text{C}$ . É sugerido que este comportamento anômalo da densidade verdadeira destes materiais nesta faixa de TTT é provocado pela aparecimento de carbeto de silício cristalino fase  $\beta$  (formado nesta faixa de TTT a partir de dióxido de silício da fase mineral do material), que não permite a penetração do fluido sonda na fase microporosa do material.

RAT/11.30/4a.

**PROPRIEDADES DA ÁGUA ADSORVIDA NA SUPERFÍCIE DOS AEROSIS DE SILICA**

A. A. da SILVA, P. DONATO e M. A. AEPFERT

Instituto de Física e Química de São Carlos - Universidade de São Paulo

Aerossis de sílica foram preparados pela hidrólise e condensação de sílica de composição THOS-etanol- $\text{H}_2\text{O}$  com razão molar THOS:  $\text{H}_2\text{O} = 4:1$  e razão em volume de THOS: etanol = 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 e 0,6. As suas propriedades estruturais tais como: área superficial BET, volume total dos poros, distribuição de tamanho dos poros, constante e perda dielétrica foram sistematicamente investigadas em função do tratamento térmico de desidratação. As características de relaxação da água adsorvida na superfície altamente reativa foram estudadas através das técnicas dielétricas e de ressonância magnética nuclear como um função do conteúdo de  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ ) e a temperatura. Também foi feito um estudo da cinética de adsorção de água tanto em pó como em pastilhas com várias temperaturas de desidratação.

RAT/11.50/4a.

**ESTRUTURA E RESPOSTA DIELÉTRICA DE AEROSIS DE SILICA**

E. H. PERATELLO, A. S. SILVA e M. A. AEPFERT

INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO -  
CAIXA POSTAL 369 - CEP 13560 - SÃO CARLOS - SP - BRASIL

Aerossis de sílica preparados pelo método sol-gel a partir de sílica de THOS, etanol e água bidestilada e anteriormente analisados por processo hiperfórmula são materiais aeróforos com alta porosidade e área superficial até  $1000 \text{ m}^2/\text{g}$  e baixa densidade aparente. Estes materiais apresentam um baixo valor de constante e de perda dielétrica. Devido à alta reatividade das superfícies o valor de  $\epsilon'$  e  $\epsilon''$  são bastante influenciados pela adsorção de DM. Estes materiais podem ser transformados em sílica aerófora densa por tratamento térmico e aproximadamente  $1100^\circ\text{C}$ . Apresentamos um estudo completo da evolução das propriedades estruturais físicas superficiais específicas, tamanho e distribuição de poros (BET, SAXS, FURUSPOMETRIA), densidade aparente (PICNÔMETRO DE  $\text{H}_2$ ), assim como das propriedades dielétricas ( $\epsilon'$  e  $\epsilon''$ ) medidas entre 1,5 e  $300^\circ\text{C}$ , em função da temperatura de tratamento térmico ( $20^\circ\text{C}$  a  $1100^\circ\text{C}$ ).

Este trabalho foi financiado pela FAPESP, FINEP e CNPQ.



MAT/12.10/6a.

ESTUDO DE POLÍMEROS DOPEDADOS COM BILIRRUBINA ATRAVÉS DA ESPECTROSCÓPIA FOTOACÚSTICA. A.A.Cosilho (\*), A.Y.Rubira (Depto de Química), H.L.Bassoco, A.C.Bento (Depto de Física), Universidade Estadual de Maringá.

Neste trabalho foi utilizada a espectroscopia fotoacústica (PAS) para estudar polietileno de alta densidade (PEAD) impregnado com bilirrubina. A PAS foi usada neste estudo porque a espectroscopia convencional não permite a obtenção dos espectros de absorção óptica na região do visível de materiais opacos, como é o caso do polímero utilizado.

Nos espectros de absorção óptica da bilirrubina sorvida em PEAD-virgem observou-se a presença de uma banda de absorção centrada em 450nm, característica da bilirrubina. Na amostra em que o polímero foi submetido a tratamento prévio com solução ácida de permanganato de potássio e clorato de sódio II, além da banda de 450nm, verificou-se ainda uma banda em 650nm. Esta banda pode ser atribuída a interação da bilirrubina com grupos ácidos gerados quando o polímero é tratado.

Nossos resultados demonstram a importância da PAS no estudo de propriedades ópticas de polímeros modificados.

(\*) Bolsista FUEM/CNPq

Apoio: CNPq

Os autores agradecem ao prof. E.Vargas pelas sugestões e cessão do Laboratório de Fotoacústica do IPON-UNILAMP.

MAT/06.00/6a.

ESTUDO MÖSSBAUER DO SISTEMA  $Fe_2O_3-Nb_2O_5-Ta_2O_5$  -  $TiO_2-SnO_2$ : SISTEMÁTICA COM AMOSTRAS NATURAIS

Carlos A. dos Santos, C.E.F. Melo e J.de Oliveira  
Departamento de Física - UFRN 59072 NATAL RN

Vinte amostras classificadas pela CPRM como tantalita-columbita, contendo diferentes proporções de óxidos de Fe, Ta, Nb, Ti e Sn, foram analisadas através da espectroscopia Mössbauer, objetivando contribuir para o esclarecimento de algumas questões controversas apresentadas na literatura. Esse minério, que tem, majoritariamente, composição química do tipo  $(Fe,Mn)(Ta,Nb)_2O_6$ , existe na natureza sob duas formas cristalográficas, uma tetragonal (em geral rica em Ta, e mais conhecida como tantalita), e outra ortorrômbica (rica em Nb e mais conhecida como columbita). Uma questão que continua em aberto refere-se aos limites de solubilidade desses dois tipos de solução sólida, e em que medida as impurezas mais comuns (Ti e Sn) afetam esses limites. Os resultados obtidos sugerem a co-existência dos seguintes compostos: tantalita, columbita, limonita e cassiterita, cujas proporções dependem não apenas dos conteúdos de impurezas, como também do processo e do ambiente de cristalização; amostras com concentrações de óxidos semelhantes, mas oriundas de regiões diferentes, apresentam diferentes concentrações desses minerais (CNPq).

MAT/06.20/6a.

INVESTIGAÇÃO DO VIDRO VANÁDIO-NÍOBÍDIO-FERRO POR ESPECTROSCÓPIA MÖSSBAUER.

M.C.D.Costa, H.V.da Silva, A.J.D.Moreno - (Deptº de Física - UFC).

Domerval M.Filho - (Deptº de Química - UFMA).

M.A.B.Araújo - (Deptº de Física - UFC).

O estado de oxidação e a coordenação dos átomos de ferro nos vidros e vitro-cerâmicas com composição  $0,5V_2O_5 \cdot 0,4Nb_2O_5 \cdot 1Fe_2O_3$  foram estudados em função do tratamento térmico em atmosfera oxidante. Os dados Mössbauer mostram que o ferro na matriz vítrea apresenta-se somente no estado da oxidação  $+3$  e ocupa sítios tetraédricos e octaédricos.

Das amostras tratadas termicamente a  $320^\circ C$  e  $420^\circ C$  ocorre o surgimento de um sítio adicional de  $Fe^{3+}$  (IV) (ferro três tetraédrico) com desdobramento quadrupolar acentuado. Observa-se que parte do  $Fe^{3+}$  (VI) (ferro três octaédrico) é transformado no novo sítio. Para temperatura acima da  $420^\circ C$  ocorre uma transformação nos sítios do Fe que pode-se interpretar como um alto grau de cristalização.

Apoio CNPq e Deptº de Física da UFC.

RAT/08.00/6a.

**ESTUDO DE AMOSTRA DE VIDRO DE FLUORETO DOPADO COM  $Cr^{3+}$**

P.R.C. Guimarães<sup>1</sup> e M.A. Aegerter<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Depto de Física, UFV-MG, <sup>2</sup>IPQSC - Depto de Física - São Carlos - SP.

O estudo da absorção ótica em uma amostra de vidro de fluoreto, tipo EBLA, com a seguinte composição:  $SrF_4$  (54%),  $BaF_2$  (35%),  $CaF_2$  (7%),  $AlF_3$  (2%),  $CrF_3$  (2%), foi feito, utilizando-se de um espectrofotômetro de duplo feixe especular submetendo-se a amostra a controle de temperaturas e campos magnéticos.

Os espectros obtidos, apresentaram o efeito de anti-ressonância tipo fano. Neste trabalho apresentamos o estudo deste efeito assim como o método utilizado para determinação das transições características do ion  $Cr^{3+}$ .

RAT/09.00/6a.

**CARACTERIZAÇÃO DE TRAÇOS DE IMPUREZAS EM SILÍCIO ATRAVÉS DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA (AAS)**

AB. BRAGA e R. ASSUMPCÃO  
DEPTO. ENG. DE MATERIAIS - FEM - UNICAMP

O Silício grau metalúrgico (GM), produzido no Brasil apresenta inicialmente um grau de pureza superior a 98%, possibilitando obtenção direta de material grau solar (GS) (99,9%) através do processo de lixiviação ácida.

Dentre as diversas técnicas de caracterização empregadas na investigação de elementos químicos presentes no Si, a Espectroscopia de Absorção Atômica (AAS) vem ganhando importância a partir da década passada, face ao desenvolvimento de métodos de controle rigorosos.

Por esta técnica, a amostra é termicamente atomizada e submetida a um feixe de luz característico do elemento a ser analisado.

No caso particular de impurezas em Si, o controle do processo de dissolução, com eliminação da matriz sem perda das impurezas de interesse, é de fundamental importância para a obtenção de resultados confiáveis a nível de ppm. Este estudo concentra-se na análise de Alumínio em função da elevada quantidade presente no Si-GM, da importância desta impureza nas propriedades elétricas de dispositivos e da dificuldade inerente associada à supressão parcial do sinal de Al devido à influência da matriz de Silício.

APOIO - CNPq/FAEP-UNICAMP

RAT/09.20/6a.

**CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA DE COMPOSTOS POLÍMERO-ÓXIDO METÁLICO POR ESPECTROSCOPIA FOTOACÚSTICA. A.A. Coalbo(\*), A.F. Rubira (Depto de**

Química), M.L. Bassac, A.C. Bento (Depto de Física), Universidade Estadual de Maringá.

Compostos polímero-óxido metálicos tem sido estudados em função de suas aplicações em materiais catalíticos em reações de oxidação de compostos orgânicos. Neste trabalho foi utilizada a espectroscopia fotoacústica na região do visível e do infravermelho próximo para estudar as propriedades ópticas dos compostos. Os compostos foram obtidos pela imersão a 80°C de polietileno de alta densidade (PEAD) em solução ácida de permanganato de potássio e clorato de estanho II, em diferentes concentrações. Através da espectroscopia fotoacústica foi obtida a caracterização óptica do composto, onde foi observada uma banda de absorção na região do visível e centrada em 490nm, que é característica de  $Mn^{2+}$  em amostras com  $MnO_2$ . Espectros de absorção óptica da região do infravermelho próximo de amostras de PEAD tratadas, apresentam uma grande diminuição na intensidade das bandas em 2,74 $\mu$ m e 2,3-2,4 $\mu$ m com o tempo de exposição do PEAD à solução ácida de permanganato de potássio e clorato de estanho II. Neste caso o PEAD torna-se quebradiço e o espectro fotoacústico no IV próximo sugere provavelmente mudanças em sua estrutura.

(\*): Bolsista Maestrado FUDU/CNPq

Apoio: CNPq

Os autores agradecem ao prof. H.Vargas pelas sugestões e cessão do Laboratório de Fotoacústica do IFGW-UNICAMP.

**INT/09/40/6a.** **SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO POR ESPECTROSCOPIA FOTOACÚSTICA DE UM CATION AMINO-COMPLEXO DE  $\text{Co}^{2+}$  IMOBILIZADO SOBRE A SUPERFÍCIE DE SILÍCA**  
 MSc. R.A. Campos (\*), C.M.M. Costa (Depto de Química), A.C. Bento, M.L. Baesso (Depto de Física), Universidade Estadual de Maringá.

Este trabalho tem como objetivo a obtenção e a caracterização de um novo sorvente contendo um Cation Amino-Complexo -  $\text{Co}^{2+}$  immobilizado sobre a superfície de sílica. Gal. O interesse neste material se deve à sua utilização em estudos cromatográficos, onde a troca iônica em soluções aquosas ou não, necessita que o estado de valência para o Cobalto seja  $\text{Co}^{2+}$ . A aplicação da espectroscopia fotoacústica na caracterização de espécies complexas suportadas na superfície apresenta vantagens sobre a espectroscopia convencional UV-Vis., pois esta última exige que a amostra seja suspensa em solventes que tenham índices de refração adequados. Nesses resultados para o espectro de absorção óptica, utilizando Espectroscopia Fotoacústica, mostram evidências da modificação da sílica original. Isto é observado através de bandas de absorção em 360 e 510nm, que são geradas pelo íon  $\text{Co}^{2+}$ . A presença do  $\text{Co}^{2+}$  não foi detectado, pois medidas fotoacústicas no infravermelho próximo em T=300 K, bem como o espectro de EPR em T=20 K não deram qualquer banda característica da sua presença. Estes resultados mostram a presença única do  $\text{Co}^{2+}$  ligado à superfície da sílica e evidencia o papel da Espectroscopia Fotoacústica na obtenção do espectro de absorção óptica dos materiais opacos e em forma de pó.

(\*) Bolsista Mestrado FUEM/CNPq  
 Apoio: CNPq  
 Os autores agradecem ao professor E. Vargas pelas sugestões e cessão do Laboratório de Fotoacústica do IFQM-UNICAMP.

**INT/10/00/6a.** **TÉCNICAS DE SINTERIZAÇÃO DE CERÂMICAS FERROELÉTRICAS TRANSPARENTES**  
 - RESULTADOS PRELIMINARES - D. Garcia e J.A. Eiras\* - Instituto de Física e Química de São Carlos, Grupo de Cerâmicas Ferroelétricas, Depto de Física, Universidade Federal de São Carlos.

Cerâmicas ferroelétricas transparentes são substituído monocristais ferroelétricos em muitos dispositivos eletro-ópticos, devido à possibilidade de serem obtidas com maior variedade de forma e tamanho, e ao seu baixo custo de produção. Entre elas encontram-se as da família  $(\text{Pb},\text{La})(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ , ou PLEZT, com alta transparência e altos coeficientes eletro-ópticos linear e quadrático. Contudo, a alta transmissão ótica no visível depende da eliminação de pores residuais. Neste trabalho serão apresentados resultados de transmissão ótica, na região do visível e infravermelho próximo, de amostras de PLEZT preparadas por diferentes métodos. Serão utilizadas duas técnicas de sinterização, por dois estágios e por prensagem e quente (prensa a quente uniaxial de 1200°C, montada no laboratório), de amostras de PLEZT preparado por mistura de óxidos e por precipitação química.

Apoio: FAPESP

**INT/10/30/6a.** **MÉDIDAS DE PIRELETRICIDADE EM CERÂMICAS FERROELÉTRICAS**  
 J. Baltasar-Rodrigues e J.A. Eiras\* - Depto de Engenharia de Metais e Depto de Física, Grupo de Cerâmicas Ferroelétricas, Universidade Federal de São Carlos.

Materiais piroelétricos apresentam polarização espontânea abaixo de determinada temperatura. Piroeletricidade é a razão entre a variação da polarização espontânea e da temperatura, e por isso, pode ser usado como detector de infravermelho. Também, medidas piroelétricas permitem o estudo em materiais ferroelétricos de transição de fase Ferro-Piroelétrica.

As propriedades piroelétricas são maiores em compostos monocristalino, do que em policristalino ou cerâmicos. No entanto, a maioria dos óxidos ferroelétricos são produzidos somente na forma cerâmica, com reprodutibilidade de dimensões e propriedades e com baixo custo.

O efeito piroelétrico é determinado através da medida de corrente piroelétrica ou das cargas acumuladas na superfície das amostras quando aquecidas com uma taxa previamente determinada. O sistema de aquisição de dados e de controle da taxa de aquecimento, são automatizados. Será discutido a dependência do coeficiente piroelétrico e da polarização espontânea com a composição, em amostras de  $(\text{Pb},\text{La})\text{TiO}_3$  e  $(\text{Pb},\text{La})(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  para diferentes concentrações de La, no intervalo de temperatura entre 25 e 400°C.

APOIO: Universidade Estadual de Ponta Grossa, CNPq.

MAT/10/30/66.	<b>CARACTERIZAÇÃO DIELÉTRICA DE RELAXORES FERROELÉTRICOS - E. E. Moreira e J. A. Viana - Grupo de Cerâmicas Ferroelétricas, Deptº de Física, Universidade Federal de São Carlos.</b>
<p>Relaxores ferroelétricos têm sido alvo de crescente interesse devido ao seu potencial para diversas aplicações tecnológicas, tais como: capacitores multicamadas, atuadores eletrostáticos e circuitos integrados e por apresentarem transição de fase difusa que até o momento não é muito bem entendida. Amostras cerâmicas com propriedades de relaxores podem ser preparadas a partir das seguintes fórmulas gerais: 1) <math>Pb(B_1, B_2)_3O_7</math>, onde <math>B_1</math> são cátions de "baixa" valência (<math>Mg^{2+}</math>, <math>Mn^{2+}</math>, <math>Fe^{2+}</math>) e <math>B_2</math> são cátions de "alta" valência (<math>Pb^{2+}</math>, <math>Ta^{5+}</math>, <math>U^{6+}</math>); 2) <math>(Pb_{1-x} La_x)(Zr_{1-y} Ti_y)O_3</math> (PLZT), com <math>0.05 \leq x \leq 0.10</math> e <math>0.60 \leq y \leq 0.70</math>. Neste trabalho apresentamos um estudo das propriedades físicas de relaxores ferroelétricos cerâmicos, com estrutura perovskita e composições à base de <math>(Pb,La)TiO_3</math> e PLZT. A influência da adição de dopantes, nas propriedades relaxoras dessas composições é analisada pela medida da constante dielétrica relativa (<math>\epsilon' = \epsilon/\epsilon_0</math>), do fator de dissipação dielétrica em função da frequência (MHz e MHz) e da temperatura (-100°C e 200°C) e a dependência da polarização com o campo elétrico s.c. em diferentes temperaturas.</p> <p>Apoio: CNPq</p>	

MAT/11/10/66.	<b>CARACTERIZAÇÃO DA MISTURA DE PÓS CERÂMICOS DIATOMITA-TITÂNIA</b>
<p>ELCIO CORREIA DE SOUZA TAVARES - Estudante de Mestrado (UFRN-DFTE)          JAMILSON PINTO DE MEDEIROS - Estudante de Mestrado (UFRN-DFTE)          UÍLANE UMBELINO GOMES - Professor Adjunto (UFRN-DFTE)</p> <p>A mistura de dois ou mais pós pode formar um novo material que alia propriedades dos pós constituintes e uma das maiores vantagens da tecnologia do pó em relação a outras técnicas.</p> <p>Neste trabalho foi realizada a mistura de dois pós cerâmicos, diatomita e titânia, em proporções de 90, 75, 50 e 25 por cento em peso de diatomita. Estes pós, bem como a diatomita e a titânia puros, tiveram suas características analisadas por difração de raios-X, análise térmica diferencial, BET e Fisher. Os dados apresentam os resultados de fases cristalográficas, superfície específica e tamanho e distribuição de tamanho das partículas do pó.</p>	

MAT/11/30/66.	<b>DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DO <math>Y_2Cu_3O_5</math>. A.M. Rodriguez*, H. Saitovitch, J. Weberszpil, F.R.J. Silva, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF/CNPq.</b>
<p>Foi constatado que durante a sinterização da cerâmica supercondutora <math>YBa_2Cu_3O_7</math> pode ocorrer a formação de outras fases, atualmente denominadas de compostos relacionados. Estas fases, por exemplo, <math>Y_2Cu_3O_5</math>, podem influir no comportamento do <math>YBa_2Cu_3O_7</math>; daí ser importante sua detecção e caracterização. Neste trabalho apresentamos medidas de interações hiperfinas (IH) através da técnica da correlação angular (CA) no InLi-cdiii introduzido, em uma quantidade <math>&lt; 10^{-4}</math> at%, no <math>Y_2Cu_3O_5</math> durante sua sinterização. Foi observada também a decomposição térmica, em vácuo, deste composto através da reação <math>Y_2Cu_3O_5 \rightarrow 4YCuO_2 + O_2</math>. O produto da decomposição foi identificado através da difração de raios-X. Foram caracterizadas por interações hiperfinas (frequências de interação quadrupolar) de ambos os compostos.</p> <p>* Bolsista EKAE/CNPq          Universidade Nacional de La Plata-UNLP, Argentina.</p>	

MAT/11.50/66.

ESTUDO DE CROMOSSILICATO ZEOLÍTICO CRISTALINO ATRAVÉS  
DA RESSONÂNCIA PARAMAGNÉTICA ELETRÔNICA

O. NAKAMURA<sup>a</sup>, F. C. G. GANDRA<sup>b</sup>, E. C. SILVA<sup>b</sup>, H. VARGAS<sup>b</sup>, J. S. T. RAMBRIN<sup>c</sup>, H. O. PASTORE<sup>c</sup>, E. J. VICHI<sup>c</sup> (a) I. Física UFBA, (b) IPGW UNICAMP, (c) I. Química UNICAMP

Apresentamos aqui um estudo RPE do cromossilicato zeolítico cristalino com o objetivo de caracterizar a distribuição dos sítios de Cr(III) neste sólido. Em adição, descrevemos um processo de deconvolução onde os parâmetros RPE podem ser analisados. Com este método se mostra que o íon de Cr(III) se aloja em dois sítios do tipo substitucional, além de outro fora da estrutura da zeólita.

**PAINÉIS**  
**MAT - Ciência dos Materiais**

RAE 88/14.00/5a.

PREPARAÇÃO DE GÁLIO DE ALTA PUREZA POR REFINAMENTO ZONAL

V.A. De Lorenzi<sup>1</sup>, R.S. Carvalho<sup>1</sup>, R.P. Carvalho<sup>2</sup> e A.T.G. Carvalho<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Física, UFV - 36570 - Viçosa-MG

<sup>2</sup>Departamento de Física, UPMG - Cx. P. 702 - 30161 - Belo Horizonte-MG

Gálio é um metal pertencente ao grupo III da tabela periódica. Compostos de gálio com elementos do grupo V como arsênio, fósforo e antimônio são semicondutores. A produção destes compostos exige gálio de alta pureza química (99,99999 puro).

Foram realizados experimentos de purificação de gálio por refinamento zonal e desenvolveram-se a metodologia da caracterização química de amostras pelas técnicas de fluorescência de raios-x, absorção atômica, ICP e análise por ativação neutrônica.

Está sendo investigada a síntese e purificação de tricloreto de gálio ( $\text{GaCl}_3$ ) por refinamento zonal e a posterior separação do gálio puro.

Apoio: FAPENIG/PINEP

RAE 89/14.00/5a.

OTIMIZAÇÃO DA ROTA DE OBTENÇÃO DE PÓ DE TÂNTALO PARA CAPACITORES ELETROLÍTICOS. Dalton de Freitas<sup>(1)</sup>, Sebastião Ribeiro<sup>(1)</sup> e Dênia Debélino Gomes<sup>(2)</sup>.

(1) FAERQUIL - Centro de Materiais Esfratários - 12600 - Lorena - SP

(2) UFRN - Departamento de Física - 59072 - Natal - RN

A rota tecnológica de obtenção de pó de tântalo metálico via redução por sódio (Na) do sal heptafluorotantalato de potássio ( $\text{K}_2\text{TaF}_7$ ), é a que mais se mostra eficaz para posterior aplicação do tântalo em estrutura de ânodos de capacitores eletrolíticos.

O presente trabalho tem como finalidade principal mostrar as modificações no sistema de dosagem de sódio de modo a obter um controle rígido da reação de redução. Na configuração convencional, o sódio era colocado em um reservatório acima do reator, onde era lido e dosado líquido através de um conector tubular. Este sistema de dosagem não se mostrou eficaz pois na maioria das vezes quantidades significativas de sódio ficaram retidas no sistema e também não foi possível uma taxa de adição de modo controlado.

Na nova configuração o dosador de sódio é conectado perpendicularmente e diretamente no reator de redução. Este possui uma haste com êmbolo e mecanismo de roscas acoplado a um sistema de polias e motor com controle fino de velocidade. O dosador possui sistema de refrigeração de modo a assegurar que somente ocorre fusão na quantidade de sódio que foi empurrada para a zona de fusão. Desta maneira foi possível a obtenção de uma dosagem controlada de sódio, evitando descontrole na temperatura, visto que a reação de redução é altamente exotérmica.

Com esta nova configuração foi possível o melhor estudo das variáveis: excesso de sódio, taxa de dosagem de sódio líquido e temperatura de reação.

RAE 90/14.00/5a.

SOLIDIFICAÇÃO DE METAIS A PARTIR DE ESTADOS SUPER-RESFRIADOS

Claudio Shvinti Kishinnai e Flávio Politi  
Universidade Federal de São Carlos  
Departamento de Eng. de Materiais

RESUMO

Novas técnicas experimentais tem viabilizado a obtenção de sites níveis de super-resfriamento em metais líquidos, superando níveis clássicos de máximos super-resfriamento ( $\Delta T_m$ ) de 18 a 20% da temperatura de fusão. Essas novas técnicas tem tido grande interesse como possíveis rotas para o processamento de Metais Solidificados Rapidamente e esses novos resultados de  $\Delta T$  tem provocado uma reavaliação da Teoria Clássica da Nucleação. Neste trabalho são apresentados resultados de experimentos desenvolvidos com ligas Cu-O e Pd-Cu-Si usando a técnica de fusão do metal envolvido com fluxo. Super-resfriamentos máximos de 14% e 13% graus foram alcançados para as ligas de cobre e de paládio respectivamente. As microestruturas resultantes foram, em ambas ligas típicas de solidificação rápida. Na liga de cobre a microestrutura observada foi bastante homogênea e refinada e na liga de paládio a microestrutura foi bastante singular, mostrando que a solidificação iniciou em um ponto definido na superfície, a partir de qual se espalhou por toda a extensão da amostra, resultando numa microestrutura tipicamente direcional.

RAY 91/14.00/3a.

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS PIEZOLÉTRICOS (CERÂMICA-POLÍMETRO) - L.A.Bássora e J.A.Eiras - Departamento de Física, Grupo de Cerâmicas Ferroelétricas, UFSCar.

Neste trabalho foram preparadas amostras de PZT/Polímero com conectividade (0-3) e (1-3) em nossos laboratórios.

Resultados experimentais obtidos para  $K$  (constante dielétrica),  $d_h$  (coeficiente piezoeletrico hidrostatático),  $S_h$  (coeficiente de voltagem hidrostatático) e impedância acústica nestas compósitos não comparados aos de transdutores piezoeletricos típicos (PZT).

RAY 92/14.00/3a.

OBTENÇÃO DE FILTROS DE ESPUMA CERÂMICA A PARTIR DE  $Al_2O_3$  - ATR. F. VERNILLI Jr., C.KURANAGA, A.J.S. MACHADO, K. STRECKER  
(\*)

As indústrias metalúrgicas, a muitos anos, estão aperfeiçoando as técnicas para a redução do teor de inclusões não metálicas nos fundidos.

As técnicas de filtração vem se mostrando as mais vantajosas, sendo a utilização de filtro de espuma cerâmica um tecnologia efetiva para reduzir custos e aumentar a qualidade dos fundidos acabados.

Neste trabalho procurou-se desenvolver tais filtros a partir / de escória de reações aluminotermicas, dopada com diferentes teores de  $Cr_2O_3$  e variando a temperatura de sinterização de 1200 à 1400°C, bem como um controle da distribuição de porosidade, objetivando filtros com 25 a 35 poros por polegada.

(\*) FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DE LORENA  
FAENQUIL-CEMAR

RAY 92/14.00/3a.

" ESTUDO DA CALCINAÇÃO E SINTERIZAÇÃO DA ALUMINA, OBTIDA A PARTIR DA PRECIPITAÇÃO DO OXALATO DE ALUMÍNIO "

A: F. Siqueira, P. Vernilli, A. S. J. Machado e K. Strecker  
FAENQUIL-CEMAR Lorena SP

As técnicas de obtenção de pós cerâmicos podem ser classificadas de acordo com o estado físico dos materiais envolvidos na reação de obtenção. A preparação de pós por via úmida é a que tem sido mais utilizada, devido a facilidade do processamento e a um controle mais rígido de composição, destacando-se nesta categoria as reações de precipitação, que produz pós com uma distribuição granulométrica mais estreita e com uma maior reatividade.

Este trabalho apresenta estudos sobre a calcinação do oxalato de alumínio, obtido por reação de precipitação, a temperaturas entre 500°C e 900°C. As aluminas obtidas foram caracterizadas por difração de raios-x, porosimetria de mercúrio e sedígrafo, bem como um estudo sobre a compactação das mesmas até 200 MPa e sinterização entre 1200°C a 1400°C objetivando uma alumina de alta densidade a baixa temperaturas.



<p>RAY 94/14.00/5a.</p>	<p>ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO PÓ DA LIGA <math>\text{SnTe}</math> DEBANTE A PRESSÃO NA OBTENÇÃO DE CORPOS POROSOS - JOSÉ WILSON F. DE HOLANDA<sup>(1)</sup> E GILIANA UNDELINO GOMES<sup>(2)</sup>.</p>
<p>(1) FAZESQUIL - Centro de Materiais Refratários - Lorena - SP (2) Departamento de Física - UFPA - Natal - RN</p>	<p>Neste trabalho é apresentado um estudo sobre o comportamento durante a prensaagem do pó da liga <math>\text{SnTe}</math>, produzida via redução aluminotérmica, tendo em vista a obtenção de corpos com baixa densidade a verde. Esta última é uma propriedade essencial na obtenção de corpos sinterizados de alta porosidade, como por exemplo ânodos usados em capacitores eletrolíticos. A partir dos resultados obtidos são discutidos os parâmetros da caracterização do corpo poroso, tais como: o valor da pressão da compactação aplicada, tipo da matriz, granulometria do pó, etc.</p>

<p>RAY 95/14.00/5a.</p>	<p>ESTUDO DE TRANSIÇÃO DE FASE POR CORRENTE ELÉTRICA DO SISTEMA <math>\text{BaO-CuO}_x</math>. Vitor Alexandre da Silva, Antonio Jefferson da Silva Machado, Mateus Romário Aguiar, Carlos Alberto Moreira dos Santos, Fernando Verulim Júnior, Flávio José Machado Nomes de Toledo. Faculdade de Engenharia Química de Lorena - Centro de Materiais Refratários.</p>
<p>Os resultados reportados na literatura em relação ao pseudo-binário <math>\text{BaO-CuO}_x</math> são contraditórios na sua grande maioria, principalmente no que diz respeito às transições de fases estequiométricas pertencentes a este sistema. No entanto verificamos que nenhum dado reportado menciona medidas de análise térmica ou outra técnica sensível a variação de fase, pois todos os autores verificados caracterizaram estas fases apenas por difração de Raios-X. Baseado na diferença de reatividade nos compostos intercerâmicos de estequiometria <math>\text{BaCuO}_2</math> e <math>\text{BaCuO}</math>, pertencentes ao sistema pseudo-binário <math>\text{BaO-CuO}_x</math>, realizamos neste trabalho medidas de resistividade nas temperaturas de 800, 850, 900 e 1000 C na tentativa de verificar transições nestas amostras. Para tanto são mostrados resultados de difração de Raios X, ceramografia e diferença de potencial X temperature para as fases em questão.</p>	<p>Os resultados reportados na literatura em relação ao pseudo-binário <math>\text{BaO-CuO}_x</math> são contraditórios na sua grande maioria, principalmente no que diz respeito às transições de fases estequiométricas pertencentes a este sistema. No entanto verificamos que nenhum dado reportado menciona medidas de análise térmica ou outra técnica sensível a variação de fase, pois todos os autores verificados caracterizaram estas fases apenas por difração de Raios-X. Baseado na diferença de reatividade nos compostos intercerâmicos de estequiometria <math>\text{BaCuO}_2</math> e <math>\text{BaCuO}</math>, pertencentes ao sistema pseudo-binário <math>\text{BaO-CuO}_x</math>, realizamos neste trabalho medidas de resistividade nas temperaturas de 800, 850, 900 e 1000 C na tentativa de verificar transições nestas amostras. Para tanto são mostrados resultados de difração de Raios X, ceramografia e diferença de potencial X temperature para as fases em questão.</p>

<p>RAY 96/14.00/5a.</p>	<p>Estabilização de fase tetragonal do sistema <math>\text{ZrO}_2\text{MgO}</math> com a introdução de TiO e ZnO. - Bachepedra, A.P., Nazar, R.S., Caracina, M., Longo, E., Varela, J.A. e Santos, C.O.P. - Universidade Federal de São Carlos - Departamento de Química - Caixa postal 676 - CEP: 13560 - São Carlos - S.P.</p>
<p>Realizou-se um estudo na influência do óxido de titânio e óxido de zinco na composição de fases do sistema <math>\text{ZrO}_2\text{MgO}</math> O óxido de titânio levou ao aumento de quantidade de fase tetragonal em detrimento da cúbica, sem demonstrar um substancial aumento das fases estabilizadas. Esse comportamento também ocorreu com a presença de ZnO em solução sólida. Isto leva a crer que o aumento de temperatura ocasiona um menor empacotamento na rede levando a favorecer a fase tetragonal. Não obstante, ambos sistemas levaram à diminuição da fase monoclinica, porém mais substancialmente no sistema <math>\text{ZrO}_2\text{MgOZnO}</math>.</p>	<p>Realizou-se um estudo na influência do óxido de titânio e óxido de zinco na composição de fases do sistema <math>\text{ZrO}_2\text{MgO}</math> O óxido de titânio levou ao aumento de quantidade de fase tetragonal em detrimento da cúbica, sem demonstrar um substancial aumento das fases estabilizadas. Esse comportamento também ocorreu com a presença de ZnO em solução sólida. Isto leva a crer que o aumento de temperatura ocasiona um menor empacotamento na rede levando a favorecer a fase tetragonal. Não obstante, ambos sistemas levaram à diminuição da fase monoclinica, porém mais substancialmente no sistema <math>\text{ZrO}_2\text{MgOZnO}</math>.</p>

RAY 97/14.00/5a.

DESCRIÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE RELAXAÇÃO NA LIGA Nb-

50% Ti EM REGIÕES DE BAIXA TEMPERATURA. André Rossi Gonçalves da Silva, Rosa Maria Fernandes e Carlos Roberto Grandini (Departamento de Física, FC-Ba - UNESP); Odila Florêncio, Hiroshi Tajima e José Alberto Rodrigues Jordão (DF - UFRCar).

Normalmente, quando medimos o Atrito Interno em ligas de Nb-Ti na região de baixa temperatura (77 a 300 K) não observamos qualquer alteração no seu espectro. Porém, uma amostra desta liga apresentou um comportamento diferente, apresentando nesta região uma estrutura de relaxação termicamente ativada. Este trabalho mostra esta estrutura de relaxação e propõe uma possível explicação para sua ocorrência.

APÓIO: FFI - CENAR  
FUNDUNESP

RAY 98/14.00/5a.

MECANISMO DE DESATIVAÇÃO DE ELETRODOS DE NIQUEL EM

MEIOS ALCALINOS. M.U. Kleinke, I.L. Torriani e O. Teschke, Instituto de Física, UNICAMP.

Os catodos de Ni apresentam um aumento considerável da sobretensão em eletrólitos alcalinos em função do tempo. O desenvolvimento de métodos de ativação que permitam a operação prolongada e estável dos eletrodos é um desafio. Por esta razão é preciso obter um conhecimento detalhado dos fatores que contribuem à produção de sobretensão nos eletrodos.

Curvas de Tafel e potencial em função do tempo foram obtidas para eletrodos de níquel com e sem tratamento térmico. A presença do hidreto de níquel em eletrodos de níquel de alta dureza, em eletrodos tratados termicamente e em eletrodos com uma camada de Ni depositado foi monitorada por difração de raios X. Estas experiências permitiram concluir que o hidreto formado na superfície dos eletrodos é instável a temperatura ambiente.

A partir dos resultados experimentais e considerações sobre a função densidade de estados eletrônicos do Ni e do Ni-H concluímos que a atividade catalítica dos eletrodos de Ni está determinada pelo caráter "d" do metal e "sp" do hidreto.

FAPESP, CNPq, FAPF.

RAY 99/14.00/5a.

APLICAÇÃO DO MODELO DE NUCLEAÇÃO ADIABÁTICA A VIDROS METÁLICOS. Victor de Barros Brasil e Erich Meyer, Instituto

de Física, Bloco A, C.T., Universidade Federal do Rio de Janeiro. O Modelo de Nucleação Adiabática (ANT) é aplicado com sucesso a ligas metálicas de composição eutética que formam vidros metálicos. As temperaturas de transição vítrea ( $T_g$ ), destes vidros metálicos coincidem com as temperaturas de resfriamento máximo ( $T^-$ ) previstas pela ANT. Durante o resfriamento lento a liga líquida super-resfriada cristaliza-se facilmente via nucleação heterogênea. Mas quando resfriada rapidamente, quase toda a amostra permanece amorfa quando  $T_g$  é alcançada.  $T_g$  é uma função crescente da temperatura de resfriamento. Portanto se  $T_g$  aumenta, ficando acima de  $T^-$  (no regime dinâmico), condições favoráveis ocorrem para a estabilização da fase amorfa. Ref: Mat. Sci. Eng. A133 (1991) 581.

NAT 100/14,00/3a.

COMPORTAMENTO ANELÁSTICO DEVIDO A ELEMENTOS INTERSTICIAIS EM LIGAS DE Nb-Ti (48% p. Ti).  
Odila Florêncio, Humberto A. de Oliveira, Hiroshi Teijima e José Alberto R. Jordão (DF - UFSCar), Carlos Roberto Grandini (DF-UNESP/Bauru), Walter Jose Botta Filho (DEPA-UFSCar).

Foram efetuadas medidas de strito interno em função da temperatura (na faixa de 250K a 700K), em amostras de Nb-Ti(48% p. de Ti), num pendulo de torção com frequência de oscilação em torno de 3 Hz. As condições das amostras foram: amostra A (altamente deformada), amostra B (tratada termicamente) e amostra C (tratada termicamente e nitrogenada). As curvas obtidas, para as amostras B e C, foram decompostas em picos elementares devido a interação metal-intersticial. Os resultados encontrados indicaram as seguintes interações: - para a amostra B: Nb - O (430 K), Nb - N ( 541 K), Ti - O (467 K) e Ti - O - O (495 K), - para a amostra C: Nb - O (430 K), Nb - O -O (443 K), Nb - N (541K), Ti - O (467K), Ti - O - O (495K) e Ti - O - O (523K).

Apoio: CNPq, FINEP e FII-CENAR.

NAT 101/14,00/3a.

ESTUDO DAS CONSTANTES DIELÉTRICAS DE MATERIAIS COMPOSTOS - Carmen Beatriz Fardoso e Margarita Ballester Ferreira Santos - IFCV - UNICAMP.

A constante dielétrica de materiais compostos de uma matriz dielétrica onde estão dispersas partículas metálicas em diversas concentrações é calculada usando-se a teoria de meio efetivo de Maxwell-Garnett. Nesta teoria as partículas são consideradas esféricas e sem interação mútua. A partir dos valores experimentais do índice de refração de metais tipo eletrodo livre (Ag e Cu) é calculada a refletância do material composto na região de energia de 1.5 a 5.5 eV. Os gráficos da refletância são analisados separando-se a contribuição devido aos elétrons livres das partículas metálicas e variando-se o índice de refração da matriz dielétrica.

Apoio: CNPq

NAT 102/14,00/3a.

ESTUDO DE INTERFACE NASICON/SOLUÇÃO POR IMPEDÂNCIA COMPLEXA.

O. Damasceno UFAC, Ch. Gondran, E. Siebert et P. Fabry LIESG-ENSEEC

A técnica de espectroscopia de impedância complexa foi utilizada para estudar a transferência de íons de sódio entre a interface do Nasicon ( $\text{Na}_2\text{P}_2\text{Si}_2\text{PO}_{12}$ ) e soluções contendo  $\text{Na}^+$ . Foram utilizados diferentes solventes: água, álcool, carbonato de propileno e gelagar-água.

Observa-se que a resistência associada à interface evolui ao longo do tempo. Esta evolução é mais pronunciada no caso da água com uma dependência com  $\sqrt{t}$ . Observa-se também que a capacitância não depende nem do solvente nem da concentração de sódio, sendo, portanto, uma característica do Nasicon. A resistência depende da concentração de  $\text{Na}^+$  com uma relação do tipo:  $R \propto [\text{Na}]^2$

MAT 103/14.00/5a.

"EPRITO DA EMISSÃO TERMIOÏNICA NA PRODUÇÃO DE UMA DES CARGA ELÉTRICA DC". Edson de Aquino Barros, Marcos Nassi, Homero Santiago Maciel e José Francisco Sudano. (Laboratório de Física de Plasmas do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA).

Uma descarga termioônica DC foi obtida no interior de uma câmara de vidro (Dimensões:  $R = 1$  cm e comprimento  $L = 30$  cm) preenchida com nitrogênio à diversas pressões. O catodo é constituído por um filamento aquecido que tem por finalidade a produção de elétrons primários, que reduzem significativamente a tensão de ruptura da descarga.

Neste trabalho tivemos por objetivo observar o comportamento da corrente de descarga em função da corrente de emissão (que é proporcional à corrente de filamento).

Com isso podemos determinar condições de plasma para a operação de um reator para processos deposição ou corrosão de matérias via plasma.

MAT 104/14.00/5a.

**TERMOLUMINESCÊNCIA A ALTA TEMPERATURA EM VIDRO ALUMINOBORATO DE BÁRIO.** Maria Inês T. Oliveira, Sonia H. Tatumi, Noélio O. Dantas, Walter M. Pontuschka, Mao Sen. Instituto de Física da USP/ Universidade Federal de Sergipe. Shengqi Institute of Optics and Fine Mechanics, P. R. China.

Foi observado um pico de termoluminescência (TL) em alta temperatura, a  $(200 \pm 5)^\circ\text{C}$ , com ombro adicional a  $(240 \pm 5)^\circ\text{C}$ , em vidro 20 mol%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 50%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 30%  $\text{BaO}$ , exposto a irradiação gama  $^{60}\text{Co}$  com  $10^4$  R (2,58 C/Kg),  $10^5$  R,  $10^6$  R e  $10^7$  R, respectivamente. Atribuímos a presença dessa termoluminescência a processos de ativação introduzidos pela presença de impureza de ferro. Para a amostra com exposição  $10^4$  R apresentou-se uma intensidade  $I = 1,25 \times 10^{-8}$  (unid. arb.) sendo que a exposição aumenta com a intensidade do pico de TL. Verificamos, através da curva de calibração (Intensidade  $\times$  Exposição) um aumento linear com a dose de irradiação aproximadamente  $10^5$  R. A partir de então, observou-se uma sub-linearidade com características de saturação da intensidade TL. Possíveis mecanismos são propostos e discutidos. (Trabalho subvencionado pelos órgãos: CNPq, Fapesp, CCINT-USP e Finep).

MAT 105/14.00/5a.

Propriedades Termoluminescentes de cristais de carbonatos de um fóssil de peixe.

Sonia H. Tatumi, Noélio O. Dantas.

Maria Inês T. Oliveira, Felícia Dei Gallo Rocha.

Jorge A. Arenas, Shiguro Watanabe. IFUSP/USF, IIPEN-CNEN,

IFUSP.

Cristais de carbonatos foram retirados de um fóssil de peixe encontrado na Chapada do Araripe, Ceará e foram analisados pelo método da termoluminescência (TL) com o objetivo de determinar os parâmetros das armadilhas responsáveis pela TL de amostra, a energia de ativação  $E$  e o fator de frequência  $s$ . Determinando estes parâmetros podemos calcular a meia vida  $\tau$  dessas armadilhas, fator este muito importante para a datação por TL. A curva de emissão TL da amostra natural forneceu um pico a  $260^\circ\text{C}$ , após irradiação com raios  $\gamma$  de  $^{60}\text{Co}$ , seu tratamento térmico apresentou dois picos em  $265^\circ\text{C}$  e  $153^\circ\text{C}$ ; um prévio tratamento térmico ( $400^\circ\text{C}$  por 30 min.) mais a irradiação induziu o crescimento do pico de  $265^\circ\text{C}$ . Os valores de  $E$  foram determinados utilizando três métodos: Subida Inicial, Forma do Pico e Várias taxas de aquecimento [1]. Os métodos forneceram valores de energias em torno de  $E_1 = (2,58 \pm 0,07)$  eV e  $E_2 = (2,84 \pm 0,24)$  eV para os picos de  $265^\circ\text{C}$  e  $360^\circ\text{C}$ , respectivamente. Como para a datação por TL geralmente o pico de mais alta temperatura é o mais utilizado nos tentamos analisá-lo melhor ajustando-o teoricamente, supondo um modelo monoenergético de armadilhas e a cinética de 2<sup>o</sup> ordens e obtivemos um bom ajuste.

[1] Chen R. and Kirsh Y., *Analysis of Thermally Stimulated Processes*, 1981, Pergamon Press, Oxford.

Este trabalho foi parcialmente financiado pela CNPq, FINEP e FAPESP.

RAE 106/14.00/5a.

PROPRIEDADES ÓPTICAS E TERMO-LUMINESCENTES DE VIDROS DE BORATO DE LÍTIO. *Modulo de Oliveira Danias. Sonia Hatsum Takami, Adriana Brumialdo, Maria Inês I. Oliveira, Marcos Hatsumaka e Shizuo Yamamoto. Instituto de Física da USP/Universidade Federal de Sergipe, UFUSP*

Vidros de Borato de Lítio [ $3Li_2O \cdot 8B_2O_3$  (mol)] foram produzidos com diferentes dopantes, tais como:  $MnCl_2$ ,  $CuO$  e algumas terras raras, para fabricação de lentes e dosímetros sólidos termoluminescentes. Medidas de Absorção Óptica (AO) revelaram que amostras dopadas com  $Dy_2O_3$ ,  $MnCl_2$ ,  $Tm_2O_3$  e a pura não forneceram bandas de AO na região da luz visível, enquanto que as dopadas com  $CuO$  e  $K_2O + 2Cr_2O_3$  fornecem bandas de AO com máximos em  $12500\text{cm}^{-1}$  e  $18000\text{cm}^{-1}$  respectivamente. Todas as amostras forneceram uma banda de AO na região do infra-vermelho (IR) com máximo em  $3500\text{cm}^{-1}$ ; irradiando as amostras com raios  $\gamma$  de  $^{60}Co$  com um dose de  $2.65 \times 10^3\text{ C/Kg}$ , todas as intensidades das bandas de AO no intervalo do IR aumentaram sem ocorrer mudança na forma das mesmas, a amostra dopada com  $CuO$  na qual a banda de AO, cujo máximo estava em  $12500\text{cm}^{-1}$  sofreu um decréscimo na sua intensidade e com um aumento simultâneo das intensidades na região entre  $18000$  até  $28000\text{cm}^{-1}$  aproximadamente. Observou-se três picos termoluminescentes nas amostras acima descritas em torno de  $(190 \pm 5)^\circ C$ ,  $(270 \pm 5)^\circ C$  e  $(310 \pm 5)^\circ C$ , sendo que o pico de mais baixa temperatura foi o mais proeminente em todas as amostras e o mesmo torna-se mais sensível à irradiação em amostras dopadas com  $Dy_2O_3$  e  $CuO$ . Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq, FINEP e FAPESP.

RAE 107/14.00/5a.

DETERMINAÇÃO DE SÍTIOS OCUPADOS POR HÍDROGÊNIO EM  $ZrCr_2H_x$  ( $x = 0,45; 2 \text{ e } 3$ ) POR ESPALHAMENTO INELÁSTICO DE NÊUTRONS LENTOS, José Mastnik Filho e Jacó Izidro de Moura. (Divisão de Física Nuclear - IPEN - CNEN/SP).

Os sítios intersticiais de ocupação pelo átomo de hidrogênio no hidreto metálico  $ZrCr_2H_x$  foram inferidos através de espalhamento inelástico de nêutrons lentos para três concentrações de hidrogênio correspondentes a  $x = 0,45$ ,  $x = 2$  e  $x = 3$  que são respectivamente hidretos na fase de solução sólida, fase mista de solução sólida com hidreto metálico e fase de hidreto metálico saturado.

Foram encontradas quatro frequências de vibração localizada dos átomos de hidrogênio, com os seguintes valores de  $\omega = 183, 151, 133$  e  $103\text{ meV}$ . Através de uma análise detalhada das intensidades relativas de ocorrência das diversas frequências e introduzindo correções devida a efeitos de espalhamento por processos de multi-fônons, observou-se que as intensidades das três frequências maiores estão na relação de 1:1:1 e foram atribuídas às vibrações do hidrogênio em um interstício tetraédrico do tipo  $Zr_2Cr_2$  enquanto que a frequência de  $103\text{ meV}$ , com menor intensidade relativa, foi associada à ocupação de sítios tetraédrais do tipo  $ZrCr_3$ .

Foi observado também que a diferença de energia de ligação para os dois tipos de sítios é de  $65\text{ meV}$  para  $x = 2$  e  $x = 3$  e  $49\text{ meV}$  para  $x = 0,45$ , estando o sítio  $ZrCr_3$  situado no nível energético mais alto em relação ao nível energético do sítio  $Zr_2Cr_2$ .

RAE 108/14.00/5a.

DIFUSÃO DE OXIGÊNIO EM CERÂMICAS: ANÁLISE POR SIMS E REAÇÃO NUCLEAR RESSONANTE

A.C.S. Sabioni (Escola de Minas, UFOP), G.V. Barros Leite, F.L. Freire Jr. (Departamento de Física, PUC-Rio), B.A. Amzmi, C. Dolh, C. Monty (Laboratoire de Physique des Matériaux, CNRS, Bellevue F-61108, Meudon, France), F. Millot (Laboratoire des Composés non Stoechiométriques, ISMA, Université Paris XI, F-91406, Orsay, France)

O uso de oxigênio enriquecido isotopicamente para o estudo de sua difusão em óxidos é bastante conhecida. Dentre as técnicas de caracterização de materiais capazes de determinar perfis em profundidade com sensibilidade isotópica, destacam-se o SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry) e o emprego de reações nucleares ressonantes. Neste trabalho apresentamos uma análise comparativa da aplicação destas duas técnicas no estudo da difusão de oxigênio ( $^{18}O$ ) em óxido de ferro ( $FeO$ ). A difusividade é determinada para diferentes pressões parciais de  $H_2O$  em uma atmosfera de  $H_2O + H_2$ . As medidas de SIMS foram feitas em um equipamento CAMECA IMS4F (Universidade de Paris-Sud, Orsay) e no acelerador Van de Graaff da PUC-Rio empregando a reação  $^{18}O(p,\alpha)^{15}N$ ,  $E_p = 029\text{keV}$ ,  $\Gamma = 1\text{keV}$ . São apresentados também perfis de  $^{18}O$  implantado em amostras de  $Cr_2O_3$ . Apesar da maior sensibilidade e melhor resolução em profundidades da técnica SIMS, os resultados para a difusividade do oxigênio em  $FeO$  obtidos com ambas as técnicas são semelhantes e compatíveis com os valores encontrados na literatura.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**MET - Metais e Ligas**

EXT/08.25/4a.

DINÂMICA DE REDE DE METAIS ALCALINOS  
PELA INTERAÇÃO DE TRÊS CORPOS

A.A. COELHO<sup>1</sup>, M.M. SHUKLA<sup>2</sup> e R. CAVALHEIRO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP.

<sup>2</sup> Departamento de Física UNESP - Campus Bauru.

Dinâmica de rede e propriedades térmicas de metais alcalinos, Na, Li, K, Rb, calculadas modificando o modelo original de Sarkar et al<sup>(1)</sup>. Apresentamos curvas de dispersão nas principais direções de simetria, [1,0,0], [1,1,0], [1,1,1], e curvas (Cv-T) e (θ-T) dos metais. Obtemos boa concordância com dados experimentais.

1 - S.K. Sarkar, S.K. Das e D. Roy, Acta Phys. Polon. 55, 531 (1979)

EXT/08.40/4a.

Dispersão de Fônons em Cs e Ba por Aproximação por Pseudopotencial

M. A. Boselli - Instituto de Física "Gleb Wataghin" - UNICAMP

M. M. Shukla - Departamento de Física - UNESP - Bauru

As curvas de dispersão de fônons nas três direções de simetria [100], [110] e [111] são calculadas por um modelo de pseudopotencial de dois parâmetros proposto pelos autores. Os resultados teóricos são comparados com valores experimentais de curvas de dispersão de fônons. Nosso modelo mostra bons resultados quando comparado aos resultados experimentais e outros modelos teóricos.

EXT/08.33/4a.

ESTUDO DE DINÂMICA MOLECULAR EM LIGAS DE  $Li_{1-x}Na_x$  COM  $x=0,10,0,25,0,39$ .

M. Inalçuní (Depto. de Física-UNESP-Bauru), B. Lake\* (IFGW-UNICAMP)

Apresentamos um estudo de ligas de  $Li_{1-x}Na_x$  bcc, com uso da técnica de dinâmica molecular, onde o movimento clássico de um sistema de ions é resolvido por meio de simulações com o auxílio de computadores.

O potencial de interação entre pares de ions é descrito pela combinação de modelos simples de pseudo-potenciais locais<sup>(1,2)</sup>, como o modelo de Young para o lítio e o modelo de Ashcroft para o sódio. Os cálculos de dinâmica molecular são efetuados às temperaturas de 50 e 300°K. Também são calculadas as funções radiais de pares e os desvios médios quadráticos para os componentes das ligas.

1) K. Hoshino and W. R. Young. J. Phys. F: Met. Phys. 16, 1659-1670, 1986

2) K. Hoshino and W. R. Young. J. Phys. F: Met. Phys. 16, 1971-1680, 1986

\*Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq.

NET/09.10/4a.

DUCTILIZAÇÃO DO INTERMETÁLICO Ni<sub>3</sub>Al - Milton Sérgio Fernandes de Lima, Jean Carlo Camargo da Paola, Paulo Iria Ferreira - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN/Sp.

Os aluminatos de níquel, Ni<sub>3</sub>Al, são ligas intermetálicas ordenadas que apresentam uma série de vantagens, como materiais estruturais para alta temperatura, em relação às superligas de níquel. No entanto, sua baixa ductibilidade associada à tendência de fratura frágil intergranular inviabilizou sua ampla utilização. Estudos recentes mostram que pequenas adições de boro (alguns ppm's) aumentam a força de coesão nos contornos de grão na liga levemente hiper-estequiométrica (- 76% at Ni). Alguns autores também mostraram que a solidificação rápida atua na microestrutura do Ni<sub>3</sub>Al de forma a aumentar a resistência mecânica (por diminuição do tamanho de grão e aumento de inclusões por solução sólida) e aumentar a ductibilidade por desordenação parcial nos contornos de grão. A influência do processamento por solidificação rápida sob a microestrutura e propriedades mecânicas é ponto de controvérsia entre alguns autores.

O presente trabalho investiga o efeito da composição estequiométrica do Ni<sub>3</sub>Al, do peso com 200 e 2000 ppm em peso de boro, sob as propriedades mecânicas. O processamento foi feito através da técnica "Chill-Block Melt Spinning" (CBMS) por solidificação rápida. Os resultados obtidos são analisados a disrutidos frente aos modelos propostos.

NET/09.25/4a.

THE EFFECTS OF NOBLE GASES POST-IMPLANTED IN LOW CARBON NITROGEN IMPLANTED STEEL

C.E. Fberster<sup>1</sup>, L. Amaral<sup>1</sup>, N. Moncoffre<sup>2</sup> e M. Behar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>2</sup>Institut de Physique Nucleaire de Lyon, Université Claude Bernard, F-69622 Villeurbanne Cedex, France

The effects of noble gases post-bombardment on carbonitrides produced by N-implanted in a low carbon steel are studied by means of conversion electron Mössbauer spectroscopy, nuclear reaction analysis and Rutherford backscattering technique. The results show two main features: dissolution and reprecipitation of the produced carbonitrides and modification of its thermal behaviour of the precipitates. Recently we have performed similar experiments bombarding samples of the same steel with He and Ar. Comparison of the experiments shows that irradiation with Ar or Kr ions provides the best retention of carbonitrides at 450 °C.

NET/09.40/4a.

APROXIMAÇÕES CONSERVATIVAS PARA O MODELO DE ANDERSON PERIÓDICO.

Marcos E. Figueira - UFF e Mario E. Foglio - UNICAMP

O Hamiltoniano de Anderson periódico é estudado através de expansões perturbativas cumulantes, na hibridização, para as funções de correlação do sistema. A partir destas expansões são construídas aproximações e deriváveis<sup>(1)</sup>, que procuram satisfazer certas regras de soma.

A aproximação mais simples obtida corresponde à bem conhecida aproximação de co-delas<sup>(2)</sup>. Outra aproximação estudada considera todos os termos que na energia livre correspondem a diagramas fechados de tipo "anel". Nesta aproximação só consideramos cumulantes até 4ª ordem. São apresentados resultados, em função da temperatura, para o limite de banda estreita e para o caso de banda larga.

(1) N. Wortis, "Linked Cluster expansions", in Phase Transitions and Critical Phenomena, Eds. C. Domb and M.S. Green, Vol. 3, pg. 114, Academic Press (1974).

(2) G. Martinez, Tese de Doutorado, UNICAMP.



RET/09/53/4a.

## FERROMAGNETISMO NA REDE DE ANDERSON

Gerardo Martins e Mário E. Foglio  
 Instituto de Física "Gleb Wataghin", Universidade  
 Estadual de Campinas, 13.081, Campinas, SP

Estudamos a existência de fases ferromagnéticas no modelo de Anderson periódico, dentro da aproximação de cadeias na expansão perturbativa em cumulantes. Uma propriedade importante das Funções de Green nesta aproximação é que conservam a soma das ocupações do elétron  $f$  com spin  $\sigma$  e do sítio vazio em cada sítio da rede. Esta propriedade é usada amplamente neste estudo. Simulando uma banda de condução com duas partes triangulares nos extremos de banda, o sistema apresenta além da fase paramagnética duas fases ferromagnéticas, porém instáveis. A energia livre a  $T = 0$  de uma das fases ferromagnéticas é quase-degenerada com a da fase paramagnética, que é sempre a mais estável. A existência das fases ferromagnéticas deve-se a dois ingredientes básicos na teoria: (a) ao fato de aproximação de cadeias conter efeitos de correlação eletrônica na hibridização efetiva  $V = V_0/\sqrt{1-n_j}$ , que faz as bandas hibridizadas reagirem de maneira diferente com o enchimento da banda; (b) à forma da banda não-perturbada, que simula compostos com grande densidade de estados nos extremos de banda, o que produz bandas efetivas muito estreitas no entorno da energia  $\epsilon_f$  dos elétrons- $f$ . Esta é a região onde acontecem as fases com polarização de spin.

trabalho financiado pela FAPESP.

RET/10/30/4a.

## EXPANSÃO DIAGRAMÁTICA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA A REDE DE ANDERSON

R. Consiglio\* e M. A. Guzmán  
 Instituto de Física, UFRGS

Calcula-se a condutividade elétrica estática para sistemas de férmions pesados descritos pelo Modelo de Anderson Periódico (ou Rede de Anderson). O cálculo se baseia na utilização da fórmula de Kubo, envolvendo a função de correlação corrente-corrente. Esta é obtida a partir da função de Green correspondente, no formalismo da temperatura finita. Esta função de Green, por sua vez, é calculada em teoria de perturbação no hopping entre sítios da rede. Para isso, desenvolve-se uma representação diagramática para os diversos termos da série perturbativa. A aproximação mais simples leva em conta a soma de todos os diagramas que contém um único loop. As correções envolvendo  $m$  loops implicam no cálculo de médias cumulantes locais de  $2m$  operadores de férmions, o que, até o momento, não pode ser feito de forma genérica. Discutem-se as aproximações mais simples à luz do que se conhece qualitativamente da física de sistemas de férmions pesados, onde o efeito Kondo e efeitos de coerência se manifestam no comportamento da condutividade com a temperatura.

\*Endereço permanente: Departamento de Física e Química  
 Universidade de Caxias do Sul, RS

RET/10/43/4a.

## TRATAMENTO PERTUBATIVO EM TORNO DO LIMITE ATÔMICO PARA O HAMILTONIANO DE HUBBARD

Luís Crao e Miguel A. Guzmán  
 Instituto de Física, UFRGS

Este trabalho é uma contribuição ao desenvolvimento de uma técnica diagramática para o estudo de modelos eletrônicos que considera o termo de hopping entre os sítios da rede como uma perturbação ao limite atômico, cuja solução exata é conhecida. Restringindo-nos ao modelo de Hubbard e, efetuando formalmente o cálculo da função de Green de uma partícula a temperatura finita, introduzimos a soma formal dos diversos termos da série perturbativa através de uma equação semelhante a do Dyson. Calculamos a densidade de estados para duas aproximações: zero loops ("cadeia") e um loop (com ou sem autoconsistência). Nos casos de zero loops ou um loop sem autoconsistência a densidade de estados apresenta um gap para qualquer valor não nulo da interação coulombiana ( $U$ ) enquanto que no caso de um loop com autoconsistência esse gap desaparece para  $U$  suficientemente pequeno, caracterizando uma transição isolante-metal.

REV/11/00/4a.

**FORMAÇÃO DE FASES EM MULTICAMADAS DE Fe/Al SUBMETIDAS A BOMBARDEAMENTO IÔNICO A BAIXAS TEMPERATURAS**

**Y.H. Garcia<sup>\*</sup>, J.A.T. Borges da Costa<sup>\*</sup>, M.A.Z. Vasconcellos<sup>†</sup>, P.C.T. D'Ajello<sup>‡</sup> e C. Scherer<sup>†</sup>**

<sup>\*</sup> Depto. de Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, 89.200 - Joinville - SC. <sup>†</sup> Depto. de Física, Universidade Federal de Santa Maria, 97.119 - Santa Maria - RS. <sup>‡</sup> Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91.500 - Porto Alegre - RS. <sup>§</sup> Depto. de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 88.000 - Florianópolis - SC.

O sistema de multicamadas Fe/Al submetido a bombardeio iônico a baixas temperaturas é simulado computacionalmente, usando-se a hipótese de que os íons incidentes misturam os átomos daqueles elementos em um volume finito em torno de suas trajetórias de forma a minimizar a energia livre nesse volume. Estando as concentrações fracionais dos átomos dentro de um certo intervalo nas proximidades da estequiometria de uma fase de equilíbrio, atribui-se ao volume correspondente a presença dessa fase. A simulação calcula o percentual das fases formadas e os perfis de concentração em profundidade dos átomos da multicamada, que são comparados com espectros experimentais Mössbauer e RBS, respectivamente.

REV/11,12/4a.

**LOCALIZAÇÃO NA INTERAÇÃO ADSORBATO-SUPERFÍCIE: CONDIÇÃO NÃO SUFICIENTE PARA USO DE MODELOS DE AGLOMERADOS FINITOS EM CATALISE HETEROGÊNEA**

María Matos, Departamento de Física, PUC-Rio, Cx. Postal 38071, 22452 Rio de Janeiro RJ, Brasil

A presença de átomos ou moléculas adsorvidas numa superfície causa perturbações na densidade de carga que, desta forma, estabiliza o sistema adsorbato-substrato. Espera-se, entretanto, que essa perturbação seja localizada, o que já foi constatado através de cálculos teóricos. A localização da perturbação tem motivado o uso de clusters finitos como modelos de superfície no estudo teórico da catalise heterogênea. No entanto esses modelos finitos apresentam problemas de convergência no cálculo de grandezas físicas, como a energia de adsorção, que oscila com o crescimento do cluster. Neste trabalho estuda-se a correlação entre o grau de localização da interação adsorbato-substrato e as propriedades de convergência do cluster, para o caso da adsorção de hidrogênio atômico em W(100). Utiliza-se uma hamiltoniana modelo (Anderson-News) e representa-se a superfície metálica por uma rede cúbica simples infinita, clivada na direção 100. Os cálculos para obtenção da densidade de carga são efetuados utilizando-se o método da aproximação do espaço local. Considera-se três situações: a adsorção top simétrica (simetria  $C_{2v}$ ), adsorção bridge simétrica ( $C_{2v}$ ) e a adsorção top não simétrica ( $C_{2v}$ ). Mostra-se que não existe correlação entre o grau de localização da interação H-W(100) e as propriedades de convergência de clusters, que diferem consideravelmente nas duas simetrias. A localização, por outro lado, está ligada à coordenação do sítio, independente da simetria do espaço local. É analisado também o efeito da distribuição de spin sobre as propriedades de convergência.

REV/08,10/6a.

**CALOR ESPECÍFICO DOS COMPOSTOS HEUSLER  $Co_2NiSn$  e  $Ni_2NiSn$**

C.L.F. Fraga, M.A. Hoff, D.E. Brandão - Instituto de Física, UNICS, 91500 Porto Alegre, RS

T.A. Grandi - Departamento de Física, UFSC, 88049 Florianópolis, SC

Realizamos medidas do calor específico em função de temperatura, entre 1,5 K e 20 K, nos compostos Heusler  $Co_2NiSn$  e  $Ni_2NiSn$ . O composto  $Co_2NiSn$  é ferromagnético e apresenta transição martensítica a 119 K, enquanto que  $Ni_2NiSn$  é paramagnético e não apresenta transição, sendo supercondutor abaixo de 2,9 K. O calor específico da amostra  $Co_2NiSn$  entre 1,5 K e 7 K pode ser descrito por,  $C = AT^{-2} + \gamma T + \beta T^3$  e  $Ni_2NiSn$ , entre 1,4 K e 5 K, por  $C = \gamma T + \beta T^3$ . O termo  $AT^{-2}$  é uma contribuição nuclear (calor específico "scotchy" hiperfino),  $\gamma T$  é devido aos elétrons de condução e  $\beta T^3$  devido a rede cristalina na aproximação do modelo de Debye. O elevado valor de  $\gamma$  para  $Co_2NiSn$ , parece indicar que a transição é devido a um efeito do tipo Jahn Teller de banda.

RET/08.25/6a.

ELECTRONIC STRUCTURE AND HYPERFINE MAGNETIC PROPERTIES OF DISORDERED  $\alpha$ -Fe-Mn ALLOYS

C. Paduani and E. Galvão da Silva - Departamento de Física, UFMG - 30170 Belo Horizonte, Brazil  
 D. Givertzburger - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, Brazil  
 D. E. Ellis - Department of Physics and Astronomy, Northwestern University - Evanston, IL 60201, USA

We have performed self-consistent electronic structure calculations with the discrete variational method in an embedded cluster model to obtain the density of states and hyperfine magnetic properties at iron sites for several configurations in the disordered bcc  $\alpha$ -phase of Fe-Mn alloys. The substitution of iron atoms for manganese atoms in the first and second neighbors shells allow us to investigate the dependence of these properties with the increase of manganese concentration. We observe a linear decrease of the internal magnetic field (HF) as the iron sites with the increase of the number of Mn atoms as nearest neighbors, as well as a linear increase of the Mössbauer isomer shift ( $\delta S$ ). The atomic magnetic moment on both iron and manganese atoms is composition dependent. In addition, it shows that the magnetic coupling between Mn atoms is anti-ferromagnetic as well as between Fe and Mn depending on the number of Mn nearest neighbors. The theoretical results are compared with the experimental ones.

RET/08.60/6a.

## ESTRUTURA ELETRÔNICA DE SUPERREDES MAGNÉTICAS. Edilson Zacarias da

Silva - IFGW, UNICAMP

Superredes metálicas formadas por metais magnéticos (M) e não magnéticos (Y) do tipo  $M(n)Y(m)$  onde  $m$  e  $n$  são os números de planos atômicos das espécies respectivas são produzidos em vários laboratórios. Nestes materiais não encontrados na natureza surge toda uma gama de novos efeitos e propriedades. Neste trabalho estudamos a estrutura eletrônica e a formação de momentos magnéticos em superredes formadas por um monolayer de Fe separadas por várias camadas de materiais não magnéticos Pd, Ag, Cu, onde variamos o número de camadas do espaçador.

RET/08.35/6a.

## PROPRIEDADES ELETRÔNICAS E MAGNÉTICAS DE COMPOSTOS DE Fe-Ni. José Bohland Filho e Carlos Alberto Kubacko -

Depto de Física - UFSC.

Estudamos as estruturas ordenadas  $Fe_3Ni$ ,  $FeNi$  e  $FeNi_3$  usando o método autoconsistente de Orbitais Muffin-Tin Localizados (LMTO). Investigamos a estabilidade destes compostos como função da concentração de Ni. A partir da análise da energia de formação concluímos a respeito da estabilidade dos três compostos, sendo que o  $FeNi_3$  apresenta maior energia de formação. O comportamento do momento magnético para estes compostos, como função do parâmetro de rede, mostra que a magnetização sofre um colapso no  $Fe_3Ni$  (efeito Invar) o qual é interpretado em termos da transferência de carga e inversão de estados de spin.

Apoio: CNPq

RET/09.10/6a.

CAMPOS HIPERFINOS NOS SÍTIOS PERTURBADOS POR IMPUREZAS 3d NO Cu - cfc.  
H.M. Petrilli e S. Frota-Pessôa  
Instituto de Física - Universidade de São Paulo

Neste trabalho obtemos os campos hiperfinos de contato para quatro camadas de átomos de Cu em torno das impurezas Cr, Mn, Fe e V. Estas impurezas 3d foram colocadas num sítio substitucional na matriz de Cu(cfc). Utilizamos o método LMTD-ASA de espaço direto (RS-LMTD-ASA) autoconsistente, recentemente desenvolvido<sup>(1)</sup>. Os resultados estão em excelente concordância com os resultados experimentais de ressonância magnética nuclear (NMR) e com cálculos teóricos que utilizem o método KKR - função de Green, existentes na literatura<sup>(2)</sup>.

- 1) P. R. Peduto, S. Frota-Pessôa e M. S. Methfessel, Phys. Rev. **B44**, 13283 (1991).
- 2) D. Drittler, H. Ebert, R. Zeller and P.H. Dederichs, Phys. Rev. **B39**, 6334 (1989).

RET/09.23/6a.

"Estrutura eletrônica de impurezas em multicamadas metálicas"

A. C. da Castro Barboza e J. d'Albuquerque e Castro

Instituto de Física, UFF, Niterói, RJ, 24.020

A estrutura eletrônica de impurezas em sistemas de multicamadas metálicas é calculada em função da posição desta relativamente à superfície do sistema. O potencial da impureza é determinado de modo a satisfazer a condição de neutralidade de carga (regra de soma de Friedel). A variação da energia eletrônica total do sistema é calculada e verifica-se que a mesma apresenta um comportamento oscilatório como função da posição da impureza relativamente à superfície. As possíveis implicações desse efeito sobre a difusão de impurezas em metais, comportamento oscilatório de composição de ligas próximo a superfícies e qualidade de interfaces são discutidas.

RET/09.60/6a.

ESTUDO DE VAGÂNCIAS EM AL. Sandra Ferreira e Sonia Frota-Pessôa.  
Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

O acesso experimental ao estudo de defeitos, tais como impurezas e vacâncias em metais, é frequentemente feito através de medidas de GCE e outras interações hiperfinas. No entanto, é difícil, para a identificação do defeito e interpretação segura dos dados, que esses resultados sejam comparados com resultados teóricos. O cálculo de interações hiperfinas é, geralmente, difícil e custoso, pois no caso dos métodos tradicionais de estrutura eletrônica, a dimensão de cálculo cresce muito com a complexidade do defeito. Assim sendo, os resultados teóricos encontrados na literatura abordam apenas monovacâncias em metais. Nesse trabalho, usamos o método de primeiros princípios baseado no formalismo LMTD-ASA e no método de recorrência (RS-LMTD-ASA)<sup>(1,2)</sup> para estudar monovacâncias em Al. Notamos que o RS-LMTD-ASA, por não exigir simetria, é bastante flexível, e pode ser utilizado no estudo de divacâncias e outros defeitos mais complexos.

(1) P. R. Peduto, S. Frota-Pessôa e M. S. Methfessel, Phys. Rev. **B44**, 13283 (1991).

(2) Jaime Duarte Jr. e Sonia Frota-Pessôa, J. Appl. Phys. **70**, 8588 (1991).

RET/09:55/6a.

A RELAXAÇÃO ESTRUTURAL DE UM PO AMORFO DE  
 $Cr_{28}Fe_{72}$  FORMADO POR MOAGEM MECÂNICA

S.K. Xia, E. Baggio-Saitovitch e F. Rizzo \*

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro

\* Dep. C. Mat. e Metalurgia - PUC-RJ

Dois fases estruturais desordenadas com estruturas de alta e baixa densidade foram produzidas por moagem mecânica de uma liga com a composição  $Cr_{28}Fe_{72}$  em atmosfera inerte. A variação estrutural durante o tratamento térmico foi estudada por calorimetria diferencial de varredura, difração de raios-x e espectroscopia Mössbauer. Os resultados mostram que abaixo da temperatura de transição de cristalização, a cerca de 800K, ocorre uma relaxação estrutural de uma estrutura de empacotamento de baixa densidade para outra de alta densidade. Este processo pode ser induzido pela transformação da estrutura que está longe do estado de equilíbrio para um estado amorfo mais estável.

RET/10:30/6a.

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE EXPANSÃO TÉRMICA EM  
 LIGAS CROMO-VANÁDIO E NÍOBIO-MOLIBDÊNIO COM RAIOS X

I. Denicolo ; C. Wisniewski ; P.C.de Camargo ; C. Casati

Com a utilização de técnicas de topografia de raios-x e fazendo uso da óptica apropriada, é possível selecionar-se regiões do metal onde a cristalinidade é muito boa.

Após a seleção da região adequada, isto é, onde o pico de Bragg mostra uma relação altura/méia largura conveniente, localiza-se o cristal no flanco da curva de difração tomando o sistema muito semelhante a variações do parâmetro de rede. A variação de temperatura, sendo monitorada por um termopar, com o registro simultâneo da intensidade de raios-x permite a determinação do coeficiente de expansão do material.

Este método é muito superior ao método de difratometria de pó, por permitir sensibilidade muito maior além de contornar a dificuldade de preparar-se pós metálicos sem alta deformação da rede cristalina.

As ligas metálicas escolhidas para esta investigação são monocristais de Níobio-Molibdênio e de Cromo-Vanádio, onde os coeficientes de expansão e as anisotropias nestes não estão bem estabelecidos.

Os testes preliminares em amostras de Níobio-Molibdênio e silício se mostraram satisfatórios. Na calibração do sistema está sendo utilizado um monocristal de silício e os resultados preliminares concordam com aqueles da literatura.

Apoio: CNPq/RHAE.

RET/10:45/6a.

METAL-INSULATOR TRANSITION: EFFECTIVE MEDIUM APPROACH. H.E. Lagos,

G.A. Lara<sup>(\*)</sup> e G.G. Cabrera - IFGW-UNICAMP, <sup>(\*)</sup>PUC-RJ

We study the extended Hubbard Hamiltonian, using an effective medium scheme (a cluster CPA). We find the off-diagonal charge-hopping term to be responsible for a first order metal-insulator transition as expected from experimental data and theoretical conjectures (for the paramagnetic case). We obtain as particular limits the Hubbard solutions. We discuss the non Fermi liquid character of our solutions and compare with other approximations and experimental evidence.

RET/11.00/66.

CORRELATED SYSTEMS: PHASE DIAGRAM FOR THE EXTENDED HUBBARD HAMILTONIAN. F.E. Lago - IFGW-UNICAMP

We extend our cluster CPA approach to the Extended Hubbard Hamiltonian in order to study the magnetic/charge character (para, ferro or antiferromagnetic, charge wave) of both the metal and insulator phases. Application to the normal phases of the high  $T_c$  cuprides oxides is presented.

RET/11.13/66.

**DENSIDADE DE ESTADOS PARA O  
MODELO DE HUBBARD ESTENDIDO  
APLICADO A SUPERCONDUTORES DE ALTA  $T_c$**

Anderson Beatriz e M. A. Gusmão  
Instituto de Física, UFRGS

Dentre os modelos utilizados para descrever os óxidos supercondutores de alta temperatura crítica com ênfase no papel das correlações eletrônicas destaca-se o assim chamado "modelo de Hubbard estendido". Este modelo descreve os planos de cobre e oxigênio existentes nos referidos supercondutores através de três bandas *tight-binding*, correspondentes ao orbital  $d_{x^2-y^2}$  do cobre e aos orbitais  $p_x$  e  $p_y$  dos oxigênios vizinhos, com hibridizações (*hoppings*)  $d_{x^2-y^2} p_x$  e  $d_{x^2-y^2} p_y$ . O modelo inclui ainda a repulsão coulombiana local, tanto nos sítios de cobre como nos de oxigênio, bem como uma interação coulombiana entre sítios vizinhos. Tratando exatamente a parte local e perturbativamente os *hoppings* e interações inter-sítios, calculamos as densidades de estados de uma partícula, estudando os efeitos de variação do número de partículas (*dopagem*) e da interação entre sítios. Os resultados são comparados com cálculos numéricos em clusters finitos e com teorias de bósons escavos.

RET/11.20/66.

ESTABILIDADE DE FASES NO MODELO DE HUBBARD-PEIERLS

UNIDIMENSIONAL. Pablo A. Venegas (Dpto. de Física, UNESP-Bauru), Carlos Henriquez (Comisión Chilena de Energía Nuclear), Jaime Räsler (Dpto. Física, Facultad de Ciencias-Univ. de Chile).

Neste trabalho estudamos o modelo de Hubbard-Peierls unidimensional com repulsão Coulombiana intra-sítio e a primeiros vizinhos para o caso de banda semi-cheia. Consideramos dois tipos de acoplamento fonônico com o sistema eletrônico: vibrações longitudinais e intramoleculares. As variáveis fonônicas são consideradas no limite adiabático, e usamos a aproximação de Hartree-Fock para os elétrons.

O modelo apresenta transições descontínuas entre as fases de onda estática de carga e spin, no entanto a transição desde uma *band wave* para as fases de onda de carga ou de spin é contínua. No último caso, o sistema passa de uma fase para outra através de uma fase intermediária que perde a simetria de inversão. Estas transições de fase podem ser provocadas por mudanças na temperatura ou nos parâmetros internos do sistema.

Projeto financiado parcialmente pelo CNPQ.

**PAINÉIS**  
**MET - Metais e Ligas**

KEY 75/14.00/4a.

ESTRUTURA ELETRÔNICA DO NITRATO  $\text{SnFe}_3\text{N}$ . Antonio Vanderlei dos Santos e Carlos Alberto Kuhnin. Depto de Física Universidade Federal de Santa Catarina.

Calculamos a estrutura eletrônica do nitrato  $\text{SnFe}_3\text{N}$  usando o método linear de Orbitais Muffin-Tin (LMTO). Uma comparação com os dados obtidos para o nitrato  $\text{Fe}_3\text{N}$  revela que no  $\text{SnFe}_3\text{N}$  o nitrogênio continua sendo elétron doador, porém com menor transferência de carga, da ordem de 0.5 elétron para o ferro situado na face. A substituição do quarto ferro por estanho, leva a um aumento na interação metal-metal a qual se expressa mediante uma maior transferência de carga entre os sítios de Sn e Fe. Por outro lado, estudamos o colapso do momento magnético como função do parâmetro de rede, o qual ocorre nos dois compostos, independentemente da substituição de um ferro por estanho.

Apoio: CNPq

KEY 76/14.00/4b.

"ESTUDO COMPARADO DO GCE DO Zr E DO Hf Puros". Luis A. de Mallo, B.M. Petrilli e S. Frota-Pessôa. Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Devido a sua semelhança o Hf é frequentemente usado como corpo de prova em medida de gradiente de campo elétrico no núcleo em composto de Zr. No entanto, uma vez que o GCE é primordialmente determinado pela elétrons em torno do núcleo, é difícil dizer, sem uma análise mais detalhada do problema, se o GCE medido no Hf é ou não semelhante aquele que seria obtido caso tivéssemos um átomo de Zr na mesma posição. Nesse trabalho pretendemos, através de cálculos LMTO-ASA no Hf e no Zr, iniciar uma análise qualitativa dessa questão. Apresentamos inicialmente o resultados de cálculos não relativísticos para o GCE no Zr e no Hf e tiramos algumas conclusões interessantes. No entanto, é sabido que principalmente no Hf efeitos relativísticos devem ser importantes. Podemos facilmente efetuar cálculos relativísticos nesses materiais, dentro da aproximação escalar. No entanto, é necessário investigar como ficaria o cálculo do GCE dentro desse formalismo. Isso está sendo feito através da generalização para o caso escalar relativístico, das expressões não relativísticas utilizadas em trabalhos anteriores. Alguns resultados dessa generalização serão apresentados.

(1) B.M. Petrilli and S. Frota-Pessôa, J.Phys.: Condens. Matter 2, 135 (1990)

KEY 77/14.00/4a.

"HOPPING" ATÔMICO NA LIGA  $\text{AlCu}_3\text{Fe}$  QUASE-CRISTALINA.  
J.H. de Araújo<sup>1</sup>, J.B.M. de Cunha<sup>2</sup> e A.A. Gomes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DFTE-UFRN - Natal-RN

<sup>2</sup> Instituto de Física-UFRGS - Porto Alegre-RS.

Ligas de  $\text{AlCu}_3\text{Fe}$  na fase quase-cristalina foram estudadas pela espectroscopia Mössbauer do Fe(57). O comportamento anômalo no fator de Debye-Waller e o crescimento linear no deslocamento isomérico são interpretados através de um mecanismo de "hopping" atômico. O deslocamento isomérico decai linearmente com a temperatura de acordo com um deslocamento Doppler de segunda ordem.

(Apoio CAPES e CNPq)



RET 78/14.00/4a.

"Anisotropia da constante de rigidez de ondas  
de spin em monocamadas de níquel"

M.V.Tovar Costa, R.B.Muniz e J.d'Albuquerque e Castro  
IF-UFF, Niterói, RJ. - CEP 24020

A constante de rigidez  $D$  de ondas de spin é calculada para monocamadas de níquel, com base no modelo de ligações fortes multi-orbital e na aproximação de fases aleatórias (RPA). Considera-se monocamadas com orientações cristelinas FCC011 e FCC111. Em cada caso, resultados são obtidos para diferentes direções de propagação das ondas de spin e a anisotropia em  $D$  é então analisada. Resultados são também comparados com os obtidos anteriormente para a orientação FCC001 e para o volume<sup>1</sup>.

1 - J.d'Albuquerque e Castro, D.M.Edwards, J.Mathon e R.B.Muniz.  
J.M.M.M. 83(1891) 285

RET 79/14.00/4a.

MONOCAMADA MAGNÉTICA EM SUBSTRATO NÃO MAGNÉTICO.  
Luiz Henrique Machado Barbosa e Roberto Rocha Muniz.  
Universidade Federal Fluminense (UFF), RJ

O estado fundamental Hartree-Fock de uma monocamada magnética sobre um substrato semi-infinito não magnético é calculado de forma autoconsistente utilizando o modelo de ligações fortes com dois orbitais por sítio (modelo "s-d"). Para o caso semi-infinito não magnético é apresentada uma solução analítica para o propagador monoelétrônico da superfície.

RET 80/14.00/4a.

EFETO DA ADIÇÃO DE TITÂNIO NA RESISTIVIDADE ELÉTRICA  
DE LIGAS Nb-Ti. Orlando Rodrigues Pereira Júnior e Carlos Roberto Grandini  
(Departamento de Física, FC-Ba - UNESP).

Geralmente, a resistividade elétrica de um metal é atribuída ao espalhamento elétron-fonon e ao espalhamento elétron-impureza. Existe uma expressão conhecida como Regra de Matthiessen que diz que estas duas situações são aditivas. Mostramos neste trabalho a validade desta afirmação e verificamos o efeito da adição de Titânio, considerado uma impureza na matriz Nióbio, quando formamos ligas de Nb-Ti.

APOIO: FFI - CEMAR  
FUNDUNESP

EXT 81/14.00/4a.

**ATENUAÇÃO ULTRA-SÔNICA PRÓXIMO DA TRANSIÇÃO DE FASE PARAMAGNÉTICA-ANTI-FERROMAGNÉTICA EM LIGAS DE CROMO-VANÁDIO.**

José Soares da Carvalho Júnior (DF-UFSCar) e Paulo César de Camargo (DF-UFPR).

Utilizando-se a técnica do pulso eco ultra-sônico foram efetuadas medidas de atenuação ultra-sônica em amostras monocristalinas de Cr-V nas frequências de 10MHz, 30MHz, 50MHz, 70MHz e 90MHz.

Foram utilizadas amostras de cromo com as seguintes concentrações de vanádio: 0,67%, 1,01 e 1,31%.

A dependência da atenuação ultra-sônica com a frequência é estudada sob o ponto de vista de um modelo fenomenológico.

A amplitude dos pulsos não parece afetar significativamente o formato das curvas de atenuação.

Este trabalho nos leva a conclusão de que os mecanismos predominantes de atenuação no cromo e nas ligas com menos de que 0,13% são diferentes daqueles para ligas mais concentradas.

A distinção da atenuação, na fase paramagnética, como função da frequência permanece não explicada.

EXT 82/14.00/4a.

**ESTUDO DA SOLUBILIDADE DE VANÁDIO NA FASE ALFA DE LIGAS FeCo EQUIATÔMICAS**

MARIA DE FÁTIMA B. REZENDE, VALDIR R. FREIRE E ABÁ I. C. PERSTIANO  
DF - UFRGS

A solução sólida de vanádio em ligas FeCo equiatômicas para concentrações de vanádio entre 2% e 14% é estudada por Espectroscopia Mössbauer, difratometria de raios-X e Microscopia Eletrônica de Varredura. As alterações nas propriedades estruturais e magnéticas da fase alfa e o aumento do volume da precipitação podem permitir obter informações sobre o limite de solubilidade do vanádio em FeCo equiatômico. Nossos resultados indicam um deslocamento do limite de solubilidade com o aumento do conteúdo nominal do soluto.

Apoio: CNPq/FAPERJ

EXT 83/14.00/4a.

**EFEITO DA HIBRIDIZAÇÃO NÃO LOCAL NA REDE DE ANDERSON**

L. C. Brunnet e M. A. C. Gusião  
Instituto de Física, UFRGS

Estudamos o efeito de um termo de hibridização intermista entre elétrons  $f$  e de condução em sistemas descritos pelo hamiltoniano periódico de Anderson (sistemas Kondo e sistemas de valência mista). Calculamos as funções de Green relativas a este hamiltoniano através de uma teoria de perturbação que reproduz resultados exatos em três limites diferentes: largura de banda nula, hibridização nula e repulsão de Coulomb nula. Comparamos então a função espectral obtida a partir das funções de Green com os resultados para sistemas com hibridização puramente local.

NET 84/14.00/4a.

MODELO DE ANDERSON PARA UMA IMPUREZA DE URÂNIO ( $f^2 - f^3$ )  
EM UM METAL NA PRESENÇA DA CONFIGURAÇÃO  $f^4$

W. Santos e A.C. Nunes -Depart. de Física -UNB Brasília DF

Investigamos aqui como as propriedades do estado fundamental (energia de ligação, ocupação do nível  $f$  etc) de uma impureza de Urânio de Anderson ( $f^2 - f^3$ ) em metais são afetadas na presença de uma terceira configuração  $f^4$ . Fazemos uso do método variacional e da técnica de expansão  $1/N$  ( $N = 2j + 1$ ) no limite  $N \rightarrow \infty$  para remover da função de onda do estado fundamental (singlete) termos contendo pares elétron-buraco. Correções até terceira ordem na expansão  $1/N$  são calculadas.

NET 85/14.00/4a.

DENSIDADE DE ESTADOS ELETRÔNICOS EM SISTEMAS

BI-DIMENSIONAIS DESORDENADOS. D.F.de Mello (Depto. de Física, UNESP-Gaurui) G.G.Cabrera (IFGW - UNICAMP)

A técnica de direção em conjunto com a técnica do "Finite Size Scaling" está sendo utilizada no desenvolvimento de um método que permita calcular propriedades eletrônicas em sistemas bi-dimensionais desordenados. É usado um hamiltoniano tipo "Tight-Binding" com interações e primeiros vizinhos, e o método da Função de Green para a obtenção da densidade de estados eletrônicos. A cada direção, uma média sobre as possíveis configurações é feita, utilizando-se as probabilidades de quadrados de Kikuchi.

NET 86/14.00/4a.

Magnetismo de Ligas de Ni

A. L. Balá Nelo e J. d'Albuquerque e Castro  
Inst. 'uto de Física, UFF, Niterói, RJ, 24.020

Com base no modelo de ligações fortes e dentro das aproximações Hartree-Fock e de potencial coerente, calculamos os momentos magnéticos locais em ligas de Ni-Fe, em função da concentração de Fe. Estudamos a transferência de carga entre os componentes da liga e propomos uma interpolação linear para as energias de sítio, que possibilita a satisfação da condição de neutralidade de carga local em todo o intervalo de composição. Os resultados obtidos estão em muito boa concordância com a experiência.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**OTI - Ótica**

071/08.00/4a.

TC

**ÓTICA QUÂNTICA E NÃO LINEAR UTILIZANDO  
OSCILADOR PARAMÉTRICO NÃO DEGENERADO**  
S.E. Pereira, Z.Y. Ou, K.C. Peng, H.J. Kimble  
Caltech 12-33, Pasadena, CA 91125, USA

Em ótica quântica, existem uma série de problemas que podem ser experimentalmente investigados com a geração de pares de fótons correlacionados através da conversão de frequência  $2\omega \rightarrow \omega_a + \omega_b$ . Neste trabalho, apresentamos um amplificador paramétrico não degenerado sendo o meio não linear o cristal KTP, tipo II com casamento de fase não crítica. Com este sistema, temos gerado estados comprimidos de luz, com redução no ruído de até 60% referente ao ruído de vácuo e também temos estudado as correlações entre os feixes  $\omega_a$  e  $\omega_b$  de mesma frequência, mas com polarizações ortogonais. Estas correlações podem ser conhecidas através da medição das quadraturas de amplitude do campo eletromagnético e leva a resultados interessantes como o conhecimento das quadraturas do feixe  $\omega_a$  através da medida do feixe  $\omega_b$  e vice-versa. Em particular, temos demonstrado o paradoxo de Einstein-Podolsky-Rosen para um sistema de variáveis contínuas. Esta cavidade também foi utilizada para demonstrar que é possível obter alta eficiência na geração de segundo harmônico, onde no nosso caso, obtivemos conversão  $\omega_a + \omega_b \rightarrow 2\omega$  de 85% no contínuo. Outras aplicações deste sistema como amplificador quântico, comunicações quânticas e medidas sem demolição quântica serão discutidas.

071/08.30/4a.

**MICROLASER COM EMISSÃO ESPONTÂNEA PREFERENCIAL**

R.J. Horowicz\*, H. Heilmann, Y. Kadota, Y. Yamamoto, NTT Basic Research Laboratories, Musashino-Shi, Tokyo 180, Japan; \*Departamento de Física, PUC-Rio

Observamos emissão laser com baixíssimo limiar numa microcavidade vertical com um só poço quântico. A  $4 K$  a largura de linha da emissão do poço quântico é comparável à largura de transmissão da cavidade, e a eficiência  $\beta$  do acoplamento da emissão espontânea com o modo laser é aumentada. A potência de bombeamento no limiar laser num poço quântico de GaAs de 200 Å bombeado por um laser de Ti:Sapphire cw foi de 5 mW, correspondendo a 83  $\mu W$  de potência absorvida. Comparamos os resultados experimentais com as previsões teóricas, e estimamos o valor de  $\beta$  em  $10^{-2}$ .

071/08.45/4a.

**MEDIDAS E QUASIPROBABILIDADES**

Fernando A. M. de Oliveira

Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco

Recentemente, medidas simultâneas de observáveis que não comutam foram discutidas por Braunstein, Caves e Milburn. Eles apresentaram dois modelos (i) com dois detectores (M2D) e (ii) com quatro detectores (M4D). Para o M2D, foi mostrado que a densidade dos pontos medidos é a função  $Q$ . O M4D foi mostrado resultar na função  $P$  positiva de Drummond e Gardiner para ordens normais, como densidade de probabilidade. Nós generalizamos esses modelos para diferentes preparações iniciais dos detectores, de modo que outras quasiprobabilidades não-diagonais, recentemente introduzidas por este autor, podem ser escritas como funções de distribuição para os pontos medidos. Se a escolha dos estados iniciais dos detectores que seleciona uma particular quasiprobabilidade entre todas as outras possíveis escolhas. Os estados considerados neste trabalho são estados coerentes e comprimidos para os detectores. Os resultados de Braunstein, Caves e Milburn são obtidos como casos particulares.

## QUASIPROBABILIDADES POSITIVAS: SIMULAÇÃO SEM DIVERGÊNCIAS DE SISTEMAS NÃO-LINEARES

Fernando A. M. de Oliveira

Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco

Um problema comum das simulações de dinâmica quântica não-linear usando a representação P-positiva de Drummond-Gardiner é a ocorrência de movimento para regiões remotas do espaço de fase, o que denominamos divergências. Descrevemos aqui uma simulação da dinâmica do oscilador paramétrico no regime abaixo do limiar na qual os problemas de divergências foram eliminados. Um modo de uma cavidade de frequência  $\omega$  está acoplado a um segundo modo de frequência  $2\omega$ , usando-se um cristal com uma susceptibilidade elétrica  $\chi^{(2)}$ . Amortecimento linear e não-linear são considerados. A análise é feita em ordem  $\epsilon$ , usando uma representação positiva introduzida pelo autor. As equações diferenciais estocásticas de Itô são simuladas para as ordens  $\epsilon=0$  (simétrica),  $\epsilon=2/3$  ("fracionária") e  $\epsilon=1$  (normal). Mostramos que o número de divergências é não-nulo para as ordens fracionária e simétrica, mas não para a ordem normal. As divergências desaparecem para  $\epsilon=2/3$ , porque há um balanceamento do ruído quadrático. Com isso, mostramos que nossa quasiprobabilidade para ordem  $\epsilon$ , que é a única alternativa para a função P de Drummond e Gardiner, permite a solução de problemas anteriormente intratáveis.

## CONTROLE DE CAOS EM DESCARGAS ELÉTRICAS

Thomas Braun<sup>1)</sup> e Jorge Lisboa<sup>2)</sup>, <sup>1)</sup>Instituto de Física, UFRGS, Campus do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS e <sup>2)</sup>Departamento de Engenharia Elétrica, UFRGS, Praça Argentina s/n, 90000 Porto Alegre, RS

Demonstramos que é possível controlar o caos observado na corrente de uma descarga elétrica luminosa. Para condições adequadas, esta corrente apresenta um comportamento oscilatório periódico ou caótico conforme se modifica a tensão de alimentação contínua da descarga. Acoplando-se externamente à descarga um campo elétrico periódico, observa-se que, dependendo da amplitude e frequência desta perturbação, o sinal caótico pode ser estabilizado ou o sinal periódico pode se tornar caótico.

## HOMOCLINICAL ROUTE TO CHAOS IN A CO<sub>2</sub> RING LASER WITH SATURABLE ABSORBER

Yudong Liu\*, Luis da Barros Oliveira Neto and J.R. Rios Leite  
Department of Physics - UFPE, 50739 Recife-PE

A CO<sub>2</sub> ring laser with intracavity saturable absorber [1] was studied in the regime of passive Q-switch. Homoclinical chaos [2] was found and characterized by calculating bifurcation map. The system was found being chaotic through a homoclinical bifurcation route by changing the only parameter, laser detuning. A modified theoretical model including frequency detuning was given. Both experimental and numerical results show that there exist a new route to chaos (namely homoclinical route), which is different from the period double route in the bifurcation map.

1 | Yudong Liu and J.R. Rios Leite, Optics Communication 92.

2 | M. Lefranc, D. Hennequin and D. Dangoise, J. Opt. Soc. Am. B, Vol.8, Nº2, 239-249, 1991.

Work supported by CNPq.

Permanent address: Department of Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin 150006, China.

OT1/09.45/4a.

DINÂMICA FOTOÔNICA DE UM SISTEMA DE N-NÍVEIS INTERAGINDO COM O CAMPO DE RADIAÇÃO MONOMODO EM UM ESTADO TERMOCOERENTE E/OU BINOMIAL.

J.A. Roversi e H.A. Andrade Neto - Instituto de Física "Gleb Wataghin" - Universidade Estadual de Campinas, S.P., Brasil.

Estudamos a dinâmica fotônica de um campo magnético monomodo não amortecido, preparado num estado termocoerente e/ou, interagindo com um sistema atômico de N-níveis. Inicialmente foi analisada a influência do número de níveis no fenômeno de colapso-reativação. Observamos que além da forte dependência do átomo em questão (níveis atômico) o fenômeno acima mencionado é sensível à estatística de fótons, densidade inicial de fótons presentes na cavidade, número de fótons térmicos oriundos da distribuição de corpo negro, às constantes de acoplamento e ao detuning.

OT1/10.00/4a.

Estudo das probabilidades de emissão espontânea num sistema de três níveis na presença de duas oscilações elétricas externas.

C.L. de Souza Batista, J.P. Rodrigues Furtado de Mendonça, B. Leache

Instituto de Física UFRJ  
Ilha do Fundão Bl. A  
21943 Rio de Janeiro -RJ

Resumo:

Estudamos as transições eletromagnéticas entre os estados de Floquet de um sistema de três níveis na presença de campos elétricos  $e_1 \cos(\omega t)$  e  $e_2 \cos(2\omega t + \phi)$ . A dependência das probabilidades de transição da fase relativa  $\phi$  entre os campos externos pode eventualmente explicar o processo de preparação na geração de segundos harmônicos em vidros.

OT1/10.30/4a.

TC

### PROCESSOS DE TROCA IÔNICA EM VIDROS PARA DISPOSITIVOS ÓPTICOS

M. A. Oliveira, C. F. Fardi, L. F. de Tella, A. C. Costa, C. L. Cesar e L. C. Barbosa

Instituto de Física Gleb Wataghin, Projeto de Dispositivos Ópticos, Unicamp, Caixa Postal 6165, Campinas, SP, 13081.

O. L. Alves

Instituto de Química, Laboratório de Química do Estado Sólido, Unicamp, Caixa Postal 6134, Campinas, SP, 13081.

Abstract

A process of ion exchange fabrication of glass waveguide is described. This process is based on the use of the Ag ion of molten salt or potassium ion salt source. The waveguides produced were characterized by measurement of the mode effective refractive indices using the prism coupler technique. We find that the salt sources concentrations exercises a great influence on the multimode and monomode waveguides production. Low concentrations ( $10^{-4}$  molar fraction, low temperatures and short times produce monomode waveguides. High concentrations (10 wt %), high temperatures and long times produce multimode waveguides.

TELEBRÁS/FINEP

OT/11.00/4a.

### CHAVE ÓPTICA RÁPIDA ( $< 1\mu s$ ) CONSTRUÍDA COM UM GUIA-DE-ONDAS DE VIDRO DOPADO COM $Cd(S,Se)$

A S L Gomes e Cid B de Araujo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Descrevemos a operação de uma chave inteiramente óptica construída a partir de um guia-de-ondas canal num substrato de vidro dopado com nano-cristais semicondutores de  $Cd(S,Se)$ . A operação da chave é feita usando pulsos ópticos ( $\leq 1\mu s$ ) com taxa de repetição de  $100MHz$ . Este trabalho é a primeira realização, em estrutura de guia-de-ondas, da chave originalmente descrita na ref.(1).

1. L H Acioli, A S L Gomes e Cid B de Araujo, Electron Lett. 23, 729 (1991).

OT/11.15/4a.

### INSTABILIDADE MODULACIONAL E SOLITONS EM FIBRAS ÓPTICAS DOPADAS COM FÓSFORO

A.S. Gouveia-Neto - Departamento de Física - UFAL

Neste trabalho, estuda-se instabilidade modulacional e geração de solitons-Raman sintonizáveis ( $1.36\mu m - 1.80\mu m$ ) em fibras ópticas dopadas com fósforo. Trens de pulsos de luz com frequências de até  $10 THz$  e solitons com altas energias e duração de  $60 fs$ , foram obtidos. Instabilidade modulacional na região do mínimo de dispersão da velocidade do grupo e espalhamento Raman estimulado em cascata, são os mecanismos responsáveis pelos efeitos.

1. A. Hasegawa, Opt. Lett. 9, 288 (1984)
2. A.S. Gouveia-Neto, A.S.L. Gomes e J.R. Taylor, IEEE J. Quant. Elect. QE-24, 332 (1988)
3. S.B. Cavalcanti, J.C. Cressoni, H.R. da Cruz e A.S. Gouveia-Neto Phys. Rev. A-43, 6162 (1991)

OT/11.30/4a.

### AUTODESLOCAMENTO DE FREQUÊNCIA DE ONDAS SOLITÁRIAS NA REGIÃO DO MÍNIMO DE DISPERSÃO DE FIBRAS ÓPTICAS

Heber R. da Cruz, Solange B. Cavalcanti e Artur S. Gouveia-Neto

Departamento de Física, Universidade Federal de Alagoas,  
57 061 Maceió - AL

Propagação de solitons no regime de femtosegundos na região do mínimo de dispersão de fibras ópticas é analisada numericamente através do método conhecido como *split-step Fourier transform*. Os resultados mostram que a introdução do termo de espalhamento Raman estimulado intrapulso na equação de propagação provoca o aparecimento de novos efeitos na evolução das ondas solitárias.



Observou-se que fibras de filices monocólicas quando irradiadas com a luz de um laser de Nd:YAG (1.06 um), Q-switched e moda-locked geram luz violeta, através de um processo Le-Rai da conversão ascendente de frequências. Para potências de pico acima de ~5W, a luz violeta se propagava no modo LP<sub>02</sub> e observada após alguns metros de fibra juntamente com um espectro de infravermelho quando longo período pela radiação intensa de comprimento de onda 1.06 um. A radiação gerada só pode ser observada para pedregos de fibra com comprimento de onda maior do que 5 metros, obtendo-se após aproximadamente 7 metros a potência de 100 mW. O sinal de luz gerada apresenta um espectro largo e assimétrico, com uma cauda (espectro) de lado de altas frequências. Medidas resolvidas no tempo mostram que o processo de conversão ascendente é tão rápido quanto a duração dos pulsos de bombeio de 10 (100ns). Os resultados experimentais mostram que a conversão ascendente observada pode ser atribuída a um processo de mistura de ondas de terceira ordem envolvendo a res-  
dução produzida pelo espalhamento Raman estimulado na fibra.

I. Carvalho, N. Margolis, Departamento de Física, PUC/Rio  
e J. P. von der Weid, CTIC, PUC/Rio

071/12.15/86.

Este trabalho descreve a conversão de pulsos óticos gerados por ondas de frequên-  
cia de um laser de Nd:YAG bombeado em 1.06um. A geração do sinal violeta de comprimento  
de onda (λ) de 0.33um é feita por uma fibra ótica previamente condicionada para a obtenção  
de frequências. A mesma fibra é responsável pelo alargamento espectral do pulso necessá-  
rio para a conversão. Além disso, a potência do 2º harmônico gerado seja insuficiente para  
gerar luz violeta com o pulso de bombeio impresso sobre aquele em chirp devido à modulação de  
fase cruzada. A conversão é realizada por um par de redes de difração, já que estas pos-  
suem uma variação de frequência controlada e impõem ao pulso.

CLA DE FÍSICA ÓTICA, NÚCLEO DE INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA ÓPTICA, UFRJ  
DEPT. DE FÍSICA, INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, UFRJ

071/12.00/86.

Apresentamos, neste trabalho, um sistema para alargamento espectral dos pulsos ultracurtos gerados  
por um laser "Q-switched" Pulse-Locked Dye Laser (PLDL) (CPM). O laser CPM gera pulsos nanossegundos  
transmitidos com um comprimento de onda de 600 nm (largura de banda de 10 nm (centrada em 620 nm)) e energia de 100 pJ.  
Para se realizar experimentos de espectroscopia resolvida no tempo, é necessário pulsos com uma largura  
espectral de ordem de decenas de nanômetros. O alargamento espectral dos pulsos pode ser conseguido  
através do bombeio não linear da auto-modulação de fase em materiais.  
Amplificado a energia dos pulsos do laser CPM até 1 mJ e focalizado o feixe numa fibra óptica  
monocólica com um comprimento de onda de corte em 320 nm, 6 μm de diâmetro e 15 mm de comprimento,  
conseguiu-se induzir o bombeio de auto-modulação de fase nos pulsos. Desta forma, obtiveram-se pulsos com  
espectro contínuo e largura de banda de 10 nm, que estão utilizados medidas espectroscópicas resolvidas  
no tempo em materiais como CaF<sub>2</sub>, vidros dopados com microcristalitos semicondutores, e amostras com  
múltiplas poças quânticas.

Alargamento Espectral de Pulsos Ópticos Ultracurtos  
S. Trinda, A.L.C. Trigueiro, J.M. Marinho, H.L. Fregoso, C.B. Brito Cruz  
DEPT. UFRJ - UNICAMP  
1981, Campinas, SP, Brasil

071/11.03/86.

071/17:30/4a.

#### Modelos Microscópicos da Geração de Segundos Harmônicos em Vidros

B. Lesche  
Instituto de Física UFRJ  
Ilha do Fundão Bl. A  
21945 Rio de Janeiro -RJ

Resumo:  
Descrevemos vários modelos da geração de segundos harmônicos em vidros e experiências feitas para testar estes modelos.

071/08:00/5a.

#### TC DESDOBRAMENTOS NAS FORMAS DE LINHA DO SINAL DE ABSORÇÃO SATURADA EM $SP_2$ NO REGIME DE CAMPOS INTENSOS

P.C. de Oliveira, D.B. Jasmim, O. Di Lorenzo-Filho\* e  
J.R. Rios Leite  
Departamento de Física, UFPE, 50739 Recife-PE

A espectroscopia de absorção saturada foi desenvolvida para observar espectros de gases atômicos e moleculares livres do efeito Doppler [1]. Neste trabalho, mostramos resultados experimentais de formas de linha de absorção saturada em  $SP_2$ , no regime de campos intensos, usando um laser de  $CO_2$  sintonizável. Estes resultados mostraram desdobramentos nas formas de linha que não são previstos pelos modelos conhecidos [1,2]. Observamos que apesar de haver um grande alargamento por potência, os desdobramentos que aparecem no centro da linha são muito estreitos, com larguras próximas da largura homogênea da transição.

\*Endereço Permanente: Departamento de Física-UFPB, João Pessoa.

[1] V.S. Letokhov and V.P. Chebotayev, *Nonlinear Laser Spectroscopy*, Springer-Verlag, New York (1977).

[2] S. Haroche and F. Hartmann, *Phys. Rev. A* 6, 1280 (1972).

071/08:30/5a.

#### CONJUGAÇÃO DE FASE POR MISTURA DE ONDAS COM DUPLA RESSONÂNCIA

O. Di Lorenzo-Filho\* e J. R. Rios Leite,  
Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco,  
50730, Recife, PE, Brasil.

Conjugação de fase por mistura de quatro ondas tem sido utilizada como técnica espectroscópica sub-Doppler em gases, permitindo obter informações sobre processos de colisões entre os átomos ou moléculas [1]. Os efeitos de saturação devido a alta intensidade dos campos de bombeamento dependem de qual dos campos é intenso [2].

Quando o campo de bombeamento intenso for o campo  $E_0$  (campo "back ward"), é de se esperar que ocorram efeitos de interferência para um meio formado por pares de sistemas de dois níveis relativamente próximos. Nós fizemos experimentos em  $SP_2$  a baixa pressão utilizando um laser de  $CO_2$  operando na linha 10P(16), a qual coincide com várias transições do  $SP_2$ . Os resultados experimentais mostram que não há interferência quando a intensidade do feixe  $E_0$  é baixa mas que a medida que a intensidade é aumentada o efeito de interferência se manifesta. Resultados teóricos, utilizando o formalismo da matriz densidade, estão em concordância com o experimento. Chamamos atenção para o fato de que experimentos para a obtenção de alta refletividade na conjugação de fase não devem ser realizados com o laser sintonizado no centro da banda, pois os efeitos de interferência podem diminuir a amplitude do sinal gerado.

(\*) endereço permanente: Departamento de Física - Universidade Federal da Paraíba, 58050, João Pessoa, PB, Brasil.

[1] Robert A. Fisher, "Optical Phase Conjugation", (Academic Press, New York 1983)

[2] D. Bloch, R. K. Raj, K. S. Peng and M. Ducloy, "Phys. Rev. Lett." 49, 719 (1982).

OTI/08.43/3a.

### Bombelo Óptico do Nível $^3P_1$ do Magnésio

N. Beverini<sup>1</sup>, J.V.B. Gomes<sup>2</sup>, E. Maccioni<sup>1</sup>, A. Messina<sup>1</sup>, F. Strumia<sup>1</sup>,  
S. del Tredici<sup>1</sup>, G. Vissani<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Departamento di Fisica, Università di Pisa  
<sup>2</sup> Departamento de Eletrônica Quântica, IFGW, Unicamp

São mostrados os resultados de bombeio óptico no Mg utilizando-se os níveis  $^3P_1-D_1$  e  $^3P_1-D_2$ . O feixe de magnésio, quase do forno no estado fundamental, é excitado para o tripleto metaestável através de uma descarga longitudinal ao feixe atômico. A radiação do laser de corante com excilite é mandada ortogonalmente ao feixe atômico. O efeito de bombeio se revela como diminuição da população do nível  $^3P_1$  e, portanto, da intensidade da fluorescência  $^3P_1-S_0$  a 457 nm.

Este efeito pode ser utilizado para produzir um padrão de frequência de magnésio bombeado ópticamente. A estabilidade em frequência de breve tempo deste padrão é limitada principalmente pela população residual do nível  $^3P_1$  logo antes da região de interrogação e pelo conseqüente ruído de background devido ao decaimento deste nível na região de detecção. O bombeamento óptico pode superar este problema.

OTI/09.00/3a.

### MEDIDAS DA LARGURA DE LINHA, ESTRUTURA HIPERFINA E DESVIO ISOTÓPICO PARA O URÂNIO ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA OPTOGALVÂNICA DE INTERMODULAÇÃO

Marcelo G. Destro, Carlos Schwab - CTA - IEAv - São José dos Campos  
Máximo C. Cruz, Daniel Pereira e Artemio Scalabrín - IFGW - UNICAMP - Campinas  
Armando Miraga - IPEN - São Paulo.

Desvios na frequência de absorção de isótopos diferentes, permitem que um dado isótopo seja excitado seletivamente por um feixe de luz monocromática. No caso do urânio, se uma mistura dos isótopos  $^{235}\text{U}$  e  $^{238}\text{U}$  for irradiada por um laser que apresente uma frequência ressonante com o  $^{235}\text{U}$  e que tenha uma linha suficientemente estreita, a luz desse laser será absorvida preferencialmente por este isótopo. Desta maneira, vê-se que a determinação da largura de linha, desvio isotópico e estrutura hiperfina do urânio é de fundamental importância no desenvolvimento do processo de separação isotópica do urânio via laser. Estas foram obtidas através da técnica de espectroscopia optogalvânica de intermodulação usando uma lâmpada de cátodo oco de urânio natural e um laser de corante em anal.

Apoio Financeiro - RIIAE/CNPQ e FAPESP

OTI/09.15/3a.

### ESPECTROSCOPIA FOTOACÚSTICA DO $^{13}\text{CO}_2\text{OH}$

J.C.S. Moraes<sup>1</sup>, E.M. Talles, F.G. Cruz, A. Scalabrín, D. Pereira  
Instituto de Física-Unicamp, Campinas-SP

Realizamos uma investigação sistemática de transições infra-vermelha da molécula  $^{13}\text{CO}_2\text{OH}$  em torno de linhas de emissões laser do  $\text{CO}_2$ , utilizando a técnica de detecção fotoacústica. Como fonte de bombeamento utilizamos um laser  $\text{CO}_2$  em guia de onda de 290 MHz de tunabilidade. Em alguns casos, um modulador acustoóptico foi usado para obter uma extensão de 180 MHz na sintonizabilidade do laser. Como consequência, observamos 108 transições de absorção da molécula. Medidas de offset de bombeamento e de intensidade relativa, foram realizadas. Estes dados, permitiram realizarmos uma comparação com aqueles obtidos de um espectro a Transformada de Fourier a alta resolução, mostrando que a técnica de detecção fotoacústica apresenta uma maior resolução e uma melhor razão sinal/ruído (S/N).

Suporte Financeiro: FAPESP, CNPq, FAEP

<sup>1</sup> Endereço Permanente: Depto de Ciências, UNESP, I.Solteira-SP

071/10.30/5a.

TC

### ABSORÇÃO DE POLARIZAÇÕES MEDIADOS POR TRANSIÇÕES RAMAN

H. Ma, A. S. L. Gomes e Cid B de Araújo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Demonstramos neste trabalho um método para medir a dispersão da fase da susceptibilidade de terceira ordem,  $\chi^{(3)}$ , nas proximidades de uma transição Raman ressonante no  $CS_2$ . A experiência é baseada no fenômeno de batimentos de polarizações e representa uma extensão do método recentemente introduzido para medidas de  $\chi^{(3)}$  em vidros dopados com semicondutores (1).

1. H. Ma, L. H. Acioli, A. S. L. Gomes e Cid B de Araújo, Opt. Lett. **16**, 630 (1991).

071/11.00/5a.

### ABSORÇÃO DE DOIS FOTONS EM VIDROS DOPADOS COM $Cd(S, Se)$

Luis Eduardo E de Araújo, Ronaldo P. de Melo Jr  
e Cid B de Araújo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

O processo de absorção de dois fôtons é estudado em vidros boro-silicatos dopados com nano-cristais de  $Cd(S, Se)$  utilizando a técnica de fluorescência induzida por um laser de Nd:YAG (1.06  $\mu m$ ). Os resultados indicam a ocorrência de processos de recombinação direta elétron-buraco e envolvendo estados de armadilhas rasas e profundas. Estimativas do coeficiente de absorção de dois fôtons permitem determinar o fator-de-merito destes materiais para uso em acopladores direcionais de guias-de-onda. Estes resultados complementam resultados anteriormente publicados (1).

1. H. Ma, A. S. L. Gomes e Cid B de Araújo, Opt. Commun (1992).

071/11.15/5a.

### $CdTe, Si_{1-x}$ QUANTUM DOTS GROWTH KINETICS IN VITREOUS MATRIX

J. A. M. Neto<sup>1</sup>, L. C. Barbosa<sup>1</sup>, C. L. Cesar<sup>1</sup>,  
O. L. Alves<sup>2</sup> and F. Galenclck<sup>3</sup>

(1) Instituto de Física Gleb Wataghin, Projeto de Fibras Ópticas,  
Unicamp, P. O. Box 6165, Campinas, SP, 13081.

(2) Instituto de Química, Unicamp, P.O. Box 6164,  
Campinas, SP, 13081.

#### Abstract

We studied the growth kinetics of  $CdTe, Si_{1-x}$  quantum dots in a borosilicate glass host. There is considerable interest in semiconductor doped glasses due to their large optical nonlinearities and potential applications in optoelectronics. Because the nonlinearity can be enhanced by quantum confinement effects, it is important to achieve better understanding and control of the average microcrystallite radius ( $R_{avg}$ ) and its distribution at the growth stage.

071/09.30/5a.

## Espectoscopia CARS Ressonante em NaH Nascente

Ricardo R.B. Correia e Sílvio L.S. Cunha Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS

Foi utilizada a técnica CARS (Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy) para identificar a presença de hidreto de sódio numa mistura de vapor de sódio e hidrogênio quando se excita com um laser o Na nos estados  $3p$ ,  $3s$  e  $4d$ , respectivamente. Além de observarmos os ramos O, Q e S nos primeiro, segundo e terceiro overtone do estado fundamental  $X^1\Sigma^+$  da molécula de NaH, dubletes P e R foram identificados, quando o sinal anti-stokes era ressonante com algumas transições eletrônicas  $A^1\Sigma^+ \rightarrow X^1\Sigma^+$  ( $v^* = 0, v^* = 8 - 15; J^* = 0 - 15, J^* = J^* \pm 1$ ) Foram analisados também, os efeitos devidos às ressonâncias acidentais do primeiro fóton do processo de mistura de quatro ondas do CARS com a transição eletrônica  $A^1\Sigma^+ \rightarrow X^1\Sigma^+$  ( $v^* = 1, 2 - v^* = 0$ ), onde a sensibilidade é aumentada em diversas ordens de grandeza e outros comportamentos não lineares são observados.

071/09.43/5a.

## BATIMENTOS DE POLARIZAÇÕES NA GERAÇÃO DO SEGUNDO HARMÔNICO EM VAPORES METÁLICOS

Sandra S. Vianna, J. W. R. Tabosa, F. A. M. de Oliveira e  
Cid B. de Araújo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

A emissão do segundo harmônico (SH) no vapor de Rubídio foi estudada em condições de ressonância com transições de dois fótons. Foi explorado o efeito de batimentos de polarizações (1) para investigar a natureza do processo de geração. A ocorrência de colisões alcátrias é essencial para a emissão do SH. Os resultados obtidos evidenciam pela primeira vez a coerência do feixe de SH gerado, complementando assim nossos resultados anteriores (2).

1. H. Ma, L. H. Acioli, A. S. L. Gomes e Cid B. de Araújo, Opt. Lett. 16 630 (1991).
2. S. S. Vianna e Cid B. de Araújo, Phys. Rev. A 44, 733 (1991)

071/10.00/5a.

## MODELO TEÓRICO PARA A GERAÇÃO DE SEGUNDO HARMÔNICO EM VAPORES ATÔMICOS

Sandra S. Vianna, Cid B. de Araújo e Fernando A. M. de Oliveira  
Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco

Experimentos recentes com átomos de Rydberg têm evidenciado a possibilidade de geração de segundo harmônico (GSH), o que aparentemente é proibido, pois vapores atômicos são sistemas centro-simétricos. Dentre vários possíveis mecanismos, colisões atômicas parecem ser responsáveis por uma quebra local de simetria, possibilitando o aparecimento de uma susceptibilidade não-linear de segunda ordem, que gera uma polarização oscilando no segundo harmônico. Tratamentos teóricos com dois átomos idênticos colidindo, demonstram a possibilidade de GSH. No entanto, experimentalmente as hipóteses desses modelos nem sempre são verificadas. Neste trabalho, introduzimos um modelo microscópico que leva em conta a colisão binária de átomos de forma que o principal canal de colisão ocorre entre níveis excitados de paridades opostas, com uma separação que é muito menor que a frequência incidente. Após algumas simplificações, o problema é reduzido a dois átomos: átomo A que está acoplado via dois fótons com o laser incidente, mas não pode emitir no segundo harmônico, enquanto que o átomo B está acoplado via um fóton com o segundo harmônico, mas não pode interagir com o laser. Devido às colisões, as duas transições são acopladas, de forma que ambas passam a interagir com o laser e a emitir o segundo harmônico. Duas linhas são previstas, sendo que a linha originada pelo átomo A é saturada, enquanto que a outra, associada ao átomo B é não saturada.

OT1/11/30/5a.

### EFEITO STARK ÓPTICO EM EXPERIMENTOS DE EXCITAÇÃO-E-PROVA COM PULSOS COM VARREDURA DE FREQUÊNCIA

Sérgio Truda, H.L. Fragnito e C.H. de Brito Cruz  
DEQ - IFGW / UNICAMP - C.P. 6163

Nos experimentos de excitação-e-prova existe uma contribuição ao sinal medido que é devida à interação coerente entre os pulsos. Quando o meio é excitado ligeiramente fora da ressonância, essa interação resulta na formação de uma grade que tem componentes de amplitude e de fase. Neste trabalho mostramos que, quando os pulsos apresentam varredura de frequência a contribuição dada pela grade de fase pode ser interpretada fisicamente em termos do efeito Stark óptico, que é induzido pelo pulso de excitação e que desloca a frequência de ressonância vista pelo feixe de prova. Observa-se que a transmissão do feixe de prova pode aumentar ou diminuir dependendo do atraso entre os pulsos.

Realizamos uma simulação numérica considerando o efeito Stark óptico num sistema de dois níveis excitado por pulsos ópticos com varredura de frequência. Os resultados obtidos da simulação apresentam uma boa concordância com medidas experimentais que foram feitas utilizando-se a técnica de excitação-e-prova em amostras de vidros dopados com semicondutores de  $CdS, Se_{1-x}$ . Nessas medidas, a origem da varredura de frequência dos pulsos pode estar relacionada à sua propagação em lentes e polarizadores utilizados no experimento ou até mesmo pela amostra.

OT1/11/45/5a.

### CHAVEAMENTO ÓPTICO EM MISTURA-DE-ONDAS DEVIDO AO EFEITO DE PREENCHIMENTO DA BANDA EM SEMICONDUTORES

H.Ma e Cld B de Araújo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

O fenômeno de auto-difração em semicondutores pode ser influenciado por elétrons na banda de condução. Propomos neste trabalho utilizar este efeito para desenvolver um novo método de chaveamento óptico usando um feixe autodifratado com frequência  $\omega_1$  e um feixe de controle com frequência  $\omega_2$  maior que o gap do semicondutor. O feixe de controle excita elétrons para a banda de condução alterando assim a modulação espacial responsável pelo efeito de auto-difração e reduzindo a eficiência de difração do feixe  $\omega_1$ . O tempo de chaveamento depende da vida média dos elétrons excitados para a banda de condução. Serão também apresentados resultados experimentais para ilustrar o método proposto usando vidros dopados com nanocristais de  $Cd(S, Se)$ .

OT1/12/00/5a.

### CAPTURE E MANIPULAÇÃO DE PARTICULAS BIOLÓGICAS COM LASERS DE Nd:YAG E $N_2$

A. L. Correia, C. L. Cesar, A. F. S. Penna, S. A. Randi  
Instituto de Física - Unicamp  
e F. A. de Paolis  
Centro de Comunicação - Unicamp

Construção de um dispositivo constituído de um microscópio de alta resolução, ao qual são acopladas duas radiações de laser, uma infravermelha de Nd:YAG e outra ultravioleta de Nitrogênio, ambas focalizadas no mesmo plano focal do microscópio. Com o laser infravermelho (placa ótica) prende-se e movimenta-se a partícula no espaço e com o laser ultravioleta (bisturi) pode-se realizar "micro-cirurgias" a nível celular. Este sistema tem grande potencial para realizar alterações celulares, com muitas aplicações no campo de engenharia genética.

OTI/12.15/5a.

**OTIMIZAÇÃO DE UM LASER C.W. DE Nd:YAG NO REGIME MODE-LOCKED: ANÁLISE E COMPENSAÇÃO DO EFEITO DE LENTE TÉCNICA BIFOCAL VISANDO MÁXIMA POTÊNCIA E ESTABILIDADE DO MODO TEM<sub>00</sub>** - Nikolaus G. Wetzlar, Edilson Paes Maldonado e Nilson Dias Vieira Junior - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN/SP.

Uma nova medida criteriosa das lentes termicamente induzidas com bastão de Nd:YAG é apresentada. Os resultados são aplicados na otimização da potência de saída e na estabilidade de um laser CW de Nd:YAG. O laser otimizado atinge 22 vezes da potência. Esta é a mais alta potência já obtida num laser deste tipo.

OTI/12.30/5a.

**Extração dos Pulsos Ultracurtos da Cavidade de um Laser de Corante**  
M. R. X. de Barros, J. M. M. Rios, A. L. C. Triques e C. H. Brito Cruz  
DEQ - IFGW - UNICAMP  
13081, Campinas, SP, Brasil

Descrevemos, neste trabalho, a extração de pulsos ultracurtos da cavidade de um "Colliding Pulse Mode-locked Dye Laser" (CPM) através da técnica de "Cavity Dumping". Essa técnica permite a obtenção de pulsos com energia superior em uma ordem de grandeza àquela obtida na saída convencional da cavidade do laser. Torna-se possível, também, variar a potência média do feixe obtido sem alteração da potência de pico dos pulsos, apenas variando-se a taxa de repetição de extração dos mesmos.

O laser CPM produz pulsos com duração de 50 fs a uma taxa de 100 MHz e com energia de 100 pJ.

Para extrair os pulsos do interior da cavidade laser, introduzimos um modulador acusto-óptico no caminho do feixe na cavidade. Esse elemento "dumper" é constituído por um cristal de Quartzo com 4 mm de espessura acoplado a um transdutor piezoelétrico. Um sinal de rádio-freqüência (470 MHz) é aplicado no transdutor e, então, transformado em ondas acústicas que se propagam longitudinalmente no cristal. As ondas acústicas difratam uma fração do feixe laser intracavidade, que desviada com o auxílio de um espelho é enviada aos sistemas de medida.

Obtivemos uma eficiência de difração, a uma taxa de 1 MHz, de 30%, o que significa pulsos com 1,8 nJ de energia, dezesseis vezes superior à obtida pelo espelho de saída na cavidade original.

Através da extração de toda a energia da cavidade, estudamos o processo de formação do pulso. Verificamos a existência de três regimes distintos de operação do laser durante esse processo: a oscilação em modo contínuo de uma radiação de fundo, seguida de uma rápida amplificação em energia e uma posterior estabilização da duração e energia dos pulsos. Verificamos, ainda, que os processos de formação dos pulsos dependem da dispersão introduzida na cavidade do laser.

OTI/08.00/6a.

TC

**ELETRONS E BURACOS EM CRISTAIS FOTOREFRATIVOS**

Jaime Frejlich e Paulo M. Garcia

LABORATORIO DE OPTICA / INSTITUTO DE FISICA / UNICAMP

Elétrons e buracos podem ambos produzir efeitos fotorefrativos em alguns cristais. Fotoburacos porém são difíceis de se detectar com técnicas holográficas pois são algumas ordens de grandeza mais lentos que os fotoelétrons e por isso são facilmente mascarados por estes últimos. Descrevemos uma técnica holográfica que permite pela primeira vez a gravação e detecção contínuas de ambos efeitos assim como de efeitos foto-crômicos em cristais fotorefrativos. Analizamos em detalhe o caso do Bi<sub>12</sub>TiO<sub>20</sub> (BTO).

PERQUISA FINANCIADA PELA FAPESP E CNPQ

071/06.30/6a.

MEDIDA DO COMPRIMENTO DE DIFUSÃO DE FILMES FINOS DE a-Si:H USANDO A FORMAÇÃO DE UMA GRADE DE FOTOPORTADORES EM ESTADO ESTACIONÁRIO. J.F.Fragalli, L.Misoguti, A.N.Nakagaito e V.S.Bagnato, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos, SP.

O comprimento de difusão é um parâmetro importante que caracteriza a qualidade de um material semiconductor. Além disso, é o comprimento de difusão do portador minoritário que limita o desempenho de uma célula solar de a-Si:H. Métodos desenvolvidos para medir o comprimento de difusão em semicondutores cristalinos foram inapropriados para o a-Si:H, inclusive o método de fotovoltagem superficial. Alguns anos atrás um novo método foi desenvolvido por Ritter et al(1) que é baseado na criação em estado estacionário de uma grade de fotoportadores de pequena amplitude, sobre um fundo de portadores uniforme. Atualmente, estamos em fase final de implantação desta técnica em nosso laboratório.

{Suporte: CNPq-RHAE}

(1) D. Ritter, E. Zeldov and K. Weiser; Appl. Phys. Lett., 49, 791 (1986)

071/06.45/6a.

INTERFERÔMETRO HOLOGRÁFICO DE DOIS FEIXES COM CRISTAL FOTOREFRATIVO

Eduardo Barbosa, Alexei Kamshilin, and Jaime Freilich

Laboratório de Óptica / Instituto de Física - UNICAMP

\* Instituto Físico-Técnico A.F.Ioffe / St.Petersburg, Russia

Neste trabalho apresentamos um interferômetro holográfico para o estudo dos modos de vibração e amplitude de vibração em duas dimensões para objetos difusores. A novidade principal deste interferômetro é o uso de cristal fotorrefrativo  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  para gravar o holograma. A gravação do holograma no cristal é feita em tempo real, sem qualquer revelação. Uma técnica de gravação utilizando efeito de autodifração acompanhado de rotação da polarização da luz permite construir o esquema óptico do interferômetro usando só dois feixes: o objeto e o referência, sendo que o feixe referência ao mesmo tempo serve para reconstruir o imagem do holograma. Os dados técnicos e aplicações possíveis deste interferômetro são discutidos a seguir.

071/09.00/6a.

MÚLTIPLAS REDES DE DIFRAÇÃO EM CRISTAIS DE  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$

Paulo M. Garcia e Jaime Freilich

Laboratório de Óptica - DFESOM - IF'GM" - UNICAMP

Estudos recentes têm demonstrado a grande variedade de fenômenos tais como efeito fotorrefrativo, efeito fotocromático, formação de redes complementares, e competição entre redes de elétrons e buracos envolvidos no registro holográfico de redes de difração em cristais do tipo  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  (BTO).

Aplicamos a técnica de mistura seletiva de duas ondas para estabilizar o registro holográfico nestes cristais, e então analisamos a evolução temporal do sinal difratado durante o apagamento, nas duas direções dos braços do interferômetro usado.

Este método permitiu detectar a presença de redes de difração de origem fotorrefrativa devida a elétrons e buracos, assim como uma rede de amplitude.

Apoio: CNPq, FAPESP



071/09:19/6a.

EFEITOS DA BANDA DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA EM  $\text{GdAlO}_3:\text{Cr}^{3+}$ 

E. A. Gouveia (UFAL), J. Guedes e J. C. Castro (UFSC/USP)

Medidas do índice de refração não linear  $n_2$  em  $\text{GdAlO}_3:\text{Cr}^{3+}$ , através da mistura quase degenerada de duas ondas (NDTVN), mostraram uma dependência com a intensidade da razão  $r$  entre as partes imaginária e real de  $n_2$  (1). Tal comportamento de  $r$  não fora observado em outros cristais dopados com cromo, tais como o rubi e a alexandrita (1). Um modelo teórico foi recentemente desenvolvido para considerar os efeitos de saturação na NDTVN (2). Embora esse modelo descreva muito bem as características gerais da NDTVN em absorvedores saturáveis, que é o nosso caso, ele se mostra insatisfatório quanto à explicação da mudança de  $r$  com a intensidade. Pela primeira vez, medimos os espectros de parte real de  $n_2$  e de absorção do estado excitado no  $\text{GdAlO}_3:\text{Cr}^{3+}$  em quatro linhas do Ar e também na região 560-620nm, utilizando um laser de corante. Os resultados indicam uma interação entre pares de cromo no estado excitado (com troca de energia), seguida de absorção de um fóton para a banda de transferência de carga, o que pode explicar a dependência da parte imaginária de  $n_2$  com a intensidade (3).

(1) J.C.Penaforte, E.A.Gouveia, and S.C.Zilio - Opt. Lett. 16, 452 (1991).

(2) S.C.Zilio, J.C.Penaforte, E.A.Gouveia, N.J.Bell - Opt. Comm. 88, 81 (1991).

(3) E.A.Gouveia - Tese de Doutorado, UFSC/USP, (1992).

071/09:30/6a.

## THE CAPABILITY OF HOLOGRAPHIC SCREENS TO DISPLAY THE CONTINUOUS PARALLAX.

Jose J. Lunazzi, UNICAMP, Instituto de Física.

We describe the way in which holographic screens may display continuous horizontal parallax, giving the appearance of holographic images to projections that are made exclusively under white light. The main process considers an image that is encoded by diffraction (1)(2) and projected onto a holographic lens. This lens acts as a holographic screen and is made as the off axis hologram of a converging beam. The degree of horizontal parallax is then a direct consequence of the dispersion of white light at the coding and decoding elements. We also achieved for these three-dimensional images an enlarging factor of 10.

(1) Lunazzi, J.J., Opt. Eng. V29, N1, p.9-14, 1990.

(2) Lunazzi, J.J., Opt. Eng. V29, N1, p.15-18, 1990.

071/09:43/6a.

## COMPONENTES HOLOGRÁFICOS PARA INTERCONEXÕES ÓPTICAS

Christiano Pereira Guerra, e Lucília Cecalio.  
Laboratório de Óptica - IFGW - UNICAMP.

Componentes ópticos holográficos são particularmente atraentes para a confecção de interconexões ópticas, devido ao seu potencial de miniaturização e integração.

Neste trabalho foi construído e caracterizado um componente holográfico simples para o acoplamento de luz entre espelhos e detectores. O componente é composto de dois hologramas simples gravados em fotoresina, sobre um substrato de vidro que funciona como guia óptico. O primeiro holograma faz o acoplamento da luz no vidro de tal forma que a luz difratada por ele sofre reflexão total no vidro, até ser desacoplada pelo segundo holograma.

O componente está sendo caracterizado através da ocupação do "spot" de saída (intensidade e forma), em relação ao spot de entrada para diversos comprimentos de onda.

OTI/10.00/6a.

ESTABILIZAÇÃO DE HOLOGRAMAS POR REFLEXÃO

Carlos R. A. Lima, Ivan E. da Costa e Lucilla Cercato  
(Laboratório de Óptica - IFCV - UNICAMP)

Um dos maiores problemas encontrados na gravação de uma rede holográfica são as perturbações térmicas que produzem deslocamento das franjas de interferência. Uma solução para este problema baseia-se no uso de um padrão "Moiré" resultante da interferência de um dos feixes transmitidos com um feixe difratado (por transmissão) pela rede que está sendo gravada. Entretanto este tipo de estabilização exige que tanto o substrato como o filam sejam transparentes. A necessidade da utilização de materiais opacos e refletivos tais como substratos semicondutores ou filam metálicos requer que esta estabilização seja feita por reflexão. Esta configuração implica, em geral na mistura de diversas ordens (e não apenas duas dominantes como no caso da transmissão) cujas amplitudes dependem da refletividade dos materiais utilizados.

Neste trabalho é feita uma análise teórica e experimental da mistura de diversas ordens interferentes sob detecção síncrona. Nossos experimentos mostraram que para substratos de alta refletividade a estabilização por reflexão tem melhor desempenho que a estabilização feita por transmissão durante a gravação dos hologramas.

OTI/10.30/6a.

TC

LASER MONOMODO DINÂMICO TIPO RIDGE-DFB  
OPERANDO EM 1550 nm- Antonio C. Sachs, Cláudia M. A. Coghi, Ayrton A. Bernossi, Franklin M. Matinaga, Rubens do Amaral Neto, Antonio Carlos G. Bordeaux Rego - CPQD-TELEBRÁS, C.Postal: 1379, CEP: 13085 - Campinas-SF

Neste trabalho é descrito o desenvolvimento do laser, emitindo na região de 1500 nm, que possui um único modo longitudinal em condições dinâmicas de operação. A estrutura do dispositivo é a de um laser de realimentação distribuída (DFB) com confinamento óptico lateral tipo RIDGE WAVEGUIDE<sup>1</sup>. A realimentação é feita por uma grade de difração formada por processo holográfico sobre substrato de InP, com um período de 460 nm que permite a operação do laser em 1512 nm, realimentado pela segunda ordem da rede de difração. Camadas de InGaAsP foram crescidas epitaxialmente a partir da fase líquida (LPE) sobre o substrato corrugado. As condições de crescimento foram otimizadas para minimizar distorções na geometria da grade e preservar a amplitude da corrugação. A composição e espessura das camadas foram calculadas para a curva de ganho coincidir com o comprimento de onda de Bragg. A estrutura RIDGE foi feita com ataques químicos seletivos em condições adequadas para obtenção da geometria da mesa que delimita lateralmente a região de operação. Os dispositivos mostraram corrente limiar entre 40 - 50 mA para largura de mesa de 2,5 a 4 µm, resistência série de 5 ohms e operação em modo longitudinal único com razão de extinção para o modo secundário de até 39 dB. A melhor largura de linha espectral obtida foi de 7 MHz para 3 mW de potência óptica em operação contínua. A resposta à modulação de intensidade de corrente do laser apresenta frequência de corte (3 dB) superior a 3 GHz.

OTI/11.00/6a.

"LASER DFB SINTONIZÁVEL EM 1,55µm" - R. do Amaral Neto  
(CPQD-Telebrás, Campinas, SP), H. Jilmler & H. Burkhard  
(FTZ DBP/Telekom, Darmstadt, Alemanha).

Projetamos, fabricamos e caracterizamos lasers monomodo longitudinais do tipo DFB com a vantagem adicional de possuírem dois eletrodos N possibilitando sintonizabilidade na emissão.

A guia de onda é do tipo cogumele com base nas ligas de InGaAsP/InP. Foram utilizadas diferentes técnicas de crescimento epitaxial para fabricação do laser: LPE para a região ativa, MOCVD para o crescimento sobre a grade e VPE para o crescimento lateral de InP:Fe (Si). A grade foi feita por litografia de feixe de elétrons, com período de 0,23µm e uma defasagem de meio período ou duas de quarto de período, centralizadas nos lasers. As máscaras para definição de multicontato foram nosso projeto.

O fundamento físico que orientou o projeto foi o efeito de empilhamento de fônons nos pontos de defasagem da grade, que acontece apenas para o modo de Bragg. Assim os eletrodos afastados desses pontos têm uma dupla função: quando operando com baixas correntes eles favorecem a oscilação do modo de Bragg e sintonizam a sua emissão.

Em dispositivos com comprimento total de 300µm obtivemos limiares de até 25mA e razões de extinção do modo secundário melhores que 40dB. Para avaliar mais as suas sintonizabilidades intrínsecas fizemos medidas no modo pulsado de forma a evitar os efeitos térmicos nos lasers e garantir que a origem da sintonia vem do efeito de plasma. Nessas condições medimos sintonia contínua de mais de 1nm nos primeiros dispositivos testados.

OTI/11.15/6a.	LASERS DE GaInAsSb/GaAlAsSb DE BAIXA DENSIDADE DE CORRENTE LIMIAR EMITINDO EM 2,3µm - A.C.F.da Silveira, M.B.Z.Morosini, J.L.H.Perez, M.S.S.Loural, A.A.G.Von Zuben, E.J.F.PTez e N.B.Patel - UNICAMP - IFGW/DFAP/LPD - Campinas/SP.
<p>Lasers semicondutores fabricados com liga de GaSb, operando na região espectral de 2 a 5µm são de interesse para aplicações de espectroscopia, monitoramento ambiental e transmissão através de fibras à base de fluoretos. O nosso laboratório é um dos poucos, no mundo, a ter atividades de pesquisa nesta área. Utilizando GaInAsSb como região ativa e GaAlAsSb como camadas confinantes crescidas por epitaxia de fase líquida sobre substrato de GaSb, o LPD confeccionou lasers com densidades de corrente limiar (Jl) muito baixas, da ordem de 1/3 dos valores publicados (1), todos utilizando 27% de Al nas confinantes em estruturas planares com guilamento lateral por ganho. Neste trabalho vamos mostrar que o baixo Jl, da ordem de 2kA/cm<sup>2</sup>, pode ser atribuído à alta qualidade das heterointerfaces através de medidas de perdas internas dos lasers com valores em torno de 20cm<sup>-1</sup>. Será mostrado também que as curvas experimentais de Jl x d, onde d é a espessura da região ativa, coincidem com as previstas teoricamente, calculadas a partir de parâmetros conhecidos do material, o que não foi reportado anteriormente. De variação de Jl em função da largura das faixas de contato verificou-se que a difusão lateral de portadores é o fator predominante no aumento de Jl. O grande interesse em reduzir a corrente limiar para operação desses lasers em modo contínuo à temperatura ambiente levou-nos a confeccionar lasers com guilamento por índice. Resultados preliminares serão apresentados para lasers com estrutura tipo "Ridge".</p>	
<p>(1) J.L.H.Perez, M.B.Z.Morosini, A.C.Silveira and N.B.Patel - Proc.18<sup>th</sup> International Symposium on Gallium Arsenide and Related Compounds, Seattle, USA, 1991.</p>	
<p>Apoio: Telebrás, CNPq e Fapesp.</p>	

OTI/11.30/6a.	REDUÇÃO NA DENSIDADE DE CORRENTE LIMIAR NOMINAL EM LASERS DE GaInAsSb/GaAlAsSb POR AUMENTO DE Al NAS CAMADAS CONFINANTES - M.B.Z.Morosini, A.C.F.da Silveira, J.L.H.Perez, M.S.S.Loural, E.F.A.Von Zuben, A.A.G.Von Zuben e N.B.Patel - UNICAMP - IFGW.
<p>Lasers semicondutores emitindo na região de comprimento de onda de 2 a 5µm apresentam interesse devido a várias aplicações práticas potenciais tais como detecção e monitoramento de gases poluentes ou venenosos, espectroscopia molecular e comunicações ópticas através de fibras de fluoreto com baixas perdas. Heteroestruturas duplas (DH) com camada ativa de GaInAsSb e camadas confinantes de GaAlAsSb com casamento de parâmetro de rede ao substrato de GaSb reúnem os requisitos básicos para a fabricação da dispositivos lasers eficientes. Publicações recentes apresentam lasers DH com 27% de Al nas camadas confinantes com densidade de corrente limiar nominal (J<sub>nom</sub>) em regime pulsado de 8kA/(cm<sup>2</sup>.µm). Crescimentos realizados por epitaxia de fase líquida em nossos laboratórios com a mesma composição das confinantes apresentaram densidade de corrente limiar J<sub>l</sub> = 2,5kA/cm<sup>2</sup> para d = 0,5µm, resultando em J<sub>nom</sub> = 5kA/(cm<sup>2</sup>.µm), o que nos pode indicar melhor qualidade em nossas camadas e interfaces. Como quantidades crescentes de Al nas camadas confinantes aumentam o valor da energia da banda proibida assim como aumentam o batente de índice de refração entre estas e a camada ativa, mostraremos, neste trabalho, que com 55% de Al no GaAlAsSb obtivemos uma redução de J<sub>nom</sub> para 3,6kA/(cm<sup>2</sup>.µm) para lasers emitindo em 2,3µm e com temperatura característica (T<sub>0</sub>) de 65K. Publicações recentes reportem, para Al entre 34 e 40%, Jl entre 3,5 e 2 kA/cm<sup>2</sup>. O nosso valor da J<sub>nom</sub> e a redução de espessura da camada ativa para o valor ótimo de 0,3µm permite-nos esperar valores para Jl da ordem de 1,1kA/cm<sup>2</sup>, menores que todos os que já tenham sido reportados, tornando essas lasers viáveis para operação em regime contínuo.</p>	
<p>Apoio: Telebrás, CNPq e Fapesp</p>	

OTI/11.45/6a.	
<p><b>AMPLIFICADOR OPTICO SEMICONDUCTOR TIPO FABRY-PEROT</b></p>	
<p><b>Felipe Rudge Barbosa - CPqD, Telebrás, 13085 Campinas SP.</b></p>	
<p>Amplificadores Fabry-Perot (FPA), ao contrário de amplificadores de onda caminhante, podem atingir oscilação, com limiar muito bem definido. Este efeito de chaveamento abrupto, permite que sejam usados como chaves ópticas. Neste trabalho analisamos dados experimentais de um FPA, construído integralmente em nossos laboratórios. Apresentamos as características espectrais e eletro-ópticas (E-O) em função da temperatura de operação e largura de pulso de excitação. Observa-se histerese E-O no modo contínuo, com a possibilidade de usar o FPA como um comutador óptico (bistável), com ganho de variável de 4 a 10 dB.</p>	

OT1/12/90/6a.

### Manipulação de Pulsos Elétricos de Picosegundo e aplicações em Optoeletrônica Ultra-Rápida

A. Boskovic, Maksim Medvedvsky e Walter Margulis  
Departamento de Física, PUC/RJ, Rio de Janeiro 22452  
e-mail: WALTER @ BRLNCC.BITNET

Neste trabalho é descrito um método eficaz capaz de eliminar a geração de pulsos secundários em lasers de semicondutor trabalhando em regime de chaveamento de ganho. Foi desenvolvido um dispositivo eletrônico (PEPS - Picosecond Electronic Pulse Shaper) capaz de alterar a forma original dos pulsos elétricos incidentes no laser. Este novo pulso excita o laser e em seguida o polariza inversamente. Desta forma os portadores são retirados da região ativa do laser, evitando a geração de pulsos óticos duplos. Isto faz com que a potência média dos pulsos óticos aumente significativamente sem a geração de pulsos duplos.

OT1/12/15/6a.

### Lasers de diodo duplicados em frequência e aplicações à física atômica

M. Beverini\*, G.L. Genovesini\*, J.V.B. Gomes\*\*, E. Macconi\*\*,  
A. Messina\*, F. Strumia\*, G. Vissani\*

\* Dipartimento di Fisica, Università di Pisa  
\*\* Instituto de Física Gleb Wataghin, Unicamp

O uso dos lasers de diodo está abrindo novas perspectivas no campo da espectroscopia a laser. Em particular estamos interessados em dois comprimentos de onda de relevante interesse metroológico, a 422,7 nm, correspondente à transição ressonante  $S_0-P_0$  de Ca, e a outra em torno a 363 nm, correspondente ao múltiplo  $P-D$  do Mg.

Neste trabalho são mostrados resultados de estabilização e duplicação de lasers de diodo comerciais utilizando-se o cristal de  $KD^*O_2$  para obter o comprimento de onda de 422,7 nm e de  $LiIO_3$  e  $LiBO_3$  para 363 nm. Foram feitas varreduras em torno destes comprimentos de onda e observadas em detalhe a estrutura isóptica da transição ressonante do Ca e das transições  $P-D$  e  $P-D_2$  do Mg em feixes atômicos destes elementos. Resultados com uma cavidade de "enhancement" a 363 nm são também apresentados.

OT1/12/30/6a.

### REDUÇÃO DA LARGURA DE LINHA DIODO LASER USANDO RETORNO ÓTICO

M.B. Santos, A.M. Tuboy, S.A. Tonello, JR, V.B. Sagnato, M. Onã

FDSC/USP - Caixa Postal 369 São Carlos - SP 13560

A redução da largura de linha foi realizada em lasers de diodo estabilizados opticamente em corrente e temperatura. Estes lasers serão utilizados em espectroscopia de alta resolução. Para obter o estreitamento da linha de emissão usamos duas técnicas distintas: uma utilizando uma grade de difração e a outra usando uma cavidade Fabry-Perot.

A grade de difração e o diodo constituem uma cavidade estendida na configuração de Littrow, onde a primeira ordem de difração é reinjetada no diodo em regime de forte acoplamento. A existência de reflexão na face de saída do diodo impede uma boa estabilidade do nosso sistema. A segunda configuração utiliza uma cavidade Fabry-Perot, que funciona como um duplamente de frequência. Um dos feixes de transmissão do Fabry-Perot retorna ao laser resultando num acoplamento de frequência de emissão com a cavidade externa, além de reduzir a largura espectral da emissão.

Supporte Financieiro CNPq

**PAINÉIS**  
**OTI - Ótica**

OTI 109/14.00/3a.

### A Liga $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$ como elemento absorvedor saturável

Leandro H. F. Andrade, Carlos H. Brito Cruz  
Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP

CEP: 13081, Campinas, SP, Brasil  
M. A. Sadloň, CPqD Telebrás, Campinas, SP, Brasil

Ajustamento de modos passivo ou híbrido requer absorvedores saturáveis com tempos de recuperação que sejam curtos em relação ao tempo de recuperação do ganho. Geralmente corantes adequados são usados tais como a combinação DODCI com E6G no laser CPM ("colliding pulse mode-locked dye laser"). Materiais semicondutores também são materiais interessantes para serem usados como absorvedores saturáveis por causa de suas altas não linearidades.

Neste trabalho caracterizamos o  $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$  como um material interessante a ser usado como absorvedor saturável em torno de 620 nm. Além de medidas de "pump and probe" neste material usando um laser CPM, medimos um tempo de recuperação do "bleaching" da absorção, para 6% do seu valor máximo, de 130 fs. Um "bleaching" de 6% se mantém por alguns ns.

A variação da absorção no pico da saturação corresponde a  $\Delta T/T = 5\%$ . É medida a energia de saturação deste material por pulsos de 60 fs derivados de um CPM. No momento, trabalhamos para usar este material com absorvedor saturável no laser CPM em substituição ao DODCI.

OTI 110/14.00/3a.

### O SELF-STEEPENING DOS PULSOS ÓPTICOS EM MEIOS DISPERSIVOS: UMA SOLUÇÃO ANALÍTICA EXATA

J.R. de Oliveira, Marco A. de Moura, J. Miguel Hickmann e  
A.S.L. Gomes

Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Apresentamos uma análise teórica da Equação Não-Linear de Schrödinger Modificada (ENLSM) pelas inclusões dos termos do self-steepening e da perda óptica. O self-steepening dá origem a uma dependência na velocidade de grupo com a intensidade na extremidade do pulso produzindo uma distorção temporal e uma assimetria no espectro do pulso levando ao desenvolvimento da formação do choque óptico. A perda leva a uma deterioração na qualidade da largura e uma atenuação na intensidade do pico do pulso. Como resultado, a solução analítica foi encontrada para a propagação do pulso em meio dispersivo. Os resultados são aplicados particularmente no caso de propagação de pulso em fibras ópticas na qual o papel da dispersão foi analisado e o comportamento temporal assimétrico foi encontrado.

OTI 111/14.00/3a.

### ATAQUE ANISOTRÓPICO EM VIDRO PARA LITOGRAFIA DE COMPONENTES ÓPTICOS

Aparecida do Carmo S. Almeida, João Petrucio e Carlos R. A. Lima

-Laboratório de Óptica - Unicamp

Marco A.R. Alves, J. Godói Filho e Edmundo R. Braga

-L.S.D. - Unicamp

A. Celso Ramos - LPD - Unicamp

A litografia de estruturas em relevo em materiais passivos como o vidro tem grande interesse para a confecção e integração de componentes ópticos holográficos.

Vários experimentos foram realizados em sistemas do ataque por plasma visando encontrar as melhores condições de ataque em substratos de vidro protegidos com filmes de fotorrésinas positivas e de alumínio. Foram testados 2 sistemas diferentes de ataque por plasma assim como diversos gases como  $CF_4$ ,  $SP_4$  e  $CF_4 + O_2$ .

A caracterização dos ataques atualmente produzidos na escala de 50  $\mu m$  foi feita através da microscopia óptica e de interferência.

OTI 112/14/00/5a.

DETERMINAÇÃO DA ANISOTROPIA ÓPTICA EM GUIAS DE ONDA PLANARES DE  $PbF_2$  E  $CeO_2$ Sérgio Brito Mendes, Renato Fahter e Flávio Borovits  
Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS

Recobrimentos de  $PbF_2$  sobre vidro com baixa birrefringência foram caracterizados para permitir concordância fidedigna entre resultados dos experimentos de guia de onda e prismas acoplador e espectrofotometria da transmissão. A suposição usual de isotropia af subentendida torna-se, entretanto, inatendível para recobrimentos de  $CeO_2$  depositados obliquamente ( $58,3^\circ$ ). Torna-se então necessário considerar explicitamente a microestrutura do filme para obter boa correlação entre as medidas por modos guiados ( $n_2 = 1,78 \pm 0,03$ ) e por curvas envoltórias ( $n_2 = 1,794 \pm 0,002$ ), discutidos, assim como os demais índices de refração ao longo dos eixos principais de simetria do material.

OTI 113/14/00/5a.

## TRANSFORMADOR DE IMPEDÂNCIAS EM LINHA DE TRANSMISSÃO E SUA APLICAÇÃO EM OPTOELETRÔNICA DE ALTA VELOCIDADE

M. G. B. Sarvelho, M. Marzulli (Dep. Física - PUC/Rio) e J. B. Souza\* (CETUC - PUC/Rio)

Aplicações de optoeletrônica de alta velocidade, como comunicações ópticas, frequentemente utilizam componentes, tais como diodos lasers e fotodiodos avalanche e PIN, que apresentam baixa impedância de entrada, tipicamente na faixa de 3 a 10  $\Omega$ . Esta impedância e a capacitância residual do componente determinam a largura de banda do sistema, através de constante de tempo característica RC. Embora a capacitância residual tenha sido reduzida por meio dos progressos recentes nos processos de fabricação dos componentes, permitindo um aumento na velocidade de operação, pouca atenção tem sido dedicada ao fato de que os diodos lasers e fotodiodos de alta velocidade normalmente são acoplados a circuitos com impedância de 50  $\Omega$ , o que continua limitando a largura de banda do componente e dificulta o aproveitamento de pulsos elétricos curtos. Com o objetivo de minimizar esta problema, foi desenvolvido um transformador de impedâncias, de larga banda passante, em linhas de transmissão planares, onde a impedância varia continuamente, ao longo do dispositivo, entre 50  $\Omega$  na entrada e, aproximadamente, 3  $\Omega$  na saída. Inicialmente, foi construído um transformador com linha de transmissão impressa em substrato de alumina, com constante dielétrica em torno de 10. Embora este transformador tenha sido usado com vantagem, em relação ao acoplamento convencional, para a alimentação de diodo lasers com pulsos elétricos curtos e permitido maior largura de banda em sistemas empregando lasers semicondutores e fotodiodos, suas grandes dimensões (comprimento de  $\approx 6$  cm) dificultam a integração de componentes e circuitos. Foi, então, construído um outro transformador em substrato de constante dielétrica 80, com dimensões reduzidas (comprimento de 12mm). Este transformador, cuja caracterização de microondas mostrou perda de inserção inferior a 3 dB até 13 GHz e perda de retorno melhor que 15 dB até 18 GHz, foi usado na alimentação de um fotodiodo, iluminado por pulsos de um laser semiconductor em regime de "mode-locking", com excelentes resultados, análogos ao do transformador de alumina.  
(Este trabalho foi suportado pela TELEBRÁS e pelo CNPq.)

OTI 114/14/00/5a.

## ABSOLUTE FREQUENCY STABILISATION OF A LASER DIODE BY SATURATED ABSORPTION OPTICAL FEEDBACK

M. ORIACI, D. BLOCH, and M. DUCLOY.

Lab. de Phys. des Lasers/ Univ Paris-Nord.

In the work presented here, a direct absolute frequency stabilisation is realized thanks to an optical feedback originating from a saturated absorption signal in an optically thick sample. The optical scheme is essentially based both upon retroreflection of the emitted laser beam (thanks to an external mirror), and on insertion of an atomic vapor cell into this optical path. For a natural diode frequency - i.e. without optical feedback - located within the Doppler-broadened absorption end for sufficient vapor density, the optical feedback is eliminated (total absorption), except in the vicinity of the saturated absorption peaks. As a result, the laser emission has a reduced linewidth, and its frequency gets locked onto an absolute reference, as already show in preliminary experiments on a 2 cm Cs cell at  $T=30^\circ C$ . This should provide a simple, and rather cheap, method to get an optical clock from a diode laser, with an accuracy at least governed by the natural width of the considered transition. Promising applications are expected as well in the field of coherent telecommunications, as for various spectroscopic experiments, including absolute frequency control of laser beams in optical cooling.

OTI 115/14.00/3a.

**LASER DE DIODO COM CAVIDADE EXTERNA**

**Tomaz Catunda** - Inst. de Física e Química de São Carlos

O maior problema de utilização de lasers de diodo comerciais em espectroscopia é que se tem acesso a apenas 30% do espectro total de sua curva de ganho. Isto ocorre porque sua cavidade interna é muito pequena, consequentemente os espaçamentos entre os seus modos é grande (150GHz). O laser pode ser sintonizado através da variação da sua temperatura pois tanto sua curva de ganho quanto o tamanho de sua cavidade dependem sensivelmente da temperatura. Entretanto, a taxa de variação ( $nm/^{\circ}C$ ) não é a mesma para estes dois fatores por isso a sintonia do laser só é contínua num intervalo de 0.1nm, depois o laser pula de modo deixando um intervalo 0.3nm inacessível. A melhor maneira de solucionar esta problema é colocar um filme anti-refletor, na face da saída do laser e fechar a cavidade externamente com uma rede de difração. Neste caso, pode-se obter uma sintonização contínua de laser (20nm) variando-se o ângulo da rede. Neste trabalho descrevemos os resultados obtidos com a evaporação de filmes anti-refletores em lasers de diodo comerciais, visíveis (670nm) e infravermelhos (780nm), para utilização em configuração de cavidade externa.

OTI 116/14.00/3a.

**VELOCIMETRIA DOPPLER PARA MEDIDA DA RESPOSTA À FREQUÊNCIA DE FOTODETECTORES.**

A.A.Freschi, A.A.Kashilin\*, J. Frejlich

Laboratório de Óptica, Instituto de Física, Unicamp

\*A.F. IOFFE Physical-Technical Institute, St. Petersburg, Russia

Um novo método para medida da resposta à frequência de fotodetectores, baseado em técnicas de velocimetria doppler, é apresentado.

Um dos espelhos de um interferômetro de Michelson é substituído pela superfície difusora de um alto falante comercial. O padrão de interferência gerado apresenta uma modulação de intensidade luminosa de frequência proporcional à velocidade instantânea da região iluminada do alto falante. Assim, um sinal óptico de frequência variável é produzido, permitindo a caracterização do fotodetector de interesse de maneira fácil e precisa. Frequências variando de 0 a alguns MHz podem ser produzidas, dependendo da amplitude e frequência de oscilação do alto falante. O pequeno intervalo de tempo necessário para a medida torna esse método praticamente insensível às fontes usuais de ruído em interferometria. A resposta à frequência do fotodetector pode ser determinada independentemente das características de construção do alto falante.

OTI 117/14.00/3a.

**Registro de Hologramas em Cristais de  $LiNbO_3$  Dopados com Ferro**

**Oliveira, P. W. & Canian, A. M.<sup>1</sup>** - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP.

Nos últimos anos tem crescido o interesse no estudo de cristais foto-refrativos para a aplicação em memórias óticas holográficas. O cristal foto-refrativo de  $LiNbO_3:Fe$  apresenta em sua estrutura íons de  $Fe^{+3}$  e  $Fe^{+2}$ , que quando submetidos a uma modulação espacial de intensidade de luz, alteram o índice de refração através da mudança de sua valência ( $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ ).

Neste trabalho apresentamos registros de hologramas interferométricos em cristais de  $LiNbO_3$  dopados com ferro e crescidos em nosso departamento pelo método Czochralski.

<sup>1</sup> Bolsista FAPESP



### Estudo do Efeito Foto-refrativo do $\text{LiNbO}_3$ por Mistura de Ondas

Oliveira, P. W. & Casiani, A. M.<sup>1</sup> - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP.

Neste trabalho estudamos a caracterização de substratos para a produção de guias de ondas utilizadas para fins óticos e acústicos. Desse modo necessitamos inicialmente caracterizar o substrato em termos de suas propriedades fundamentais, tais como índice de refração, condutividade, "optical damage" e foto-refratividade.

Em nosso experimento utilizamos uma montagem clássica de mistura de duas ondas, onde dois feixes de laser de Argônio (CW em  $\lambda = 514\text{nm}$ ) se interferem sobre um cristal de  $\text{LiNbO}_3\text{:Fe}^{3+}$ , produzindo uma modulação espacial de índice de refração e formando assim uma rede de difração induzida. A eficiência de construção e destruição dessa rede é medida através de um feixe de prova de um laser de He-Ne. Nossos resultados experimentais têm comprovado a viabilidade da utilização dos cristais de  $\text{LiNbO}_3$  (crescidos em nosso departamento) como substratos eficazes para as guias de ondas.

<sup>1</sup> Bolsista FAPESP

### CRITÉRIOS PARA SE PROJETAR REDES DE DIFRAÇÃO

Lyra E. da Costa e Lucilla Ceszko  
(Laboratório de Óptica - IFGW - UNICAMP)

Eficiência de difração, resolução e comprimento de onda de "blazed" são necessidades pré-estabelecidas nas redes de difração para espectroscopia.

Para se projetar uma rede que satisfaça estas necessidades é preciso encontrar os parâmetros físicos da rede tais como número de linhas, área da rede, profundidade e formato dos sulcos.

O cálculo destes parâmetros, a partir do espectro de difração pré-estabelecido, na maioria das vezes, não pode ser feito diretamente resolvendo-se o problema de difração inversa. Na realidade é feito o contrário, dados os parâmetros físicos, calcula-se a difração resultante, com base nas equações de Maxwell.

Para alguns tipos particulares de redes os resultados destes cálculos foram organizados na forma de um nomograma contínuo.

Neste trabalho é mostrado como calcular estes parâmetros físicos, discutindo-se as condições em que o nomograma pode ser empregado.

### CARACTERIZAÇÃO DE REDES DE DIFRAÇÃO HOLOGRÁFICAS

Bernardo de A. Mello e Jaime Frejlich  
(Laboratório de Óptica - DFESOM - IFGW - UNICAMP)

Descrevemos o espectrômetro automatizado montado em nosso laboratório para medir a curva de eficiência da 1ª ordem de difração na montagem de Littrow das redes holográficas fabricadas no laboratório. As curvas mostram que as redes holográficas se comportam como redes "blazed", o que tem grande importância prática. As curvas de eficiência permitem também avaliar a profundidade dos sulcos gravados, o que é de fundamental importância para monitorar o processo de fabricação das redes.

Apoio: FINEP/PADCT

OTI 121/14/00/5a.

#### CONSTRUÇÃO DE FILTROS ESPACIAIS POR COMPUTADOR

Antonio Taveres da Costa Jr., Denis Cristiano  
Reigada, Ansel Alberto Tagliaferri, José Ernesto Urag.  
Universidade Federal Fluminense, Instituto de Física, Laboratório de Óptica, Duteiro de S. João Batista, s/n, CEP 24020, Niterói, R.J.

Filtros espaciais são dispositivos com várias aplicações em óptica, podendo ser utilizados em processamento de imagens, reconhecimento de padrões, etc... Nosso trabalho consiste no desenvolvimento de um método simples para construção de filtros espaciais, utilizando um computador e filme fotográfico comum. Apresentamos, além deste novo método, um padrão de difração de Fraunhofer bem pouco usual, gerado por um filtro supostamente retangular obtido pelo nosso método, e uma explicação para este padrão. Alguns resultados são apresentados, bem como uma proposta para outro método mais eficiente de construção.

OTI 122/14/00/5a.

#### PERFILOMETRO INTERFERENCIAL

Carlos Frederico Oldenius e A.A. Tagliaferri  
Lab de Óptica-Instituto de Física  
Universidade Federal Fluminense

Apresentamos um método que permite medir o perfil de uma superfície utilizando métodos interferenciais. Um interferômetro de Michelson iluminado com luz branca junto a um dispersor produz um espectro casado. Desta maneira é possível obter informação de uma coordenada particular da superfície em questão. Um segundo sistema espectroscópico ligado a um filtro espacial faz a codificação cromática da superfície analisada permitindo assim ter acesso ao perfil da superfície toda.

OTI 123/14/00/5a.

#### EFEITO DE ABERRAÇÕES DE TERCEIRA ORDEM SOBRE A FUNÇÃO DE TRANSFERÊNCIA ÓPTICA TRIDIMENSIONAL.

Oswaldo L. B. Martins, Sadoe Isotani, Akiyoshi Nakukemi (UFDFP)

Ao longo das últimas duas décadas o método da Função de Transferência Óptica Bidimensional (FTD-2D) se firmou como importante ferramenta na avaliação e na análise da imagem "plana" formada por sistemas ópticos clássicos: refratores e/ou refletores.

Mais recentemente, com o desenvolvimento de sistemas formadores de imagem tridimensional tal como microscópios 3D, visão robótica, endoscopia, etc e, também, dos métodos de restauração de imagens 3D, os estudos sobre FTO tridimensional ganharam impulso.

Neste trabalho estudamos o efeito sobre a FTO-3D das cinco aberrações de terceira ordem: esférica, estigmatismo, coma, curvatura de Petzval e distorção. Procuramos obter expressões da FTO-3D para cada aberração e a partir das quais podemos obter o espectro, em frequência espacial, de seu módulo e de sua fase e observar as degradações introduzidas pela aberração.

Baseado na teoria da transferência óptica desenvolvida por Frieden (1), realizamos os cálculos para aberração esférica, seguindo o mesmo procedimento de Wang (2). No momento, estamos o trabalho para as quatro aberrações restantes.

- (1) Frieden, B.K. "Optical Transfer of the Three Dimensional Object" J. Opt. Soc. Am. 57,1, p.56 (1967)
- (2) Wang, Shu-1; Frieden, B.K. "Effects of third-order spherical aberration on the 3-D incoherent Optical Transfer Function" Appl. Opt. 29,16, p24224 (1990)

OTI 124/14.00/8a.

POLARITONS EM CILINDROS ANISOTRÓPICAS SOB A AÇÃO DE UM CAMPO MAGNÉTICO ESTÁTICO. Ronaldo P. Vasconcelos (UFC), Gil A. Farias (UFC), Newton Y. Oliveira (UFC), Nelson S. Almeida (UFPA).

Analisamos a propagação de polaritons confinados em antiferromagnetos uniaxiais, em geometria cilíndrica sob a ação de um campo magnético estático. A relação de dispersão para os polaritons foi obtida considerando a propagação dos modos na direção do eixo do cilindro. Observamos que a propagação dos polaritons apresenta não-reciprocidade com relação ao sentido do campo magnético externo.

OTI 71/14.00/8a.

QUADRATIC TIME-DEPENDENT HAMILTONIAN AND THE SQUEEZING PHENOMENON

B. Basella, S.S. Mirrehs<sup>2</sup> and H.H.T. Moussa<sup>3</sup>

We consider the most general Time-Dependent (TD) quadratic Hamiltonian written in terms of the bosonic operators  $a$  and  $a^\dagger$ . We verify that it represents either a charged particle subjected to a harmonic motion and immersed in a TD uniform magnetic field, or, a single mode photon field going through a squeezing medium. We solve the TD Schrödinger equation by a method that uses, sequentially, a TD unitary transformation and a TD invariant diagonalization; the exact solution is formed by a family of an (countable) infinite number of states. Moreover, we obtain the evolution operator and write the operators  $a_t$  and  $a_t^\dagger$  in the

Heisenberg picture; thus, the variances of the quadratures are calculated straightforwardly and the results for some special situations are presented as an illustration of the squeezing phenomenon.

<sup>1</sup> Departamento de Física, UFPA, João Pessoa, PB.

<sup>2</sup> Departamento de Física, UFSCar, São Carlos, SP.

<sup>3</sup> Instituto de Física e Química de São Carlos, São Carlos, SP.

OTI 72/14.00/8a.

INVESTIGAÇÃO DE COMPRESSÃO EM SISTEMA DESCRITO POR HAMILTONIANA QUADRÁTICA

B. Basella e C.A. Bonato

Depto. de Física, Universidade Federal da Paraíba, 58000 J. Pessoa (PB)

Num procedimento alternativo ao trabalho de Yamamoto [J.Opt.Soc.Am.B,1645 (1987)], empregamos a descrição de Schrödinger mais a técnica de ordenação normal para operadores, para investigar geração de compressão por Hamiltoniana quártica:  $H = Xa^2a^{\dagger 2}$ . O problema só é solúvel numericamente, levando a compressão tipo "número-fase" [Ref. cit.]. Porém, na aproximação da quadratização da Hamiltoniana, o problema fica sendo exatamente solúvel, levando a compressão tipo "quadratura", em vez de "número-fase".

OTI 73/14.00/6a.

EFEITOS QUÁNTICOS EM CIRCUITO LC FORÇADO: COMPRESSÃO

B.Baseia e A.L. de Brito  
Depto.de Física,CCEN, UFPB- João Pessoa (PB)

Assumindo que a indutância em um circuito elétrico LC forçado é uma função dependente do tempo, então a quantização de um tal sistema mostra que seu estado evolui para um estado comprimido se o estado inicial é coerente. O procedimento utiliza método de Louisell [ Quantum Statistical Properties of Radiation (John Wiley & Sons Inc.,NY(1973) ) ] para a quantização, mais um recente método [ A. De Brito e B.Baseia, Phys. Rev. A10,4097(1990)], que aplica novos operadores de criação e aniquilação para osciladores t-dependentes. Modulação da compressão fica dispénivel pelo controle externo da variação temporal da indutância.

OTI 74/14.00/6a.

GERAÇÃO DE COMPRESSÃO EM OSCILADORES EM CAMPO MAGNÉTICO UNIFORME E DEPENDENTE DO TEMPO

B.Baseia  
(\*) Depto.de Física,CCEN,UFPB -58000 JOÃO PESSOA,PB

Um recente trabalho de Bechler [ Phys. Lett.A130,481(1988) ] investiga (e obtém) geração de compressão para um oscilador carregado num campo magnético uniforme e constante. Perseguindo essa linha, setendemos a investigação para o caso de um oscilador carregado, que pode ser uma carga, num campo magnético também uniforme, mas que é dependente do tempo. Nesse caso, a aplicação dos novos operadores de Rajagopal e Marshall [Phys. Rev.A26,2977 (1982) ] permite mostrar que esse sistema assim generalizado também exhibe compressão nas quadraturas, os resultados de Bechler [ Ref. Cit. ] emergem do como caso particular.

OTI 75/14.00/6a.

SQUEEZING IN A LC - CIRCUIT HAVING A TIME -DEPENDENT INDUCTANCE

C. M. A. DANTAS , V. S. BAGNATO e B. BASEIA \*

INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP

\* UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Mostramos que um circuito LC quantizado tendo uma indutância variando no tempo pode produzir estados comprimidos que são estados caracterizados por possuírem a flutuação em uma das duas quadraturas de amplitude de fase, reduzido abaixo do ruído quântico.

Resultados foram obtidos utilizando representações de Schrödinger e Heisenberg.

## QUASIPROBABILIDADES NÃO-DIAGONAIS

Fernando A. M. de Oliveira

Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco

Operadores de deslocamento e de ordenamento não-diagonais são introduzidos, de forma que uma correspondência  $\hat{a} \rightarrow \alpha$ ,  $\hat{a}^\dagger \rightarrow \beta$  entre os operadores de aniquilação  $\hat{a}$  e criação  $\hat{a}^\dagger$ , e as variáveis complexas  $\alpha$  e  $\beta$  pode ser definida. A existência de quasiprobabilidades não-diagonais (QPN) é demonstrada para qualquer ordem e qualquer estado, podendo serem sempre escolhidas como funções positivas e bem comportadas. As quasiprobabilidades diagonais de Cahill e Glauber são obtidas como casos particulares. Se a QPN satisfaz uma equação tipo a de Fokker-Planck (com alguma aproximação dependente da ordem  $n$ , se preciso) então a difusão é não-negativa, de forma que equações diferenciais estocásticas são bem definidas. Um método para se obterem as equações diferenciais estocásticas diretamente das equações para operadores é descrito, semelhante ao método de Langevin, mas considerando os  $c$ -números  $\alpha$  e  $\beta$  como independentes um do outro. O formalismo mais geral de Agarwal e Wolf inclui todas as ordens de Cahill e Glauber bem como ordens envolvendo posição e momento, (assim como as ordens padrão (operadores de posição à esquerda dos de momento) e anti-padrão (oposta à ordem anti-padrão)). A extensão do formalismo de Agarwal-Wolf para o caso não-diagonal é obtida.

## QUASIPROBABILIDADES POSITIVAS: TUNELAMENTO QUÂNTICO

Fernando A. M. de Oliveira

Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco

O oscilador paramétrico degenerado (OPD) é um sistema que acopla um modo de frequência  $\omega$  da radiação com seu segundo harmônico, através de uma susceptibilidade ótica de segunda ordem. Este sistema tem atraído muito interesse recentemente, pois o OPD gera estados comprimidos. Acima do limiar e no limite de baixa amortecimento não-linear, este sistema possui dois estados estacionários estáveis de mesma energia mas polarizações opostas. Eventualmente, um tunelamento quântico entre estes dois estados pode acontecer, provocado por flutuações quânticas. O tempo médio de tunelamento para este sistema tem sido calculado por vários autores, com valores diferindo por ordens de grandeza. Apesar de o tempo de tunelamento já ser conhecido com precisão, ainda há discordância quanto à origem da discrepância em alguns cálculos. Através da simulação da dinâmica deste sistema, demonstramos que algumas dos cálculos existentes na literatura, usando a função de Wigner, podem dar um resultado muito mais próximo do exato, desde que termos devidos ao ruído quântico sejam corretamente incorporados.

## DIFRAÇÃO NO ESPAÇO DE FASES

Fernando A. M. de Oliveira - Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco e C. A. M. Duarte, e El. Soares - Departamento de Física, CCEN - Universidade Federal da Paraíba

Mostramos que uma superposição  $|\psi\rangle$  obtida de  $|\psi_0\rangle$  pela ação de alguma operação  $\hat{T}(t)$  resulta em uma distribuição do número de fótons separável em dois fatores: um é o termo de interferência da ótica clássica; o outro é um termo de difração o qual é proporcional ao produto escalar entre o estado  $|\psi_0\rangle$  e o estado  $|\psi\rangle$ , e é análogo ao fator de forma da difração clássica. A distribuição do número de fótons  $P_n$  possui um caráter oscilatório. Nós temos assim a grade de difração no espaço de fase. Um tal estado de superposição poderia ser denominado estado de  $N$  fótons, porque possui algumas das características do "estado coerente de dois fótons", ou talvez estado de grade de  $N$  fótons. Apresentamos como exemplos as superposições de cinco estados girados: (a) vácuo comprimido; (b) estados coerentes; (c) estados de "amplitude" de quadratura comprimidos e (d), estados de "fase" de quadratura comprimidos. Eles tem a distribuição de número não-nula apenas para múltiplos do número cinco. Sem qualquer aproximação, nossos resultados são exatamente válidos, mesmo que apenas um estado apareça na superposição, assim os conceitos de difração e interferência estão visíveis de uma forma direta, de forma que mesmo os trabalhos de Schleich e Wheeler podem ser agora muito mais facilmente compreendidos. Além disso, uma nova interpretação para o produto escalar no espaço de Hilbert pode ser considerada, como a difração no espaço de fase. A vantagem com respeito às interpretações anteriores é que predições podem ser baseadas na intuição física, por exemplo, pode-se prever sem cálculos se a distribuição do número de fótons é uma função oscilatória.

OTI 79/14/00/6a.

EVOLUÇÕES PARA "OPTICAL MOLASSES" DE VIDA LONGA.  
L. Maçassas, G. Suardovich, P. Oca, S. Zilio, V. Bagnato - J.F.Q.S.C. - U.F.C.A.

Átomos sujeitos a lasers contrapropagantes com frequências abaixo da ressonância sofrem uma força viscosa que produz redução da energia causando o freio da amostra atômica. Este sistema é normalmente referido como "Optical Molasses". Devido as flutuações introduzidas pela emissão espontânea os átomos neste meio sofrem também um aquecimento produzindo um movimento aleatório que limita o tempo de permanência do átomo no "molasses". Normalmente em condições ótimas este tempo é da ordem de 1seg. Observa-se, no entanto, que promovendo um desalinhamento adequado dos feixes é possível obter tempos de vida para átomos no "molasses" até 10 vezes maior. Neste trabalho simulamos em computadores o processo de "molasses" levando em conta a existência de forças de push devido ao perfil gaussiano do feixe. Devido a existência destas forças obtivemos tempos de vida mais longos. Um estudo completo com a dependência do tempo com vários parâmetros foi realizado. Nosso modelo concorda muito bem com observações experimentais.

(Suporte: FAPESP, CNPq, BJD - U.S.P., FINEP)

OTI 80/14/00/6a.

ESTUDO DO PROCESSO DE DIFUSÃO TRANSVERSAL DURANTE A DESACELERAÇÃO DE FEIXES ATÔMICOS. C.F.M.Faria, S.C.Zilio e V.S.Bagnato, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos, SP.

Durante o processo de desaceleração de átomos pela técnica do ajuste Zeeman, átomos absorvem fótons de um laser contrapropagante na direção longitudinal (z). Cada fóton absorvido transfere  $\hbar k$  de momentum na direção z, porém a emissão espontânea retransmite  $\hbar k$  em direção aleatória. Como consequência a emissão introduz no processo uma difusão transversal (x,y) dos átomos. O resultado disto é uma divergência do feixe atômico. Este processo é um dos limitantes para o uso de feixes desacelerados em experimentos de colisão física de superfície, etc. Neste trabalho realizamos modelos analíticos e numéricos para estudo do processo de difusão transversal do feixe durante a desaceleração. A divergência do feixe é investigada para várias condições de frequência do laser e distribuição inicial de velocidade.

(Suporte: FAPESP, CNPq, FINEP)

OTI 81/14/00/6a.

OBSERVAÇÃO DE FRANJAS DE RANSLEY COM DOIS CAMPOS ÓTICOS NUM FEIXE DE SÓDIO- E. Marega Jr., V.S.Bagnato e S.C.Zilio - Instituto de Física e Química de São Carlos-USP.

Franjas de Ransley foram observadas num feixe de Sódio, mediante transições Raman estimulada entre os níveis do estado fundamental  $3S_{1/2}$  (F=1) e  $3S_{1/2}$  (F=2), separados por 1772MHz. As duas frequências óticas são provenientes de um mesmo laser de corante (Coherent 699-21), e geradas através de um modulador eletro-ótico, fazendo com que o "jitter" relativo entre os campos seja o mesmo, ou seja, a coerência temporal é preservada. Para distâncias típicas de 15 cm entre as regiões de interação, dos campos com o feixe atômico, obtivemos larguras de linha da ordem de 5KHz.

Apoio: FAPESP

OTI 82/14.00/6a.

## REGIME NÃO-LINEAR DO APRISIONAMENTO MAGNETO-ÓPTICO DE ATOMOS.

S. S. GURDUSOVICH, H. Oriq, V. S. Rogozko  
Instituto de Física e Química de São Carlos/Cx. Postal 369 - 13560 São Carlos

Presentemente átomos podem ser aprisionados à partir de vapores em células relativamente frias (às vezes temperatura ambiente). Nessas configurações, o número de átomos aprisionados ( $N$ ) deve ser considerado como um importante parâmetro. Este número normalmente representa um balanço entre a taxa de captura ( $R$ ) e taxa de perda ( $1/2$ ) determinado por condições com átomos não aprisionados. Neste caso, a equação para  $N$  obedece:

$$\frac{dN}{dt} = R - \frac{N}{\tau} \quad (1)$$

O estado estacionário é alcançado para  $N = R\tau$  que é um número que independe da densidade ( $n$ ) no vapor (1) pois  $R \propto n$  e  $\tau \propto n^{-1}$ . Esta aproximação é válida somente quando  $N \ll nV$  ( $V$  = volume da célula), onde fica claro que para pequenos volumes esta condição será violada e neste caso o máximo número aprisionado é bastante alterado. Para o regime onde o número no vapor é aprisionado não compatíveis,  $\tau \rightarrow n(1 - \frac{N}{nV})$  e o lado direito da equação (1) toma a forma  $n(R' - N/\tau')$ , com  $R'$ ,  $\tau'$  independente da densidade. Neste novo regime, muitas vezes não é possível atingir estado estacionário. Em alguns casos é possível mostrar que mais da metade das partículas presentes podem ser aprisionadas. (Supporte - Fapesp, CNPq)

(1) C. Houches, et al. Phys. Rev. Lett. 21, 1571 (1990)

OTI 83/14.00/6a.

## Colimação com laser de um feixe de cálcio resfriado

M. Beverini\*, J. V. B. Gondim\*, E. Maccioni\*, F. Strumia\*, G. Vissani\*

\* Departamento de Física, Università di Pisa

\*\* Departamento de Eletrônica Quântica, IFGW, Unicamp

São mostrados os resultados preliminares da colimação com laser de um feixe de cálcio resfriado no estado fundamental. O feixe atômico é resfriado com um laser de corante com stilbene 3 fixo na transição  $^3P_1 - ^3S_0$  a 422,7 nm. Uma fração do feixe do laser passa por um modulador acusto-óptico que desloca a frequência de aproximadamente 100 MHz. Depois de passar pelo modulador, esta radiação é mandada ortogonalmente ao feixe de cálcio, provocando um efeito de colimação.

OTI 84/14.00/6a.

## ESTUDO TEÓRICO DA ESPECTROSCOPIA DE SATURAÇÃO EM MEIOS ÓTICAMENTE ESPESOS

O. Di Lorenzo-Filho\* e J. R. Rios Leite.  
Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco,  
50739, Recife, PE, Brasil.

Experimentos de absorção saturada em meios ópticamente espessos, com o objetivo de se obter sinais com largura subnatural e com altíssimo contraste, foram realizados por Svanberg et al [1]. O resultado dos cálculos que levaram a previsão de largura subnatural foram feitos na aproximação de equações de taxa. Experimentalmente os autores não conseguiram obter sinais com largura abaixo da natural, embora tenham observado o estreitamento da linha por efeito de propagação. Experimentos em gás molecular e cálculos mais precisos [2], que consideram os efeitos de coerência, mostram que não se obtém largura de linha "subnatural" para o caso do sistema de dois níveis com alargamento determinado por colisões que depopulam os níveis de energia.

Neste trabalho estudamos o efeito da propagação na absorção saturada para em um meio formado por sistemas de níveis abertos e fechados. Utilizamos o formalismo da matriz densidade para calcular o coeficiente de absorção de um feixe de baixa intensidade incidindo na célula ao mesmo tempo em que incide um feixe saturante copropagante ou contrapropagante.

(\*) endereço permanente: Departamento de Física - Universidade Federal da Paraíba,  
58059, João Pessoa, PB, Brasil.[1] S. Svanberg, G.-Y. Yan, T.P. Duffey, W.-M. Du, T. W. Hansch and A.L. Schawlow;  
J. Opt. Soc. of Am. B4, 462 (1987).[2] O. Di Lorenzo-Filho, P. C. de Oliveira and J. R. Rios Leite, Opt. Lett. 16, 1758  
(1991).

OTI 85/14/00/6a.

EFEITO HANLE NÃO-LINEAR EM LASERS NO IVL

E.M.TELLES, A. SCALABRIN, D. PEREIRA - IFGW - UNICAMP

RESUMO

Utilizamos uma cavidade laser IVL híbrida para verificarmos efeitos de campos elétricos externos sobre a potência de saída das linhas laser IVL. Um aumento na potência de saída de várias linhas é observado para campos da ordem de  $10^3$  V/cm. Este comportamento é entendido através do efeito HANLE NÃO-LINEAR que prediz um aumento na absorção saturada para qualquer transição quando a degenerescência entre as transições  $\Delta M = \pm 1$  é removida com respeito a largura de linha homogênea por meio de um campo externo. O aumento na potência de saída nas linhas laser IVL possibilita informações fundamentais para a análise teórica das moléculas laser ativas, pois fornecem dados complementares a cerca das transições de absorção e de emissão IVL. Além disso, este comportamento permite a aplicação destas linhas em outros experimentos tais como medidas de frequência de linhas laser IVL.

Suporte financeiro: CNPq, Fapamp e FAEP-UNICAMP

OTI 86/14/00/6a.

Investigação da estrutura hiperfina de  $^{127}\text{I}_2$  com laser de corante estabilizado

F.C.Cruz, A. Scalabrin, D. Pereira

DEQ - IFGW - UNICAMP. Campinas 13081 - Brasil

A técnica de espectroscopia de absorção saturada foi empregada para resolver a estrutura hiperfina de 8 transições do sistema B-X do  $^{127}\text{I}_2$  na região entre 16718 e 17325  $\text{cm}^{-1}$ . Componentes hiperfinas separadas por até 3 MHz foram resolvidas, utilizando células de Iodo e um laser de corante estabilizado em frequência, com largura de linha da ordem de 1 MHz. As constantes hiperfinas de quadrupolo elétrico e spin magnético nucleares são determinadas por um ajuste de mínimos quadrados.

Suporte Financeiro: FAPESP, FAEP-UNICAMP, CNPq

OTI 87/14/00/6a.

"Frequências de lasers de  $\text{N}_2$ ,  $^{13}\text{CD}_3\text{OH}$  no infravermelho longo (IVL)." F.C.C.<sup>1</sup>, Vasconcelos, S.C. Zerbetto, (IFGW-UNICAMP), G.C. Galvão (INPE), L.R. Sink e K.M. Evenson (NIST, Boulder Co, USA)

Frequências de 54 linhas laser no infravermelho longo (IVL) na faixa de 0.55 a 4.86 THz, obtidas a partir do bombeio óptico dos gases  $\text{N}_2\text{H}_4$  e  $^{13}\text{CD}_3\text{OH}$  foram medidas com o auxílio da técnica heteródina descrita em (1). A frequência desconhecida IVL, duas frequências conhecidas de lasers de  $\text{CO}_2$  estabilizados ( $f_1$  e  $f_2$ ) e, ocasionalmente, uma frequência microondas,  $f_m$ , são misturadas em um diodo de contato de ponta metal-isolante-metal (MIM). O batimento resultante dessa mistura pode então ser medido com precisão. Obtem-se o resultado da medida da frequência,  $f_L$ , através da equação

$$f_L = (n \cdot f_1 - p \cdot f_2) + m \cdot f_m \pm f_b$$

onde  $n$ ,  $p$  e  $m$  são as ordens das harmônicas geradas no diodo, e  $f_b$  a frequência do batimento. A incerteza na medida é de cerca de 2 partes em  $10^{-7}$ . Verificou-se que uma das linhas, a do  $\text{N}_2\text{H}_4$  em 121.9  $\mu\text{m}$ , é de grande interesse na astrofísica, por estar próxima à frequência da transição  $14R(L1), J=2-1(2)$ .

1) F.R. Petersen, K.M. Evenson, D.A. Jennings, J.S. Wells, K. Goto, J.J. Jomanex, IEEE J. Quantum Electron, **QE11**, 838 (1975)

2) A.L. Cookay, D.C. Hovde, R.J. Saykally, J. Chem. Phys. **84**, 6101 (1986)



OTI 88/14.00/6a.

LEI DE RAULT E A LIGA LÍQUIDA DE Na+Cs: TESTE POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO.

J. N. Flornitz e V. S. Baptato - IQSC-USP

Se a liga metálica líquida de sódio e césio obedecer à lei de Raoult, pode-se conhecer a pressão de vapor da liga a partir da pressão de vapor de seus componentes. Teremos então uma solução dita ideal.

Por meio de espectroscopia de absorção na fase vapor, determinamos a concentração molar de cada componente, conectamos com a pressão de vapor, e podemos verificar a aplicabilidade da lei.

É importante saber-se a idealidade desta solução para calcular-se o fluxo atômico num feixe que será desacelerado por pressão luminosa, em um trabalho futuro.

OTI 89/14.00/6a.

CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS FOTOACÚSTICOS GASOSOS

M. Parma, A. Scalabrín, D. Pereira  
(IF-UNICAMP)

Existe hoje uma crescente preocupação com o aumento da poluição ambiental. A concentração de amostras gasosas consideradas poluentes está em níveis de subppb ( $<10^{-9}$ ) a ppm ( $10^{-6}$ ). A detecção sensível e seletiva desses traços gasosos não é simples, sendo um pré-requisito para o entendimento da complexa físico-química da atmosfera e do processo de poluição do ar. Uma das técnicas mais promissoras para a detecção de poluentes é a de detecção fotoacústica. Neste trabalho apresentamos a caracterização inicial e parcial de sistemas fotoacústicos gasosos, a serem utilizados em futuros experimentos de detecção de poluentes atmosféricos.

Suporte financeiro: CNPq - FAPESP.

OTI 90/14.00/6a.

AQUECIMENTO DE PLASMA DEGENERADO NA PRESENÇA DE LASERS  
E CAMPOS ELÉTRICO E MAGNÉTICO

A. C. Nunes e A. L. A. Fonseca

Departamento de Física - UnB 70910 Brasília - DF

O aquecimento do plasma eletrônico degenerado por dois campos de lasers na presença simultânea de um campo magnético quantizante e um campo elétrico estático é investigado por tratamento quântico. Uma equação cinética para a função de distribuição dos elétrons no plasma é calculada, através desta, calculamos a taxa de aquecimento do plasma. Mostramos que a ação conjunta dos quatro campos externos resulta numa taxa relativamente grande de aquecimento do plasma.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**POL - Polímeros**

POL/08.15/5a.

TRANSPORTE EM CADEIAS LONGAS DESORDENADAS DE  
POLIANILINASPaulo M. V. B. Barone<sup>†</sup>, Cristiane M. Smith e Douglas S. Galvão.

IPGW/UNICAMP

Investigamos as propriedades de transporte de cadeias finitas de polianilinas com distribuição desordenada de defeitos induzidos por tratamento ácido. A polianilina é representada pelo Modelo da Cadeia Dissipativa, em que o transporte é fortemente influenciado pela distribuição de defeitos. Mostramos que este efeito é mais expressivo nas porções extremas da cadeia. Estudamos, também, a relação entre a variação da concentração local de defeitos e a extensão das regiões que apresentam estes efeitos de extremidade.

†endereço permanente: Dep. Física/UFJF

\*endereço permanente: Dep. Física/UNESP-Bauru

POL/08.30/5a.

OBTENÇÃO DE FILMES DE LANGMUIR-BLODGETT DE  
POLÍMEROS CONDUTORESRosa Souto Major, Clécio G. dos Santos e C.P. de Melo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

A obtenção de polímeros condutores solúveis abriu a possibilidade de preparação pela técnica de Langmuir-Blodgett de filmes orgânicos finos de polímeros condutores. Neste trabalho é discutida a preparação de filmes de poli-alquil-tiofeno segundo a técnica sugerida por Watanabe e Rubner<sup>1</sup>. O polímero, obtido eletroquimicamente após a prévia síntese química do monômero correspondente, é dissolvido em cloroformo e utilizado na preparação de multicamadas com diferentes frações molares de ácido behênico. Finalmente, a dopagem por agentes oxidantes torna os filmes condutores. A caracterização dessas estruturas por técnicas espectroscópicas e por medidas de transporte é discutida.

(Apoio FINEP/CNPq/RHAE)

<sup>1</sup> Watanabe, K. Hong e M.F. Rubner, *Thin Solid Films*, 179 199 (1989).

POL/08.43/5a.

DISTRIBUIÇÕES DESORDENADAS DE BIPOLARONS EM POLÍMEROS  
COM ESTADO FUNDAMENTAL NÃO-DEGENERADO. FranciscoCarlos Lavardas<sup>\*</sup>, Maria Cristina dos Santos<sup>\*</sup>, Douglas Soares Galvão<sup>\*</sup> e Bernardo Laks<sup>\*</sup>. <sup>\*</sup>Dep. de Física, UNESP-Bauru, C.P. 473, 17033 Bauru Sp. <sup>†</sup>Instit. de Física - UNICAMP, C.P. 6165, 13081 Campinas SP. <sup>†</sup>Dep. de Química Fundamental - UFPE, 50739 Recife PE.

A condutividade elétrica em polímeros é um fenômeno que ainda não é bem entendido. Enquanto que para o regime de baixa concentração de dopantes os modelos de defeitos conformacionais móveis respondem bem pelos aspectos experimentais, no regime de alta concentração existem divergências quanto ao modelo teórico mais adequado.

Para o regime de alta concentração, os modelos teóricos aceitos são as redes polarônica (RP) e a bipolarônica (RB). A causa para tal divergência reside no fato de que a condução elétrica se dá com os portadores de carga ora possuindo spin (e.g. politiofeno) ora não possuindo spin (e.g. polipirrol). Isto tem uma influência direta sobre as escolhas do modelo teórico a ser adotado: o nível de Fermi encontra-se no meio da banda de defeitos na RP e no gap para a RB. No entanto, caso uma das bandas de defeitos da RB se sobreponha à banda de valência e/ou de condução, este modelo teria mais condições de responder aos dados experimentais. O problema é que nos cálculos existentes, a sobreposição de bandas na RB somente ocorre para concentrações altíssimas, não atingidas experimentalmente.

O objetivo deste trabalho é investigar qual é a influência da desordem na distribuição de bipolarons ao longo das cadeias destes polímeros, uma vez que não se tem informações precisas sobre a distribuição dos íons dopantes. Num trabalho semelhante para o poliacetileno mostramos que uma distribuição desordenada de sítios é o modelo que responde pelo maior número de evidências experimentais.

POL/09:00/5a.

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA A DINÂMICA DE POLARONS EM 1-D.  
A.H. de Castro Neto e A.O. Caldeira - Universidade Estadual de Campinas

Desenvolvemos um novo método, baseado em integração funcional, para tratar a dinâmica de polarons em sistemas unidimensionais. Podemos tratar polarons acústicos ou óticos da maneira unificada, evidenciando suas diferenças e similaridades. A mobilidade e a constante de difusão são calculadas na aproximação merkoffiana no limite de acoplamento forte.

POL/09:15/5a.

### ESTUDOS SOBRE A INTERAÇÃO ENTRE DOPANTES E CADEIAS POLIMÉRICAS

Saulo R. de Freitas C.P. de Melo  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

O problema da interação entre impurezas e cadeias poliméricas é estudado através de simples modelos unidimensionais em que a correlação eletrônica é incluída através do hamiltoniano de Anderson-Newns. A técnica de matrizes transferência é usada para examinar o aparecimento de estados localizados e a transferência de carga entre a cadeia e o dopante. Os resultados indicam que a introdução da auto-consistência pode levar a modificações substanciais na posição e natureza dos estados localizados. A implicação desses resultados para a interpretação das propriedades espectroscópicas e de transporte de polímeros dopados é discutida.

(Apoio FINEP/CNPq)

POL/09:30/5a.

ESTRUTURA ELETRÔNICA DA CHAVE SOLITÔNICA DE CARTER;  
COUMARINAS COMO GRUPOS DOADOR/ACEITADOR

Sócrates O. Dantas<sup>a</sup>, Paulo M. V. B. Barone<sup>a</sup> e Flávio I. Takakura  
Univ. Federal de Juiz de Fora / Depto. de Física

Propomos a construção de uma chave solitônica de Carter constituída de um oligômero de poliacetileno e grupos doador/aceitador da família das coumarinas. De modo a investigar o funcionamento desta chave, estudamos sua estrutura eletrônica e propriedades óticas por meio dos métodos semi-empíricos AM1 e INDO. Inicialmente são analisados fragmentos da chave, como os grupos doador e aceitador, com o objetivo de selecionar substituintes com atividade ótica mais intensa.

<sup>a</sup> endereço atual: IFCV/UNICAMP

POL/09.45/5a.

FILMES LANGMUIR-BLODGETT DE POLI(*g*-METOXIANILINA)M.Ferreira, L.N.C.Mattoso, D.Gonçalves, O.M.Oliveira Jr. e B.M.Faria  
Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

A técnica Langmuir-Blodgett (LB) tem sido utilizada na fabricação de filmes condutores a partir de polímeros de estrutura conjugada. Dentre os materiais utilizados, a polianilina e derivados têm sido estudados por serem altamente promissores devido à sua estabilidade em condições ambientais. Neste trabalho foram fabricados filmes LB de poli(*g*-metoxianilina) sintetizada quimicamente. O polímero foi inicialmente fracionado, utilizando-se cromatografia de permeação em gel (GPC), em duas porções constituídas por uma fração de alto PM (80000) e uma de baixo PM (500), ambas solúveis em clorofórmio. Os gráficos de pressão de superfície versus área molecular nada demonstraram que a qualidade dos filmes de Langmuir é dependente da velocidade da compressão da monocamada. Para cada fração foi determinada a pressão de colapso do filme e com base nestes valores, a pressão de deposição. Os filmes LB fabricados a partir dos oligômeros foram depositados utilizando-se o método de inserção vertical do substrato. Já a fração de alto PM, devido à formação de filmes de elevada rigidez, não pôde ser depositada pelo método vertical, sendo utilizado o método horizontal de deposição. Para ambos os casos utilizou-se vidro comum como substrato. Os filmes obtidos foram submetidos à análise por microscopia eletrônica de varredura, e os resultados mostram que os filmes são de boa qualidade, sendo homogêneos em toda a superfície. Filmes de oligômeros apresentam poros o que provavelmente os tornam menos rígidos possibilitando a deposição vertical. Os filmes do polímero de alto PM demonstraram, como esperado, uma superfície altamente compactada, o que explica sua rigidez.

POL/10.15/5a.

## "ESTUDO DA ESTRUTURA DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS. I: CELULOSE REGENERADA; POR DIFRAÇÃO DE RAIOS-X E ESPECTROSCÓPIA NO IV COM RADIAÇÃO POLARIZADA"

Azaideu Logarezzi (DIMA-USFcar) e Yoshio Kawano (IQ-USP)

O estudo da estrutura de membranas poliméricas é altamente relevante para o aprimoramento das suas propriedades de barreira. A membrana Cuprofan<sup>®</sup>, de celulose regenerada, é amplamente utilizada no tratamento por hemodiálise (rim artificial), tendo como principais propriedades de aplicação as permeabilidades difusiva e hidráulica, que estão diretamente relacionadas com a estrutura da membrana. Por difração de raios-X determinou-se a estrutura do arranjo molecular, com o grau de cristalinidade (53%) e a célula unitária ( $a=8,26 \text{ \AA}$ ,  $b=9,65 \text{ \AA}$ ,  $c=10,3 \text{ \AA}$  e  $\beta=47^\circ$ ) monoclinica. Adotando-se este modelo foi possível, através dos resultados de espectroscopia no IV com feixe polarizado, identificar estruturas para as ligações de hidrogênio intramoleculares e intermoleculares de lasercristalina. Estas estruturas estão de acordo com as características de acessibilidade das diversas regiões da amostra e da mobilidade dos segmentos moleculares.

POL/10.30/5a.

FILMES DE POLÍMEROS DEPOSITADOS EM PLASMAS DE MISTURAS DE HEXAMETILDISILOXANO COM N<sub>2</sub>, He, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e ArTadashi Shiozawa, Rogério P. Mota\* e Mário A.B. de Moraes  
Instituto de Física Gleb Wataghin - UNICAMP  
\*Universidade Estadual Paulista-UNESP/DFQ, Guaratinguetá, CEP 12500.

Filmes de hexametildisiloxano (HMDS) polimerizados a plasma, são altamente transparentes à radiação visível, aderem fortemente a substratos metálicos e isolantes e tem, por isso, promissoras aplicações em dispositivos ópticos. Neste trabalho é relatado um estudo comparativo dos processos de deposição de HMDS com outros gases: N<sub>2</sub>, He, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e Ar. São empregados dois sistemas de deposição: (1) um reator tubular de vidro Pyrex com 7,5 cm de diâmetro em que o plasma é excitado por rádio-frequência (120MHz) através de eletrodos externos e (2) uma câmara de aço inoxidável com eletrodos circulares paralelos alimentados por um fonte de corrente contínua (0-4kV). As descargas foram diagnosticadas por espectroscopia óptica de emissão utilizando-se um espectrômetro monocromador de  $\lambda$  de distância focal. Empregando o método actinométrico foram estudadas as dependências das concentrações de algumas espécies químicas existentes nos plasmas (C, Si, Cl e H) em função da proporção dos gases nas misturas e das potências DC ou RF aplicadas. A taxa de deposição e a estrutura molecular dos filmes foram analisadas, respectivamente, por interferometria óptica e por espectroscopia infra-vermelha. A taxa de deposição depende fortemente da natureza e da proporção do componente inorgânico da mistura enquanto a estrutura molecular não é afetada pela proporção dos gases inertes (He e Ar). Entretanto, filmes depositados em descargas de HMDS-N<sub>2</sub> e HMDS-O<sub>2</sub>, apresentam estruturas químicas fortemente dependentes da proporção de O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> nas respectivas misturas. Alguns modelos tentando correlacionar as observações ópticas dos plasmas com a taxa de deposição e a estrutura dos filmes são discutidos.

## ESTUDO DA DIFUSÃO DE Sn, Ag E Sb IMPLANTADOS EM FOTORESISTES

R. L. Mattez, L. Amaral, M. Behar, R. S. Guimarães and D. Fink

Instituto de Física, UFPA, 61900 Porto Alegre, RS, Instituto de Física, UFV, 38001 Uberlândia e Bahm-Meitner-Institut, Berlin, GFR.

O comportamento térmico dos íons Sn, Ag e Sb implantados no fotoresista AZ1350 foram investigados através da espectroscopia de retroespalhamento de rutherford (RBS). Para doses de  $3-5 \cdot 10^{14}$  at/cm<sup>2</sup> e energia de 50 keV medimos a difusão dos íons para tratamentos térmicos entre 150 e 350°C. Foi observado que a Ag tende a segregar na superfície, enquanto que Sn e Sb apresentam difusão regular. Nestes casos foi possível determinar, através de um método de diferenças finitas, os coeficientes de difusão, e a partir do mesmo obter as correspondentes energias de ativação.

## ESTUDO DA DIFUSÃO EM BAIXAS TEMPERATURAS E DIFUSÃO INDUZIDA POR RADIAÇÃO DE Xe IMPLANTADO NO FOTORESISTE AZ1350

J. R. Kaschry, L. Amaral, M. Behar and D. Fink

Instituto de Física, UFPA, 61900 Porto Alegre, RS  
Bahm-Meitner-Institut Für Kernforschung, D1000 Berlin, Germany

No presente trabalho são apresentados os resultados do estudo da difusão de Xe implantado no fotoresista AZ1350 a baixas temperaturas (90 K) onde são identificados dois processos difusivos: (i) um lento em região danificada pela implantação (próxima à superfície) e (ii) outro rápido na região mais profunda (não danificada). Outros resultados dizem respeito ao processo de difusão induzida por radiação. Assumindo que este processo segue o mecanismo de aprisionamento e liberação mostra-se que o comprimento de difusão  $(D-t)^{1/2}$  a  $t=0$  sendo é a fluência de pós-bombardamento. Consta-se também que o processo nuclear de transferência de energia é o fator de maior importância no processo de difusão induzida por radiação.

## DETERMINAÇÃO DE GRANDEZAS TÉRMICAS E ÓTICAS EM FILMES FINOS DE POLI(3-BUTILTIÓFENO) POR ESPECTROSCOPIA FOTOFIÓRÉTRICA

W. L. Barros Melo  
FEIS - Ilha Solteira - UNESPA. Pawlicka, R. Sanchez e R. M. Faria  
Instituto de Física e Química de São Carlos-USP

Espectros fotofiórétricos foram realizados em filmes de poli(3-butiltiófeno) (P3BT) obtidos por polimerização oxidativa de 3-n-butiltiófeno com  $F_2O_2$ . A intensidade e a fase do sinal obtidos na região de saturação do sinal, foram analisadas em função da frequência de modulação da taxa de luz incidente. Esta análise proporcionou a obtenção dos parâmetros térmicos: difusividade térmica, condutividade térmica e calor específico. Através do tratamento do sinal em função do comprimento de onda da luz incidente, foi obtida a curva de absorção ótica do P3BT.

Apoio financeiro: CAPES

POL/11.30/3a.

RELAXAÇÃO MAGNÉTICA NUCLEAR EM CONDUTORES IÔNICOS POLIMÉRICOS AMOR-  
FOS. J. F. Donato; M. C. Cavalcante; L. N. de Oliveira - Instituto  
de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo

Os complexos sólidos formados entre o Poli (óxido de etileno), POE e sais de metais alreli-  
nos constituem uma nova família de condutores iônicos, onde a macromolécula polimérica atua  
como um solvente para um sal (1). Utilizando a técnica de RMN, realizamos um estudo nos com-  
plexos  $P(OE)_n(LiX^+)$ ; ( $X^- = BF_4^-$  e  $PF_6^-$ ;  $n = [0] / [Li^+]$ ), através das medidas das taxas de  
relaxação do  $^1H$ ,  $^7Li$  e  $^{19}F$  em função da temperatura e da frequência de Larmor. Caracteriza-  
mos assim, o comportamento dinâmico tanto da cadeia polimérica como do cátion ( $Li^+$ ) e do ân-  
ion resultante da dissolução do sal. Os resultados sugerem que o movimento do  $Li^+$  é contro-  
lado pelos movimentos segmentários das cadeias poliméricas, enquanto que o ânion possui uma  
mobilidade independente.

A análise do segundo momento da forma de linha do  $^{19}F$  confirma este resultado.

Por último, a baixa dependência com a frequência observada ( $T_1 \sim \omega^{-1}$  contra  $\omega^2$  esperado pe-  
lo modelo clássico BPP) parece resultar efeitos de dimensionalidade reduzida dos movimentos  
das espécies envolvidas, no meio dinamicamente desordenado da fase amorfa do complexo poli-  
mérico.

(1) Vincent C. A. - Progr. Solid St. Chem. 17, 145 (1987)

Apoio: FINEP, FAPESP, CNPq

POL/11.45/3a.

## Efeitos de Impurezas na polimerização

Liáciir S. Lucena(\*), Luciano R. da Silva(\*), João M. de Araújo(\*,\*\*) e  
Raimundo S. Júnior(+)

(\* Departamento de Física - UFRN, Natal - RN - 59072

(\*\*) PETROBRAS - Distrito do Rio Grande do Norte

(+) PET - Programa Especial de Treinamento - CAPES/UFRN

As propriedades mecânicas e termodinâmicas de sistemas poliméricos dependem  
criticamente da conformação das cadeias. Quando os polímeros crescem em meios  
desordenados, espera-se que o raio de gição e outras características geométricas  
sejam afetados, em algumas circunstâncias, pelos espaços entre impurezas, embora  
dependam essencialmente do índice de polimerização. Neste trabalho investigamos  
esses efeitos através de simulações em computador e analisamos como as distâncias do  
ponta a ponta estão correlacionadas com a concentração das impurezas. Há evidências  
de um índice crítica, para altas concentrações, acima do qual a conformação dos  
polímeros é dominada pelas impurezas.

Apoio: PADCT-FINEP e CAPES

POL/08.15/6a.

IRRADIAÇÃO DE POLIOLEFINAS COM FEIXE DE ELÉTRONS. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL  
DE POLIETILENO E POLI(ETILENO CLOROSSULFONADO).

Luília d'Almeida Andrade e Lia Queiros do Amaral  
Laboratório de Cristalografia - Instituto de Física - USP  
Rogério Soares Coelho e Leni Akcelryd  
Escola de Química da UFRJ

O efeito da irradiação com feixe de elétrons (0,65 Mev e 2,5 Mrad)  
sobre polietileno e poli(etileno clorossulfonado) foi estudado com vistas  
à avaliação das modificações estruturais provocadas. Verificou-se haver um  
processo competitivo entre reticulação e degradação. Para se determinar  
a correlação entre este processo e a intensidade da dose foram usadas técnicas  
de caracterização estrutural tais como difração de raios X, análise termogr-  
vimétrica, calorimetria diferencial de varredura, análise dinâmico-mecânica  
e inchamento diferencial em solventes. Os resultados permitiram uma descri-  
ção morfológica das estruturas resultantes e é proposta uma interpretação me-  
canística para a reação de reticulação.

POL/08.30/6a.

**CONDUTIVIDADE ESPECIFICA DO DIESTERATO DE POLIETILENOGLICOL-400 DOPADO COM PERCLORATO DE LITIO**

C.L.MARTINS<sup>1</sup>, O.O. DAMASCENO<sup>2</sup> e A.L. de OLIVEIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, ICEX-UFMG, Campus da Pampulha  
Belo Horizonte, MG

<sup>2</sup>Departamento de Física, ICEX-UFMG, Campus da Pampulha  
Belo Horizonte, MG

Estudos preliminares da condutividade específica do diesterato de polietilenoglicol-400 em função da dopagem com perclorato de lítio em diferentes concentrações revelaram que até a concentração de 1t p/p ainda não se passou por máximo e nem ocorreu saturação. A temperatura de 45 C (poucos graus acima da temperatura de fusão do sistema) encontraram-se condutividades específicas variando desde  $5,36 \times 10^{-7}$  S/cm (concentração de 0.05t p/p) até  $2,85 \times 10^{-5}$  S/cm (concentração de 1,5t p/p). Estão em andamento estudos a concentrações superiores.

POL/08.43/6a.

**PROPRIEDADES DE TRANSPORTE DE FILMES DE POLÍMEROS CONDUTORES**

C.P. de Melo

*Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE*

Os resultados de medidas de transporte em amostras de polímeros condutores ainda não são suficientemente exaustivos de modo a permitir uma interpretação microscópica completa dos mecanismos de transporte de carga nesses materiais. Nesta comunicação, discutimos trabalhos em andamento visando a determinação da anisotropia do tensor resistividade e dos coeficientes Hall e Seebeck de filmes de polímeros condutores, e como as informações complementares assim obtidas sobre a natureza, origem e concentração dos portadores de carga nesses materiais podem ser utilizadas para a elaboração de modelos teóricos que levam em conta a natureza amorfa dos filmes poliméricos.

(Apoio FINEP/CNPq/RHAE)

POL/05.00/6a.

**SOBRE A EXISTÊNCIA DE MAGNETISMO EM CADEIAS POLIMÉRICAS**

C.P. de Melo

*Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE*

Simplex modelos unidimensionais com correlação eletrônica diagonal em cada sítio são utilizados para examinar as condições para a existência de propriedades magnéticas em cadeias poliméricas. No caso de uma cadeia tipo A B, o problema pode ser resolvido pelo uso de matrizes transferência. Para certas estruturas, a dependência do grau de ocupação da banda de condução do material se torna possível obter um elevado momento magnético resultante. A relação entre resultados e a possível preparação de materiais magnéticos é discutida.

(Apoio FINEP/CNPq/RHAE)



POL/09.15/66.

### CONDUÇÃO ELÉTRICA NO POLISULFETO DE P- FENILENO (PPS) DOPADO COM TONQ.

Edmilson Márcia Cavalcanti<sup>1</sup>, M. Basso e M. Campos Instituto de Física e Química de São Carlos/Unic. C.P.265, São Carlos - SP (<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Unesp, 13.378 - Ilha Solteira-São Paulo)

O valor de condutividade elétrica do PPS em temperatura ambiente é aproximadamente  $10^{-14}$  S/cm. Quando dopado com tetracloroquinodimileno (TONQ) sua condutividade está em torno de  $6 \times 10^{-9}$  S/cm. Neste trabalho medidas de corrente no estado estacionário foram realizadas em função da tensão aplicada, temperatura, tipo de eletrodo e espessuras do filme. A partir dos resultados obtidos analisou-se a característica de Vd, energia de ativação, condutividade do polímero quando dopado com três concentrações de TONQ (I, II e III). Observou-se que o mecanismo envolvido no processo de transporte de carga elétrica tornou-se mais evidente no PPS quando dopado com uma concentração de III de TONQ. A característica Vd pode ser interpretada em termos tanto de corrente limitada por carga espacial como pelos efeitos Poole - Frenkel e Schottky.

• Trabalho realizado com o apoio financeiro de Fapesp e CNPq.

POL/09.30/66.

### DETERMINAÇÃO DOS MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELA CONDUTIVIDADE INDUZIDA EM MATERIAS POLIMÉRICOS

M. N. de Costa<sup>1</sup> e R. M. Faria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Instituto de Física e Química de São Carlos - USP

Sub efeito de radiação ionizante filmes de polímeros isolantes têm sua condutividade elétrica aumentada em muitos ordens de grandeza. Este trabalho tem por objetivo estudar o comportamento da condutividade induzida em polifluoreto de vinileno para diferentes temperaturas, sempre seguidas de medidas de correntes transientes em condições a de pulso térmico, para melhor entender os mecanismos responsáveis pela criação e destruição das portadoras elétricas. A análise térmica do processo de condução será desenvolvida a partir de evidências de que, o transporte de cargas em sistemas poliméricos segue o modelo dispersivo desenvolvido por Gher-Holtztrahl.

POL/09.43/66.

### EFEITO ANÔMALO EM CORRENTES DE DESPOLARIZAÇÃO ELÉTRICA EM FILMES DE COPOLÍMERO PVDF/TFE NA FASE PARAELETRICA.

M. N. Nagatsuma e R. M. Faria

Instituto de Física e Química de São Carlos-USP

Correntes elétricas em medidas de carga-descarga observadas em materiais isolantes pela aplicação de uma voltagem tipo  $V(t) = V_0 \sin(\omega t)$ , decaem aproximadamente com  $t^{-1}$ , e obedecem o Princípio de Superposição Linear (P.S.L.). Também os polímeros dielétricos obedecem a esse Princípio, sendo feita a literatura sobre esses materiais. O copolímero PVDF/TFE com composição molar 50-50, usado em sua fase ferroelétrica, respsita muito bem o P.S.L. Entretanto para temperaturas superiores à temperatura de Curie, em sua fase paraelétrica, as curvas de corrente de descarga apresentam um pico anômalo de corrente, e vicina, aparentemente, o P.S.L. Este trabalho apresenta um modelo de migração de carga de espaço em presença de erredites, que pode ser responsável por este tipo de corrente, e que estaria superposta à corrente de descarga de descarga dielétrica. O modelo teria correlacioner o aparecimento desta corrente anômala com a transição de fase ferro-paraelétrica.

## Influência de Defeitos nos Efeitos de Memória dos Copolímeros P(VDF-TrFE) \*

Ricardo de Paula e Silva Masetti Lobo e Roberto Leis Moreira

(DF - ICEX - UFPMG - C.P. 702 - 30161 - Belo Horizonte - MG)

E-mail: MASETTI@BRUFPMG.BITNET

Os copolímeros ferroelétricos P(VDF-TrFE) apresentam transição de fase (T.F.) de primeira ordem a uma temperatura entre 60 °C e 140 °C. Em trabalhos recentes, nós colocamos em evidência a existência de fenômenos de marcação e memória nas T.F. destes materiais. Estes efeitos podem ser produzidos através de recortamentos apropriados das amostras no intervalo de coexistência de fase, estando ligados à presença de certos tipos de defeitos nos polímeros. Afim de elucidarmos estes fenômenos, estamos utilizando as técnicas de Calorimetria de Varredura Diferencial (DSC) e Espectroscopia Raman, para analisar as T.F. em amostras com diferentes histórias térmicas.

A técnica de DSC nos fornece termogramas que evidenciam a existência de anomalias adicionais, devida ao bloqueio e memória das transições. Por sua vez, através dos espectros Raman, nós podemos associar estes efeitos à evolução dos defeitos de conformação nas cadeias poliméricas. Estes resultados nos permitem propor um modelo para explicar a influência da história térmica sobre as T.F. dos copolímeros.

\*Agradecimentos financeiros: FAPEMIG, CNPq e FINEP

## EFEITO DA UNIDADE NA CONDUÇÃO ELÉTRICA EM POLÍMEROS DE PVDF NA FASE $\alpha$ .

José A. Giacometti, Gerson Minami e Mauro N. Costa\*

Instituto de Física e Química de São Carlos - USP  
\*Depto. de Física - Universidade Federal Mato Grosso - Cuiabá

Amostras de  $\alpha$ -PVDF carregadas com corrente constante com o triodo da corona mostraram que o potencial de superfície sobe rapidamente até um certo valor, sofre uma redução na taxa de subida até atingir um valor máximo e então decai lentamente até o estado estacionário. Este comportamento foi interpretado de forma tentativa supondo-se que existe dois tipos de dipolos, com tempo de relaxação diferentes, e que obedecem a equação de Debye. Apesar de se poder descrever parcialmente os resultados experimentais o modelo leva a valores de polarização muito acima daqueles aceitáveis. Neste trabalho, interpretamos os resultados assumindo um modelo no qual a água dissociada na amostra gera íons que serão responsáveis pela condução elétrica. Dois processos são supostos: a dissociação da água de volume no início do carregamento (responsável pelo retardamento inicial da subida rápida) e dissociação da água adsorvida (vinda na forma de "clusters" formados com os íons da descarga corona) junto a superfície de deposição dos íons. Este mecanismo é responsável pelo decaimento do potencial durante o carregamento. Os resultados obtidos da interpretação são mais consistentes do que o modelo de polarização. Uma análise sistemática de resultados obtidos com amostras de  $\beta$ -PVDF e P(VDF-TrFE) está sendo feita.

## CONDUÇÃO DE POOLE-FRENKEL NO COPOLÍMERO EPDM

Maria Sônia\*, José A. Giacometti, G.F. Leal Ferreira e  
Renê Moreno Alfaro\*\*

Instituto de Física e Química de São Carlos - USP  
\*Departamento de Engenharia de Materiais - UFSCar - São Carlos  
\*\*Departamento de Física - IQC - UNESP - Rio Claro

O copolímero EPDM, após sofrer o processo de vulcanização, é muito empregado como material para a construção de isoladores de alta tensão e cabos elétricos. Neste trabalho apresenta-se os resultados das medidas da corrente elétrica no estado estacionário obtidas pela aplicação de uma tensão elétrica. As medidas da condução elétrica foram feitas em função da tensão aplicada, da temperatura e da espessura e tipo de eletrodos da amostra. A análise dos resultados experimentais mostraram que o mecanismo dominante no processo de condução elétrica é controlado pelo efeito Poole-Frenkel pois se obtém que a corrente é relacionada com o campo elétrico  $E$  pela função  $J \propto \exp(kE^{1/2})$ , apesar da amplitude da corrente depender também do metal usado nos eletrodos. A partir de medidas com o método do pulso de pressão, o qual permite determinar o perfil de cargas no volume da amostra, verificou-se também que ocorre a injeção de uma pequena quantidade de carga espacial pelos eletrodos, insuficiente porém para alterar a dependência da corrente versus campo elétrico.

O termo ionômero descreve os polímeros orgânicos que contêm uma baixa concentração (<10%) de monômeros iônicos que se associam por atração dipolar em um meio de baixa constante dielétrica. Assim, no estado sólido ou em um solvente apolar, a agregação iônica provoca a formação de uma rede polimérica tridimensional.

Foram obtidas as curvas de difusão central de raios X do ionômero telequático *s,w*-carboxipolibutadieno de massa molecular média 4600, índice de polidispersibilidade 1,8 e funcionalidade próxima a 2 (Hyger C7B2000X156 de BF Goodrich) em função do grau de neutralização dos ácidos carboxílicos terminais, utilizando-se proporções estequiométricas de metalonato de sódio (100%, 80%, 60%, 40%, 20%).

Os perfis de difusão foram parametrizados em um grande domínio do vetor de espalhamento, o que permitiu uma análise na região de pequenos ângulos, dos máximos de correlação, o comportamento assintótico e o fundo contínuo. Entre os resultados interessantes está a variação linear do volume total dos volumes iônicos em função da taxa de neutralização, o que confirma que todas as extremidades iônicas das cadeias estão nesses domínios iônicos. Por outro lado, a dependência do espalhamento na região central varia de forma sistemática com a taxa de neutralização indicando que está ligada à estrutura da amostra.

Instituto de Física USP, CP 20516, CEP 01498, São Paulo  
DIOMAR@USP.FA.NSP.BR.BITNET

## DETERMINAÇÃO DO GRAU DE CRISTALINIDADE DO COPOLÍMERO P(VDF-TrFE)

Heri Alves\*, Carlos de Oliveira Paiva Jr\*, Hilton Guedes da Silva e José A. Giacometti

Instituto de Física e Química de São Carlos - USP  
\*Faculdade de Ciência e Tecnologia - UNESP - P. Prudente

Uma característica importante para o estudo de polímeros é o seu grau de cristalinidade. Nos copolímeros ferroelétricos, em particular o P(VDF-TrFE), a polarização remanente e o campo coercivo são dependentes da cristalinidade. Neste trabalho, usando a técnica de difração de raios-X, determina-se a cristalinidade dos copolímeros P(VDF-TrFE) com diferentes porcentagens de VDF (80, 70 e 60%) em função do tempo e da temperatura de tratamento térmico. O valor do grau de cristalinidade  $X_c$  definido por:

$$X_c = \frac{\int I_c(\theta) d\theta}{\int I_c(\theta) d\theta + \int I_a(\theta) d\theta}$$

é calculado ajustando-se as curvas de difração por funções do tipo de Lorentz ou de Gauss para os picos de difração da parte cristalina,  $I_c(\theta)$ , e da parte amorfa,  $I_a(\theta)$ . A partir da análise das curvas de difração e dos resultados do ajuste identifica-se a composição do copolímero em função de suas fases (denominadas fase congelada, fase de baixa temperatura e fase de alta temperatura).

## DEPENDÊNCIA DA POLARIZAÇÃO REMANENTE DE FILMES DE P(VDF-TrFE) COM A CRISTALINIDADE DE FILMES PREPARADOS POR SOLUÇÃO.

Heri Alves\*, Alessandra C. Holmo, José A. Giacometti e Osvaldo M. Oliveira Jr.

Instituto de Física e Química de São Carlos - USP  
\*Faculdade de Ciência e Tecnologia - UNESP - P. Prudente

Os copolímeros de polifluorato de vinilideno com trifluoretileno [P(VDF-TrFE)] apresentam propriedades ferroelétricas e têm atividades piro e piezoelétrica comparáveis às cerâmicas. Neste trabalho, filmes com espessura de ordem de 10  $\mu$ m foram preparados através do método de solução, o qual consiste na dissolução da resina polimérica no solvente metil-actetona (MEK) ou acetona, e na posterior deposição da solução sobre um substrato, quando há evaporação do solvente. Usou-se o método do triodo de corona com corrente constante para polarizar eletricamente os filmes. Das curvas de subida do potencial de superfície das amostras, obtidas do carregamento com corrente constante, foram determinados os valores de polarização remanente  $P_r$  e do campo coercivo  $E_c$ . São apresentados resultados de  $P_r$  e  $E_c$  para amostras de copolímeros contendo diferentes porcentagens de VDF (amostras com 60, 70 e 80% de VDF), e também em função da cristalinidade das amostras. A cristalinidade foi variada por tratamento térmico a diferentes temperaturas. Verificou-se que  $P_r$  é diretamente proporcional ao grau de cristalinidade, sendo também dependente do conteúdo de VDF. O valor de  $E_c$ , por outro lado, é fracamente dependente desses parâmetros.

INFLUÊNCIA DE CARGA MINERAL DIATOMÍTO NAS PROPRIEDADES DE  
FLUÊNCIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (HDPE)

José Alexandrino de Sousa (DEPA-UFSCar)

A incorporação de carga mineral em termoplásticos com a finalidade de aumentar a rigidez, temperatura de termo-distorção e reduzir a fluência do material plástico é bastante conhecida e muitas vezes visível no uso destes materiais em aplicações de engenharia. Neste trabalho são analisados os resultados dos ensaios de fluência sob tração uniaxial à tensão constante de diversas composições de polietileno de alta densidade (HDPE) com concentrações variadas de terra diatomácea, com a finalidade de investigar a influência da carga mineral reforçante nas propriedades viscoelásticas de matriz termoplástica cristalina. Finalmente, é apresentado um conceito para a determinação de concentração ótima de carga mineral particulada a ser incorporada em termoplásticos cristalinos, no qual pode ser estabelecido um balanço ideal nas propriedades de engenharia entre melhoria na rigidez/resistência versus deterioração na tenacidade/resistência ao impacto do composto polimérico. A validade deste conceito é verificada também através dos resultados dos ensaios de fluência e ensaios dinâmico-mecânicos.

ATUALIZAÇÃO DE UM CROMATÓGRAFO LÍQUIDO  
ATRAVÉS DE SUA INFORMATIZAÇÃO

S. V. CANEVAROLO, A. M. JORGE JR.  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

Este trabalho consistiu da atualização de um cromatógrafo líquido por exclusão de tamanho (GPC) através de seu interfaseamento com um computador ligado aos seus dois detectores (UV, IR). Paralelamente foi desenvolvido um software dedicado à coleta e processamento dos dados, o qual consta de ajuste do zero (com o auxílio de um marcador interno), posicionamento da linha de base (secolha do pico a ser analisado), e flexibilidade para a utilização apropriada das constantes  $K$ , e da equação de Mark-Houwink (individualizadas para cada pico). A manipulação destas variáveis permite uma rápida determinação de  $M_n$ ,  $M_w$ , e da polidispersividade. Vários polímeros padrões bem como comerciais foram empregados com sucesso na verificação do desempenho desta adaptação.

**PAINÉIS**  
**POL - Polímeros**

**EVIDÊNCIA DE ORIENTAÇÃO MOLECULAR EM FILMES  
DE POLI(3-BUTILTIÓFENO) A PARTIR DE MEDIDAS DE EPR**

A. Pawlicha, O.R. Nascimento e R.M. Faria  
Instituto de Física e Química de São Carlos-USP

L. Walmsley  
Departamento de Física - IGCE - UNESP - Rio Claro

Filmes de poli(3-butiltiofeno) preparados por evaporação de clorotiofeno usado como solvente, mostram a presença de um radical paramagnético com anisotropia espectral medida por EPR em banda Q (33 GHz). A variação angular é feita com o campo magnético variando desde a direção paralela até a perpendicular ao filme. Os parâmetros  $g_{\parallel}$  e  $g_{\perp}$  são obtidos desta variação angular. Esta anisotropia sugere uma orientação preferencial na superestrutura do filme formado. Medidas de diagrama de raio-x, bem como de condutividade pelo método de Montgomery estão sendo realizadas com o intuito de comprovar a anisotropia estrutural.

**MODIFICAÇÃO DE PROPRIEDADES DIELÉTRICAS E TÉRMICAS  
EM LATEX DOPADO EM SOLUÇÃO DE IODO-METANOL**

Marcos Dias da Silva, Nélia Ferreira Leite, Luiz Carlos M. Miranda

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
C.P. 515, 12201 - São José dos Campos - SP - Brasil

No XIV Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada (1991) apresentamos resultados preliminares de amostras de Latex dopadas por exposição em atmosferas saturadas de iodo. Atualmente, entendemos nossos estudos utilizando dopagem por imersão das amostras em solução de Iodo Metanol. Com isso obtivemos amostras com maior homogeneidade e seletividade a baixas concentrações. Os resultados de medidas dielétricas mostram aumento de três ordens de grandeza na condutividade e aumento da constante dielétrica. Através de Técnicas Fototérmicas constatamos o aumento na difusividade térmica. Alterações no Espectro Visível e Infravermelho ajudam a esclarecer o processo de incorporação do iodo nas cadeias do latex.

**ESTUDO POR RMN DE PVDF COM  $\text{LiClO}_4$  EM DMF**

J. P. DONOSO; T. J. BONAGAMA e R. M. FARIA

Instituto de Física e Química de São Carlos / USP

O PVDF (poly (vinylidene fluoride)) atua como uma matriz para complexar um sal ( $\text{LiClO}_4$ ) na presença de um plastificante (DMF, Dimethylformamide) (1). O papel deste solvente é auxiliar a dissolução e dissociação do sal. A condutividade observada nestes filmes é de natureza iônica e depende tanto da concentração do sal como do plastificante. Nestes materiais, o polímero funciona como a estrutura organizada, enquanto o plastificante atua como o meio polar onde tem lugar a condução, basicamente catiônica ( $\text{Li}^+$ ), por transporte iônico.

Estamos realizando um estudo de Ressonância Magnética Nuclear do  $^7\text{Li}$ ,  $^{19}\text{F}$  e  $^1\text{H}$  em função da temperatura em filmes de PVDF: $\text{LiClO}_4$  (10X) e PVDF: $\text{LiBF}_4$  (10X), ambos em DMF, com o objetivo de caracterizar separadamente a dinâmica do cátion ( $\text{Li}^+$ ), do ânion ( $\text{BF}_4^-$ ) e do plastificante (DMF) através da intensa ressonância prótonica. Resultados preliminares, numa frequência de Larmor de 24.05 MHz entre 250 - 385K mostram que o grupo  $\text{BF}_4^-$  também tem uma apreciável mobilidade, provavelmente associada a movimentos reorientacionais, caracterizada por uma energia de ativação de  $\approx 0.16$  eV, e que não contribuiria para o transporte iônico resultante numa condutividade.

(1) Electrochem. Acta 28, 591 e 633 (1983).

POL 128/14.00/5a.

A PSEUDO-SPIN MODEL FOR P(VDF-TrFE)

P.R. SILVA  
S.V. COSTA  
R.L. MOREIRA

Depto Física-ICEx-UFMG  
CP 702 CEP 30.161  
Belo Horizonte-MG  
BRAZIL

ABSTRACT

In this work we propose a quite simple model with four particle interaction in order to describe the P(VDF-TrFE) system. The mean field treatment of the model displays the main qualitative features of its behavior.

POL 129/14.00/5a.

CRESCIMENTO DE ESTERULITOS DE MENTOL

Elder Elisio e Vicente Roberto Dumka

Departamento de Física - Univ. Fed. do Paraná

A cristalização de mentol  $C_{15}H_{26}O$ , (ponto de fusão de 389°C), foi processada entre as placas de vidro Spod fuso sob lâmpada infravermelha e posteriormente observada sob luz polarizada em transmissão. Os registros fotográficos sequenciais e um vidro mostraram a nucleação e o desenvolvimento de esterulitos semelhantes aos observados em polímeros, (polietileno), porém com dimensões da ordem de centímetros. A baixa velocidade de crescimento à temperatura ambiente e os raios dos mesmos, permitem visualizar e medir parâmetros que caracterizam o processo de solidificação. Observações por espalhamento de um feixe de laser, (RHe), e microscopia óptica mostram que o esterulito é formado de fibrilas birefringentes que se bifurcam produzindo uma morfologia de ramificação densa, não fractal. Resultados semelhantes foram obtidos com trinitro-tolueno, (TNT), que funde a 819°C e permanece super-resfriado até 259°C. O crescimento do raio dos esterulitos é linear com o tempo, ou seja, a interface S-L tem velocidade constante, e os contornos da "grão", assumem formas hiperbólicas.

Agradecimento à Britanite Ind. Quím. Ltda.  
Apoio: CNPq

POL 130/14.00/5a.

PROPRIEDADES CONFIGURACIONAIS DE POLIELETROLITOS COM DISTRIBUIÇÕES PERIÓDICAS OU ALEATÓRIAS DE CARGAS. A.R.de Souza (Depto. de Química, UNESP, Baurão, SP), L.Degrava (Depto. de Química, FFLC/USP).

A conformação das macromoléculas parcialmente ionizadas depende do número e da distribuição ao longo da cadeia, dos grupos ionizados e também da força iônica do meio. Afim de se analisar estes fatores, macromoléculas de 100 meros com dois tipos de distribuições de cargas (periódica e aleatória) foram geradas, pelo método de Monte Carlo, em meios de força iônica 1,0, 0,1, 0,01 e 0,001M da modo a obter a distância final-final  $R$ , e o raio de giração,  $S$ . Estas duas propriedades crescem junto com o grau de ionização da cadeia e decrescem com o aumento da força iônica do meio; no entanto, elas dependem muito do modelo da distribuição de carga. No modelo onde a distribuição é periódica, observa-se uma descontinuidade para  $R$  e  $S$  ao redor de 33% de ionização, descontinuidade não observada no modelo aleatório. Entretanto para os baixos e altos graus de ionização os dois modelos indicam que as conformações poliméricas são muito semelhantes resultando em valores próximos tanto para  $R$  quanto para  $S$ . A descontinuidade no modelo periódico pode ser explicada pelo fato de que as distribuições periódicas de cargas resultam em discrepâncias energéticas entre as várias configurações possíveis. Devido modo a configuração apresentando a menor energia repulsiva as encontrará frequentemente com reflexo global sobre as propriedades configuracionais. Este fato não ocorre no modelo aleatório visto que as distribuições de cargas diferem muito ao longo da cadeia. Entretanto este modelo é mais próximo da realidade visto que a ionização dos grupos laterais depende não de sua localização mas sim do seu pK.

CNPq

**POLÍMEROS PARA APLICAÇÃO EM DISPOSITIVOS DE ÓTICA NÃO LINEAR**

**Angélica A. Kondo, Alessandra Holme, José A. Giacometti e  
Valtencir Tucolotte**

**Instituto de Física e Química de São Carlos - USP**

Dispositivos para ótica não linear têm sido construídos principalmente com materiais inorgânicos como cristais de  $\text{LiNbO}_3$  e  $\text{KDP}$ , embora materiais orgânicos como urea, POM(3-methyl-4-nitropyridene) e HMT(hexamethylenetetramine) também sejam empregados. Recentemente tem se estudado a possibilidade de usar polímeros amorfos, como o PMMA, como matriz para a inserção de moléculas como DANS(N,N-dimethylaminonitroetilbene) com polarizabilidade não linear. Para que efeitos não lineares de segunda ordem sejam observados, as moléculas polares devem ter uma orientação preferencial. Descreve-se neste trabalho a preparação de filmes de PMMA e P(VDF-TrFE) dopados com vários corantes, usando-se o método de solução. A polarização dos filmes para a orientação das moléculas será feita através do método do triodo de corona com corrente constante. Está em andamento um estudo sistemático das melhores condições de preparação e da polarização dos filmes numa tentativa de identificar materiais com altos coeficientes não lineares.



**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**RES - Ressonância Magnética**

RES/08.10/4s.

### TOMOGRAFIA POR RMN COMPLETAMENTE DIGITAL EM CAMPOS MAGNÉTICOS ULTRABAIXOS

George C. do Nascimento, Mario Engelsberg e  
Ricardo E. de Sousa  
Departamento de Física - UPPE, 50733 Recife-PE

Descrevemos um sistema de tomografia por RMN para corpo inteiro de baixo custo que emprega detecção digital como também síntese digital de pulsos arbitrários de RF. O sistema de construção própria, inclui um eletromagneto de 0.7 metros de diâmetro livre e não utiliza nenhum misturador ou modulador analógico. O processamento dos dados, que envolve conversão A/D na frequência de Larmor de 620KHz seguida de detecção em quadratura e filtragem digital, é analisado. A performance do sistema exibe uma melhora significativa em relação a sistemas mais convencionais que operam nesta faixa de frequências.

RES/08.30/4s.

ESTUDOS POR RMN DE CONDUTORES IÔNICOS POLIMÉRICOS, PUROS E HIDRATADOS. J. P. DONDOSI, L. H. MATTEOSI, M. G. CAVALCANTE, T. J. BORAGAN-RAI, O. E. NASCIMENTO - UFSC/USF

Os complexos sólidos formados entre Póli(óxido de etileno)  $[(CH_2 - CH_2 - O)_n]$  e sais de Lítio constituem eficientes condutores iônicos(1). Muitos destes materiais são altamente birrefringentes, possibilitando a construção de sensores de umidade(2).

Os efeitos da umidade nestes sistemas foram estudados por várias técnicas: ESR, RPE, espectroscopia IV, calorimetria diferencial e termogravimetria.

Os resultados da RPE em banda X do  $Cu^{2+}$  no complexo  $POE_{4.8} Cu (ClO_4)_2$  mostram que a água compete com os oxigênios do etileno, do POE, na complexação do cátion. As medidas dos tempos de relaxação ( $T_1$  e  $T_2$ ) do  $^7Li$ ,  $^6Li$  e  $^{19}F$  nos complexos semicristalino  $POE_{5.7} LiBF_4$  e amorfo  $POE_{5.7} LiBF_4$  hidratados com  $D_2O$  mostram um aumento da mobilidade da cadeia polimérica e uma diminuição das energias de ativação com a hidratação.

O fenômeno da cristalização praticamente desaparece, dessecando a natureza amorfa dos complexos hidratados. Neste último sistema, o estudo da forma da linha a 250K de  $^7Li$  mostra uma queda no segundo momento de  $12 G^2$  no polímero complexado a  $\sim 3 G^2$  no complexo hidratado (25%  $D_2O$ ), traduzindo a exposição ocorrida na cadeia polimérica por causa da hidratação.

(1) Vincent C. A. - Progr. Solid St. Chem. 17, 145 (1987).

(2) E. V. Portugal et al. - ver resumo da "Instrumentação" deste Encontro.

APOIO: FINEP, FAPESP, CNPq

RES/08.30/4s.

ESTUDO DE POLI-PARA-PHENYLENE (PPP) DOPADO COM  $FeCl_3$  POR ESPECTROSCOPIA DE ALTA RESOLUÇÃO EM SÓLIDOS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR. Romagosa, V. J., Panepucci, E., Bello Jr., B. e Giotto, W. V. Instituto de Física e Química de São Carlos - USP

O PPP é um polímero constituído de uma cadeia de anéis benzênicos, como mostrado na figura 1. Este polímero apresenta dois grupos de  $^{13}C$  com deslocamentos químicos isotrópicos distintos, 1 e 2, e o espectro de alta resolução de PPP puro deverá apresentar duas linhas com relação de amplitudes 1:2, respectivamente.

Este polímero possui a propriedade de apresentar condutividade elétrica com a introdução de dopantes apropriados. Em nosso caso, analisamos os espectros de alta resolução de PPP puro e dopado com  $FeCl_3$  em várias concentrações sem, no entanto, conectar profundamente os resultados obtidos com as propriedades da condutividade elétrica.

Para dopar o PPP com  $FeCl_3$  utilizamos o procedimento descrito e seguir. O  $FeCl_3$  (n moles) é adicionado em nitrometano e agitado por 2 horas em atmosfera de  $N_2$ . Posteriormente adicionamos o PPP (n moles) e deixamos agitar por 20 horas. Ambos processos são efetuados a temperatura ambiente. O produto final da reação é lavado e filtrado com nitrometano e o resultado é medido em uma estufa a temperatura de 150°C para secar.

FIGURA 1: Polímero PPP onde existem dois grupos de  $^{13}C$  com deslocamentos químicos distintos 1 e 2.



RES/09/10/4a.

OS CENTROS DO NH, Br, Cu<sup>2+</sup>, Eduardo Di Mauro (UEL) e Walter Sano (IFUSP).

O NH<sub>4</sub>Br tem quatro fases distintas de acordo com o intervalo de temperatura a que está submetido, estas fases podem ser muito bem caracterizadas quando o cristal passa a ser dopado com o íon Cu<sup>2+</sup>, pois o comportamento deste íon paramagnético nos permite entender as mudanças produzidas no campo cristalino para cada uma das fases. Nosso estudo teve como principal objetivo determinar as vizinhanças que se formam em torno do Cu<sup>2+</sup> quando este faz parte do cristal, bem como quantificar as interações entre estas vizinhanças e o Cu<sup>2+</sup>. Os cristais foram crescidos em soluções cujo pH variou de zero até 8,36, e um estudo detalhado de RPE nas bandas X e O que realizamos nos mostrou a presença de três centros distintos nas amostras, que dependem do pH da solução em que os mesmos foram obtidos. Após a análise química das amostras, elaboramos um modelo para cada um dos centros encontrados, que justificassem não só as simetrias dos centros em cada fase do cristal, mas principalmente as interações existentes entre o Cu<sup>2+</sup> e sua vizinhança.

RES/09.30/4a.

RPE DE APATITAS DE TECIDOS CALCIFICADOS

Alexandre M. Rossi (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas), Ney V. Vugman, Nelson Pinhal (Inst. Física UFRJ)

A formação, por irradiação, de radicais paramagnéticos em carbo-hidroxiapatitas depende fortemente da natureza e do método de preparação das amostras. Grupos CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> são produzidos em apatitas sintetizadas em altas temperaturas; grupos CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> e O<sup>-</sup> são formados em amostras sintetizadas em meio aquoso (F. J. Callens et al. 1991).

Neste trabalho estuda-se o espectro de RPE de apatitas de tecidos calcificados entre 4 K e 400 K. Os resultados sugerem que as espécies paramagnéticas A, B, C (A. Rossi et al. 1990) criadas por irradiação gama não estão associadas a grupos CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ou a grupos CO<sub>3</sub>; estas espécies não são produzidas em biapatitas naturais.

As espécies observadas em amostras ossos e dentes são grupos CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> em diferentes sítios. A espécie A (g<sub>1</sub> = 2.0028 e g = 1.9975) associada a um grupo CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> em um sítio de OH, possui movimento de rotação em torno do eixo principal de simetria da apatita (eixo c). Este centro não se forma em apatitas sintéticas.

A espécie B está provavelmente associada a CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> em sítios de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> próximos ao eixo c. A espécie C é formada provavelmente na superfície das cristalites. O espectro hiperfino com os carbonos 13 são analisados.

RES/10.10/4a.

RESISTIVIDADE NO PLANO EM INTERCALADOS DE GRAFITE OBTIDA A PARTIR DE MEDIDAS DE RESSONÂNCIA DE SPIN DE ELÉTRONS DE CONDUÇÃO.

TRONS DE CONDUÇÃO.

Lygia Christina de Moura Welmsley

Departamento de Física - Instituto de Geociências e Ciências Exatas-IGEE  
UNESP - Rio Claro - SP

Usamos o efeito de frequência de modulação do campo magnético externo na forma da linha de ressonância de spin de elétrons de condução dos intercalados de grafite, para obter o valor absoluto da resistividade no plano. Calculamos a potência absorvida em cada fatia de amostra normal à direção de penetração da onda, multiplicada por um fator para levar em conta o efeito de frequência de modulação do campo magnético externo. Espectros de estágio 1 de grafite - AlCl<sub>3</sub> a temperatura ambiente em ambas as configurações (Hollô e Hollô) foram ajustados com as linhas teóricas e os valores da resistividade no plano e também da resistividade no eixo c obtidos dos parâmetros de ajuste mostram razoável concordância com os da literatura.

RES/10.30/4a. RPE EM MONOCRISTAIS DE  $(Al_{1-x}Cu_x)Cl_3$  E EM GRAFITE INTERCALADO  
M.A. Pires, C. Rettori, G.E. Barberis-UNICAMP.

Experimentos de RPE foram realizados em grafite intercalado com  $(Al_{1-x}Cu_x)Al_3$  e em monocristais preparados com o mesmo composto.

O Hamiltoniano de Spin para estes sistemas é dado por:

$$H = \omega_0 S_z + S.A.I.$$

A dependência angular para as quatro linhas do espectro característico (RPE) do  $Cu^{2+}$  no monocristal, indica que o eixo principal para o tensor hiperfino está em  $0-35^\circ$ , do plano de clivagem.

No Composto de Grafite Intercalado (GIC), foram observados dois conjuntos de linhas, correspondentes a dois sítios distintos. A análise dos parâmetros hiperfinos indica que um dos sítios corresponde ao do  $Cu^{2+}$  no monocristal, enquanto que o outro provavelmente seja caracterizado pela intercalação de de uma outra espécie molecular, conforme observado em GICs intercalado com  $AlCl_3$  puro.

Discutiremos os resultados obtidos dos experimentos de Ressonância Paramagnética Eletrônica, para estes sistemas.

RES/10.50/4a. RPE EM MONOCRISTAIS DE  $(Al_{1-x}Mn_x)Al_3$  E EM GRAFITE INTERCALADO  
M.A. Pires, C. Rettori, G.E. Barberis-UNICAMP.

Neste trabalho foram preparados monocristais de  $(Al_{1-x}Mn_x)Cl_3$  e grafites intercalados com o mesmo composto.

Experimentos de RPE, em ambos, apresentam um espectro de estrutura fina e hiperfina completamente resolvido para os íons  $Mn^{2+}$ . A variação angular para as 30 linhas correspondentes às transições entre os múltiplos  $3-5/2$  e  $1-5/2$ , indicam que os íons  $Mn^{2+}$  estão num sítio de simetria axial, cujo Hamiltoniano é descrito por:

$$H = \omega_0 S_z + D S_z^2 + a S_x^2 + S.A.I.$$

Discutiremos os resultados obtidos, onde o efeito da intercalação modifica os parâmetros do campo cristalino, além de permitir a observação simultânea da ressonância dos spins de alto-condução e dos íons  $Mn^{2+}$  numa matriz metálica.

RES/11.10/4a. PRESSÕES UNIAXIAIS EM CRISTAIS DE BAIXA SIMETRIA  
GEORGE B. MARTINS E GASTON E. BARBERIS.

Mostramos com este trabalho que é possível, mediante pressões uniaxiais aplicadas a um cristal diamagnético, diferenciar, em um mesmo cristal, sítios (contendo impurezas magnéticas) que são magneticamente equivalentes, mas que não são equivalentes frente a pressões.

RES/08.10/5a. TC

**EPR PULSADO**

C. J. Magon .

*Instituto de Física e Química de São Carlos/USP*  
CP. 369 - 13560 - São Carlos - SP

RES/09.20/5a. TC

**A TOMOGRAFIA POR RMN EM SÃO CARLOS**

H. Panepucci

*Instituto de Física e Química de São Carlos/USP*  
CP. 369 - 13560 - São Carlos - SP

**PAINÉIS**  
**RES - Ressonância Magnética**

RES 87/14/00/4a.

RESONÂNCIA MAGNÉTICA MODULADA FOTOTÉRMICAMENTE  
 J.A.Romano, A.C.H.Motta, A.M.Mansuêto, E.Vargas  
 (IF-UNICAMP)

Neste trabalho, o método da Ressonância Magnética modulada fototermicamente é explorado na resolução do perfil da profundidade de amostras ferromagnéticas em camadas e também na transição da fase ferro-paramagnética do Gadolínio. A FM-FMR baseia-se na dependência da absorção da ressonância com relação à temperatura. A amostra é colocada numa cavidade com acesso à luz e a absorção de microonda pela mesma é modulada termicamente por um feixe de luz. Pode-se variar o comprimento da difusão térmica na amostra mudando-se a frequência de modulação. Desta forma podemos, no caso de amostras constituídas de duas camadas, separar o espectro de cada uma, o que também pode ser feito por meio da fase do sinal.

Apoio: CNPq

RES 88/14/00/4a.

CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTRÔMETRO DE ALTA RESOLUÇÃO POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.

Bonagamba, T. J.; Vidoto, E. L. G.; Fumagalli, H. e Martins, M. J.  
 Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

Neste trabalho descreve técnicas de espectroscopia de alta resolução em sólidos por Ressonância Magnética Nuclear (RMN), o projeto de construção de um espectrômetro para este fim e sua avaliação experimental com a utilização deste equipamento na caracterização de amostras sólidas.

O espectrômetro de alta resolução por RMN desenvolvido, permite a utilização de técnicas de dupla ressonância, múltiplos pulsos e rotação da amostra em torno do ângulo mágico (MAS) e, além disso, pode ser utilizado para líquidos aplicando-se as técnicas espectroscópicas da RMN uni ou bidimensionais.

A máxima frequência de rotação para MAS é da ordem de 5000 e as sequências de dupla ressonância podem ser utilizadas para quaisquer pares de núcleos atômicos. Os experimentos podem ser realizados com variação de temperatura de -120°C a +160°C e o equipamento é totalmente controlado por um microcomputador Macintosh IIcx.

O espectrômetro foi construído com uma "mixela" de equipamentos feitos em nosso laboratório e comprados no exterior, fator que nos possibilitou a ter um equipamento muito versátil e um preço unito mais baixo do que os similares que já existem comercialmente.

APOIO: FINEP, FAPESP, CNPq.

RES 89/14/00/4a.

CONTROLADOR DE TEMPERATURA PARA UMA SONDA DE RMN COM ROTAÇÃO DA AMOSTRA EM TORNO DO ÂNGULO MÁGICO.

FERRAZ, L. F. M.; SILVA, J. G. e BONAGAMBA, T. J.

Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

Os rotors de alta velocidade atualmente utilizados em espectroscopia de alta resolução em sólidos por RMN, são sustentados por mancais selváticos cilíndricos e propulsados por jatos de gás comprimido.

Desta forma, podemos utilizar o próprio gás que faz o rotor girar, para variar a temperatura da amostra que está em seu interior. Para elevar a temperatura da amostra, submerge-se a linha de transição de gás em nitrogênio líquido e/ou introduzimos um aquecedor no interior da mesma.

A temperatura da amostra é monitorada por um termopar que é utilizado pelo controlador de temperatura, o qual, devido à grande dinâmica do processo térmico, é do tipo proporcional, integral e diferencial (PID).

APOIO: FINEP, FAPESP, CNPq

C. S. M. Partiti e H. R. Rechenberg, Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Compostos dos tipos  $A_4M^{2+}X_4$  ou  $(A_4N)_2M^{2+}X_4$ , onde  $A = CH_3, C_2H_5, \dots$ ,  $M = Cu, Co, Mn, Fe, Zn, \dots$  e  $X = Cl$  ou  $Br$ , apresentam um grande número de transições de fase estruturais, incluindo o aparecimento de fases ferroelétricas. No  $(C_2H_5)_4NFcCl_4$  várias transições são conhecidas na faixa de 215 a 235 K <sup>1/1</sup>. O espectro Mössbauer não apresenta nenhuma anomalia nessa região, devido ao fato de que o  $Fe^{2+}$  ocupa o centro de um tetraedro  $Cl_4$  que não sofre distorção apreciável <sup>2/2</sup>. Por outro lado, detectamos as seguintes anomalias a  $T = 275$  K: a) redução descontínua do fator de Debye-Waller, b) idem do desvio isomérico, c) aumento brutal da largura de linha. Efeitos análogos ocorrem no  $(C_2H_5)_4NFcBr_4$ . Os efeitos observados poderiam ser conseqüência de um "soft mode" associado a uma transição ferroelétrica.

<sup>1/1</sup> R. Navarro, J. A. Puértolas, F. Palacio e D. González, J. Chem. Thermodynamics 20, 373 (1988)

<sup>2/2</sup> C. S. M. Partiti e H. R. Rechenberg, Hyperfine Int. (a ser publicado)

Medidas Mössbauer obtidas entre 12K e 300K no composto  $(ND_4)_2FeCl_3H_2O$  apresentaram um desdobramento quadrupolar com uma forte dependência com a temperatura abaixo de 200K o que por analogia com resultados obtidos com o composto  $(NH_4)_2FeCl_3H_2O$  <sup>(1)</sup> atribuímos ao congelamento das rotações/vibrações do íon  $ND_4^+$ . Esses resultados podem ser analisados com um modelo baseado na excitação térmica do íon  $ND_4^+$ , novamente em analogia com o mesmo modelo utilizado para o íon  $NH_4^+$  <sup>(1)</sup>. A curva obtida descreve bem os resultados experimentais e foi encontrada uma energia de ativação comparável com a energia obtida para o composto de  $NH_4^+$ : 450K e 430K <sup>(1)</sup>, respectivamente. Resultados encontrados na literatura que também foram baseados na reorientação do íon também mostram uma energia de ativação, também, coincidente para  $NH_4^+$  nos compostos  $NH_4(CH_2ClCOO)_2$  e  $ND_4(CH_2ClCOO)_2$  <sup>(2)</sup>.

(1) C.S.M. Partiti; H.R. Rechenberg and J.P. Sanchez, J. Phys. C: Solid State Phys. 21, 5825(1989).

(2) T. Yamamoto, G. Soda, M. Nakamura and H. Chihara, J. Phys. Soc. Japan 50, 2014(1981).

O objetivo desta investigação é a compreensão do comportamento magnético apresentado pelo cristal  $Ir_2PtCl_{12}$ . Com este fim, propomos um estudo, teórico e experimental, das interações de spin entre íons  $Ir^{4+}$  diluídos na matriz diamagnética  $Ir_2PtCl_{12}$ , isomorfa ao sal de irídio.

Estudos anteriormente realizados, em nosso grupo, têm demonstrado que o chamado modelo de Pares é adequado para descrever o comportamento do espectro de Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) para cristais complexos hidratados, dopados com Ni, NiMn e Cu. Através desse modelo podemos obter diretamente os parâmetros de interação entre spins a partir das múltiplas estruturas apresentadas pelo espectro de RPE. A intensidade e largura dessas linhas podem ser obtidas em função da concentração de íons paramagnéticos. Também pode-se obter a contribuição para as curvas de calor específico e susceptibilidade magnética devido a pares e trinças de spin.

Cálculos preliminares, tendo por base espectros de RPE para o cristal  $Ir_2(NH_4)_2PtCl_{12}$ , com interação de exchange e dipolar magnética, considerando-se também arranjos mais complexos de spin(trinças), bem como a contribuição específica de cada uma dessas estruturas em função da concentração de íons paramagnéticos, têm apresentado boa concordância com espectros de RPE.



RES 93/14/00/4a. ESTUDO DAS FERRITAS DE CÁLCIO E NÍCIO  $\text{Ca}_2\text{Fe}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_{9+x}$  POR ESPECTROSCOPIA DE RPE. Paulo B. de Sousa e Claudio J. Magoe. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

Propõe-se para este trabalho, o estudo das propriedades estruturais cristalinas e magnéticas da ferrita bicálcica  $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_9$ , alterada pela substituição de frações de íons  $\text{Fe}^{3+}$  por íons  $\text{Nb}^{5+}$ , através da síntese de fases  $\text{Ca}_2\text{Fe}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_{9+x}$  com  $0 < x < 1$ .

A presença do íon  $\text{Nb}^{5+}$ , diamagnético, modifica a estrutura cristalina da ferrita, assim como as suas propriedades magnéticas e óicas. Estas compostos são antiferromagnéticos e a temperatura de transição depende fortemente da concentração x. Para  $x = 0$ , a temperatura de transição ocorre em torno de 773K e decresce para cerca de 40K quando  $x = 1$ .

Paralelamente, a concentração relativa entre os íons Fe e Nb determina as alterações estruturais, resultantes de 2 fases coexistentes ortorrômbica e cúbica.

Apresentaremos os resultados obtidos por espectroscopia de RPE, teoria e conclusões.

APOIO: FINEP, FAPESP e CNPq.

RES 94/14/00/4a. ESTUDO POR RPE DO COBRE (II) ( $\alpha$  - ANINO-ISOESTRATO)

S. de Costa Saab; O. R. Nascimento; D. J. de Moraes; C. Shibuya; M. C. Terrill; B. Calvo.

(\*) Instituto de Física e Química de São Carlos, USP  
(\*) INTEC/CONICET - Santa Fe, Argentina

Espectros de RPE do  $[\text{CuNH}_2(\text{CH}_3)_2(\text{CO}_2)_2]$  no forma cristalina (monocristal) estão sendo estudados. Neste subôccido há dois íons de cobre magneticamente não equivalentes por causa da simetria que estão relacionados por uma operação de rotação de  $180^\circ$  em torno do eixo b do cristal. Os valores dos componentes do tensor  $\vec{H}$  e largura da linha foram determinados a partir dos espectros obtidos variando o ângulo entre  $\vec{H}$  e os eixos do cristal  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  e  $\vec{c}$  em três planos a'b, a'c e bc. Os espectros foram conseguidos com um espectrômetro Varian, modelo E-109 banda X (9.2 GHz) e banda Q (35 GHz) em temperatura ambiente.

Os mesmos mostram uma única linha de ressonância devido ao efeito do estreitamento por troca. Os valores do tensor são muito similares em ambas frequências. A existência de dois íons magneticamente não equivalentes é evidenciada pela diferença da variação angular da largura da linha nas duas frequências.

RES 95/14/00/4a. EPR SPECTRA OF  $\text{Cr}^{3+}$  DOPPED IN  $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{Co}_3\text{O}_{12}$

I. J. Moraes; C. J. Magoe; B. B. de Sousa; O. R. Nascimento; M. C. Terrill. (\*) Universidade Federal de Goiás - (\*\*) Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC), Universidade de São Paulo.

The resonance of  $\text{Cr}^{3+}$  doped in single crystals of CGCC was studied as a function of temperature in the range 4.2K to 300K, using a X-band ( $0.3 \text{ cm}^{-1}$ ) superheterodyne spectrometer. Only one transition  $\langle \frac{1}{2} A_2 \rightarrow \frac{1}{2} A_2 \rangle$  was observed with the field applied parallel to the (111) direction. No measurable change of the parallel g-factor was detected at any temperature.

The linewidth behaviour with temperature was found to depend strongly on the concentration of impurities. At low Cr concentration, the single ion resonance has a linewidth independent of temperature, as expected. For samples with high concentration, about 12 Cr and 31 Cr, the linewidth increases abruptly below 40K. Similar behaviour has been observed in magnetic materials by other authors. A law of the type  $\alpha + \gamma |T - T_H|^{-\beta}$  was used to fit the data with good agreement.

For a third kind of samples 12 Cr and 31 Cr, grown with Ca in excess, the line is broadened at room temperature and the linewidth increases slowly at low temperature, showing no critical behaviour.

The angular dependence of the EPR spectra was measured at room temperature in three energy ranges: L, X and Q bands.

(Órgãos Financiadores: CNPq, CAPES e FAPESP).

RES 56/14.00/4a.

EPR MEASUREMENT OF EXCHANGE INTERACTIONS IN SINGLE CRYSTALS OF COPPER CIS(CYCLES), R.M.Martins, H.L.G.Paschoa and R.Salim. INTIC (CONICET-UEL), Santa Fe Argentina, D.L.Dorcas and Q.R.Nascimento. IPQSC-USP.

EPR data obtained at room temperature and 9 and 35 GHz in oriented single crystals of  $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  were used to evaluate the exchange interactions between copper ions. The gyromagnetic factor and the angular variation of the linewidth, were determined in the three crystal planes. The gyromagnetic tensor is evaluated and discussed in terms of the molecular structure around copper. The angular variation of the linewidth is analyzed in terms of the magnitude of the exchange, and the chemical path for superexchange in copper(cis-glycine). The transition of the spectrum from two resonances, to a single exchange-collapsed resonance was measured in detail as a function of the orientation of the magnetic field in the ab crystal plane, at both frequencies. To analyze the data we introduce a quantum mechanical model in Kubo and Tomita's theory. This theory explains the transition, and allows to calculate exchange interactions of about ten millikelvins, from data obtained at room temperature.

RES 97/14.00/4a.

"ESTUDO DO XISTO DE PORTELÂNDIA (GOIÁS) POR RESSONÂNCIA PARAMAGNÉTICA ELETRÔNICA"

Fernando Pelegrini, Ricardo Costa de Santana

Departamento de Física - Universidade Federal de Goiás

Neste trabalho apresentamos a caracterização do xisto da região de Portelândia (sudoeste de Goiás) por ressonância paramagnética eletrônica. Os resultados obtidos são comparados com os já conhecidos, conforme estudos do grupo de N. V. Vugman, do Instituto de Física da UFRJ, referentes ao xisto da mesma formação Irati-Paraná.

RES 98/14.00/4a.

"ESTUDO DE DOLOMITAS POR RESSONÂNCIA PARAMAGNÉTICA ELETRÔNICA"

Fernando Pelegrini, Roberto M. de Assis Franco

Departamento de Física - Universidade Federal de Goiás

Alexandre Maite Rossi

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Neste trabalho apresentamos a caracterização geral de dolomitas do Estado de Goiás, de 23 diferentes localidades, por ressonância paramagnética eletrônica. Em particular, procuramos investigar as características de defeitos causados por radiação para possível comparação com resultados conhecidos referentes a calcitas e aragonitas.

RES 99/16.00/4a.

RPE DE IMPUREZA DE  $Er^{3+}$  EM MONOCRISTAIS DE  $AlCl_3$ 

M.A.Pires, C.Rattori, G.E.Barberia-UNICAMP

Tendo em vista a natureza altamente higroscópica do  $AlCl_3$ , monocristais de  $(Al_{1-x}Er_x)Cl_3$  foram crescidos em ampolas fechadas e em ambiente rigorosamente seco. O material necessário para a preparação das amostras foi obtido mediante o aquecimento de limalha de liga  $Al_{1-x}Er_x$  na presença de gás cloro e em atmosfera controlada. As ampolas contendo o sal obtido na reação, foram colocadas em um forno, à temperatura de  $-300^\circ C$ , por algumas horas. Após o resfriamento, foram obtidos pequenos monocristais de forma quase hexagonal, planar, de tamanhos e espessuras variadas.

Experimentos de RPE, foram realizados à temperaturas variando entre 4.15K e 1.6K e indicam que as transições observadas correspondem ao dublêto de Kramer para o primeiro estado excitado, do "splitting" da campo cristalino.

RES 100/16.00/4a.

## DEBITOS CRIADOS POR RADIAÇÃO GAMA EM ARAGONITAS NATURAIS.

Deilson D. S. Schram, Alexandre M. Rossi

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - Rio de Janeiro

Centros paramagnéticos de grande estabilidade térmica tem sido largamente utilizados na datação e na dosimetria de materiais aragônicos. Apesar disto, divergências ainda persistem sobre a interpretação do espectro de RPE de amostras policristalinas de origem biológica e sobre a natureza e a estabilidade das espécies formadas pela radiação natural.

Neste trabalho interpretamos o espectro de RPE de monocristais de aragônitas naturais. Variações angulares em planos perpendiculares e paralelos ao eixo principal de simetria (c) indicam a formação de pelo menos por 4 espécies paramagnéticas com simetria ortorrômbica e axial em relação a c (A,  $g_1 = 1.99799$ ,  $g_2 = 2.00166$ ,  $g_3 = 2.00361$ ; B,  $g_1 = 2.00484$ ,  $g_2 = 2.00451$ ,  $g_3 = 2.00431$ ; C,  $g_1 = 2.01186$ ,  $g_2 = 2.01752$ ,  $g_3 = 2.00245$ ; D,  $g_1 = g_2 = 2.00355$ ,  $g_3 = 2.00139$ ). Intercomparação com espectros de aragônitas de conchas atuais e fósseis permite a interpretação do espectro de pó de aragônitas de origem biológicas. As espécies formadas por irradiação são provavelmente grupos  $CO_3^-$ ,  $CO_2^-$ , e O. Situações nos planos dos carbonatos. Consequência dos resultados na Estratologia para a datação e dosimetria de materiais aragônicos são discutidos.

RES 101/16.00/4a.

## RPE DE SISTEMAS SEMI-ORIENTADOS: ALINHAMENTO DO MICRO CISTAL DE APATITE NO ESMALTE DENTÁRIO.

Rivaldo R. Sobral, Alexandre M. Rossi (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) - Rey V. Vuqman (Inst. Física UFRJ).

O esmalte é constituído por uma estrutura prismática parcialmente orientada em relação a superfície externa do dente. Os microcristais de hidroxiapatita se alinham dentro destes prismas. As propriedades físico-químicas do esmalte dependem da estrutura orientacional dos microcristais de apatita.

O modelo de Hono, desenvolvido para estudar espectros de RPE de sistemas semiorientados, é adaptado para simular variações angulares dos espectros da espécie paramagnética  $CO_2^-$ . Esta espécie possui simetria axial e se orienta ao longo do eixo c da apatita ( $g_1 = 2.0028$ ,  $g_2 = 1.9975$ ).

As variações angulares experimentais foram simuladas a partir de uma função orientacional lorentziana. A pequena largura de linha desta distribuição ( $\delta = 0.3$ ) indica que os microcristais apresentam um alto grau de ordenamento em relação a direção perpendicular a superfície externa do esmalte.

MAGNETIC RESONANCE STUDIES OF  $Dy^{3+}$  AND  $Er^{3+}$  IN LANTHANUM NITRATETRIHYDRATE

J.M. Baker\*, M.J. Cook\*, C.A. Healdson M.\*, P.A. Murray\*, A.L. Treisman\* and R.T. Vohar\*

\* Chemistry Laboratory, Parks Road, Oxford, OX2 3PS, England.

\* Department of Chemistry, University of Chicago, Chicago, Illinois 60637, U.S.A.

## SUMMARY

Electron paramagnetic resonance (EPR) measurements have been made on  $Dy^{3+}$  and  $Er^{3+}$  in lanthanum nitrate trihydrate (LaND) single crystals, for comparison with the information described in the previous paper about single crystals of  $Dy^{3+}$  and  $Er^{3+}$ . For both  $Dy^{3+}$  and  $Er^{3+}$ , as for  $Tm^{3+}$  (Baker et al 1964a), the microcrystallites were found to be orientated with a preferred axis with a large amplitude of  $M_J = \pm 1$ , an almost isotropic  $g$ -factor, and a purely magnetic dipole-dipole interaction between nearest neighbour ions.  $La^{3+}$  ions, which have  $La$  as either  $Dy$  or  $Er$ . In contrast, for  $La^{3+}$  doped substituted single LaND, although the  $g$ -factor has one principal value much larger than the other two, the preferred direction is different from that for LaND. EPR in crystals of  $La^{3+}$  containing between 0.01 and 0.1 mole fractions of  $La$  shows that diluted ions have a  $g$ -factor very similar to that in more dense crystals, and no ions have a  $g$ -factor similar to that for LaND and a purely magnetic dipole-dipole interaction. Hence, the differences seen for  $Dy^{3+}$  and  $Er^{3+}$  are seen to explain the same features as were found for the non-Kramers ions  $Tm^{3+}$  and  $Yb^{3+}$  in the lanthanide nitrate trihydrates.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**SEM - Semicondutores**

SEN/08.30/4a.

**INTERAÇÃO DE ELÉTRONS COM FÔNONS DE INTERFACE EM HETEROESTRUTURAS DE GaAs/AlAs** A. M. de Paula<sup>1</sup>e J. F. Ryan<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal de Minas Gerais; <sup>2</sup>Clarendon Laboratory, University of Oxford

A natureza das interações elétron-fônon em poços quânticos e super-redes são assunto de grande interesse experimental e teórico. Este interesse se deve ao fato de que nessas estruturas surgem novas propriedades devido ao confinamento de elétrons e de fônons. Apresentamos medidas de espalhamento Raman anti-Stokes em super-redes de GaAs/AlAs com camadas estreitas, que mostram que a relaxação de energia através de processos intra-sub-banda é dominada por espalhamento devido a fônons de interface de AlAs. Estes resultados concordam com cálculos teóricos das taxas de espalhamento elétron-fônon obtidas através de modelos microscópicos [1] e modelos macroscópicos [2].

[1] F. Lagbi, P. Bordone, E. Molinari, H. Röcher, A. M. de Paula, A. C. Maciel, J. F. Ryan, and M. Shayegan, *Semicond. Sci. Technol.* (in press).

[2] G. Weber, A. M. de Paula, and J. F. Ryan, (to be published).

SEN/08.45/4a.

**MÉTODO HARTREE-FOCK LCAO PARA SISTEMAS PERIÓDICOS.**

Rogério José Balerio e Marília Junqueira Caldas - Insti-

tuto de Física da Universidade de São Paulo.

Apresentamos neste trabalho um método para o estudo de propriedades escolhidas de sistemas semicondutores complexos, como por exemplo, defeitos pontuais, superfícies e interfaces, heteroestruturas e outros. Este modelo acopla as facilidades das técnicas de Química-Quântica, em especial o método é implementado para o MDO (Modified of Neglect Diatomic Overlap), com a formulação das estruturas periódicas de Bloch. O método é aplicado para os cristais de diamante e silício, ambos com uma rede fcc com dois átomos na célula e para uma rede cúbica simples com oito átomos na célula. Trabalhamos com uma aproximação simples e muito compacta, de primeiros vizinhos, com somas no espaço  $\mathbb{R}^3$  representadas pelo ponto  $\Gamma$ . Mostramos que o método pode ser aplicado com êxito, tanto que para o caso de uma supercélula de oito átomos o parâmetro da rede de equilíbrio e o módulo de volume são reproduzidos com um erro menor que 10% quando comparados com valores experimentais.

SEN/09.00/4a.

**RESSONÂNCIA CICLOTRÔNICA DE POLARONS INTERFACIAIS EM HETEROESTRUTURAS SEMICONDUTORAS.**

Francisco P. Osório, Departamento de Física, Universidade Federal de Goiás, Brasil; Oscar Hipólito, Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil.

Os efeitos da interação elétron-fônon nas propriedades eletrônicas de sistemas quase bidimensionais tem merecido muita atenção nos últimos anos. Tais efeitos são mais visíveis na dependência da massa renormalizada do elétron com o campo magnético aplicado e são observáveis através de experimentos de Ressonância Ciclotrônica. No presente trabalho investigamos, pela primeira vez, a importância da interação dos elétrons com os fônons interfaciais ao invés dos fônons do "bulk", como tem sido tradicionalmente feito. Verificamos, para semicondutores polares diafônicos como GaAs-GaSb e GaAs-AlAs, que a contribuição dos fônons interfaciais é fundamental nas regiões próximas às ressonâncias, onde domina o espectro.

SCL/05.15/4a.

**ESPALHAMENTO RAMAN EM SUPER-REDES TIPO II DE GaAs/AlAs** A. M. de Paula<sup>1</sup>, G. Weber<sup>1</sup> e J. F. Ryan<sup>1</sup>, (Departamento de Física, Universidade Federal de Minas Gerais; <sup>1</sup>Clarendon Laboratory, University of Oxford)

Em super-redes tipo II de GaAs/AlAs a sub-banda de mais baixa energia nas camadas de GaAs com gap direto é mais alta em energia do que a sub-banda X das camadas de AlAs com gap indireto. Então, a super-rede é indireta em espaço real e espaço recíproco. A absorção de luz se dá primariamente por transições "verticais" em GaAs, porém os portadores fotoexcitados separam-se espacialmente: elétrons relaxam rapidamente (em sub-picosegundos) para os estados de mais baixa energia, X, das camadas de AlAs e buracos permanecem nas camadas de GaAs. Apresentamos medidas de espalhamento Raman anti-Stokes com resolução temporal, que mostram conclusivamente que fônons confinados e fônons de interface com  $q \approx 0$  são emitidos pelos elétrons nesse processo de transferência. O tempo de transferência é estimado, através do tempo de aumento da população de fônons, como sendo  $\approx 1$  ps. Os cálculos de taxas de emissão de fônons confinados, usando mistura  $\Gamma-X$ , concordam com os resultados experimentais.

SCL/05.30/4a.

**DINÂMICA DE PORTADORES QUENTES E RELAXAÇÃO TÉRMICA EM GaAs**L.G.C. Rogo, A.C. Algarte  
IFGW - UNICAMP

Experimentos em semicondutores fotoexcitados mostram um tempo de relaxação térmica para o plasma eletrônico que é da ordem de centenas de picosegundos. Os modelos mais simples não são capazes de descrever corretamente este fenômeno e resultam em um tempo de relaxação que é da ordem de picosegundos.

Nesse trabalho estudamos os efeitos da difusão ambipolar de portadores e da presença de fônons quentes no processo de relaxação. Calculamos a evolução temporal das distribuições não equilibradas de fônons LO, comparando nossos resultados com valores experimentais, e mostramos que a difusão, aspecto usualmente desprezado nos modelos teóricos, contribui de forma significativa para retardar a relaxação dos portadores.

SCL/05.43/4a.

**Qualidade Cristalina de GaAs Depositado Sobre Si(100) por Epitaxia por Feixe Molecular\***

João Antônio Corrêa Filho, Roberto Luiz Moreira,

Nivaldo Lúcio Speziali e Regina Pinto de Carvalho

Depto. de Física - ICEX - UFMG. C.P.: 702 - 30161 - Belo Horizonte - MG

Películas de GaAs, depositadas sobre substratos de Si(100) por Epitaxia por Feixe Molecular, foram caracterizadas pelas técnicas de difração por raios-X, difração por reflexão de elétrons de alta energia, microscopia eletrônica de varredura e retro-espalhamento Raman. Os principais parâmetros que variaram entre as diversas amostras foram a temperatura e o tempo sob fluxo de gálio (para a desoxidação do substrato de Si) e a espessura da película de GaAs depositada.

O aparecimento de um fônon óptico transversal (proibido nos espectros Raman) permite verificar a qualidade cristalina das amostras em função dos parâmetros citados acima. Assim, com o suporte das outras técnicas de caracterização, nós podemos obter parâmetros otimizados para o crescimento epitaxial de GaAs/Si(100).

\*Agradecimento às agências financiadoras: CNPq, FAPEMIG e FINEP

SEM/10/30/4a.

### VIBRONIC KOSTER-SLATER MODEL OF DEEP LEVELS IN SEMICONDUCTOR

Yáclav Spícká, Pavel Lipavský, Bedřich Velický\*

Laboratório Associado de Materiais e Sensores  
Instituto Nacional de Pesquisas Especiais - INPE  
C.P. 518, 12201 - São José dos Campos - SP - Brasil

\*Institute of Physics, Czechoslovak Academy of Science, Prague

We established a generalization of the Koster-Slater model of deep impurity in semiconductors for the case when a single phonon mode is coupled to the electron at the impurity site. This model, so called vibronic Koster-Slater model, can be solved exactly, with no regards to adiabatic or static approximations. Vibronic eigen-energies and eigen functions were derived and compared with the adiabatic approximation. The meaning of this model for the theory of multiphonon assisted field tunneling from deep levels will be briefly mentioned.

SEM/10/45/4a.

### "PROPRIEDADES DE TRANSPORTE EM GERMÂNIO DOPADO COM ORO E ANTIMÔNIO"

Waltair Vieira Machado e Sanderson Fernandes Pereira da Silva  
Universidade do Amazonas

Temos estudado as propriedades de transporte no Ge utilizando técnicas de Fotocondutividade e Efeito Foto-Hall. Coletamos expressivos no intervalo de 10K a 300K em algumas amostras. Os resultados preliminares de análise, indicam um comportamento para a mobilidade, relativamente bem explicável em termos de modelos teóricos simplificados para o espalhamento eletrônico em três regimes distintos: Um regime de espalhamento pela rede, um outro regime de espalhamento por impurezas neutras e um terceiro por impurezas ionizadas. Há também, indícios da mudança de natureza predominante do tipo de condução em amostras dopadas com Au-Sb. Até o presente momento, fizemos alguns estudos preliminares dos dados e encontramos justificativas plausíveis.

SEM/11/00/4a.

ESTRUTURA ELETRÔNICA DE IMPUREZAS RELACIONADAS COM COBRE EM GERMÂNIO - W.M. Orellana e L.V.C. Assaí - Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

O estudo das propriedades relacionadas com defeitos e impurezas em germânio tem despertado o interesse de poucos pesquisadores devido à limitação de sua utilização na área tecnológica. Entretanto, como esse material apresenta um alto grau de pureza, do ponto de vista da ciência básica é importante estudar as propriedades de defeitos e impurezas em geral, uma vez que fenômenos análogos envolvendo defeitos semelhantes ocorrem em vários tipos de semicondutores. Com isso é possível entender, em termos gerais, quais são as características principais introduzidas exclusivamente por certo tipo de impureza em outros semicondutores por analogia com suas propriedades em germânio. As propriedades das impurezas do grupo IB da tabela periódica (Cu, Ag, Au) em semicondutores tem sido estudadas e sabe-se que elas introduzem níveis profundos, produzindo importantes alterações nos dispositivos positivos semicondutores, uma vez que afetam a vida média dos portadores de carga. Esses efeitos também são observados quando impurezas relacionadas com Cu, Ag e Au em germânio. Neste trabalho apresentamos os resultados dos cálculos da estrutura eletrônica de impurezas relacionadas com cobre em germânio. Para isso utilizamos o modelo do aglomerado molecular dentro do formalismo do espalhamento múltiplo -  $Z_0$  utilizando para a saturação dos orbitais flutuantes a esfera de Watson. Os sistemas estudados, em germânio, são: Cobre substitucional (Ge:Cu<sub>1</sub>); Cobre intersticial tetraédrico (Ge:Cu<sub>2</sub>), Cobre substitucional - Cu intersticial tetraédrico (Ge:Cu<sub>1</sub>Cu<sub>2</sub>) e Cobre substitucional - Li intersticial tetraédrico (Ge:Li<sub>1</sub>Cu<sub>2</sub>).



SEM/11.15/4b.

INVESTIGAÇÃO TEÓRICA DAS PROPRIEDADES ELÉTRICAS DO  
ZnSe:Ga. L.A.A. de Castilho, S.M. De, Nery e T.C.A.  
Macedo, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá-UNESP

Dados recentes de amostras de ZnSe dopadas com Ga, crescidas pela técnica de MBE têm apresentado propriedades elétricas envolvendo nível aceitador profundo. O objetivo deste trabalho é reportar os resultados de nossas investigações teóricas da estrutura eletrônica do aglomerado de 17 átomos em simetria T<sub>d</sub>, através de cálculos auto-consistentes. Faremos também uma análise do método de Siqueira-Guimarães para cálculo da estrutura eletrônica de semicondutores II-VI.

\* Financiado pelo CNPq

SEM/11.30/4a.

ELECTRONIC STRUCTURE OF N AND N<sub>2</sub> DOPED DIAMOND,  
SILICON AND GERMANIUM

C. R. Martins da Cunha, A. Fazzio  
Instituto de Física, Universidade de São Paulo  
C. P. 70516, 01498 São Paulo, S. P., Brazil

S. Cerato  
Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco  
50000 Recife, PE, Brazil

Using an ab-initio LCAO-UMF cluster model we study the electronic structure of the substitutional N and N<sub>2</sub> in C, Si and Ge. We find that the stable position for the single N impurity is off-center in a  $\langle 111 \rangle$  direction away from the T<sub>d</sub> substitutional site. Also we investigated the N<sub>2</sub> and N<sub>3</sub> in Si. Our results show that inside the crystals there are no formation of the molecule, and in the stable position the atoms are displaced to tetrahedral interstitial direction.

The atomic displacements we obtain from our calculation of the minima in the energy surfaces are: for the N-atom, in a  $\langle 111 \rangle$  direction away from the T<sub>d</sub> substitutional site, 0.73 Å in diamond, 0.47 Å in Si and 0.49 Å in Ge; for the ligand atom on the C axis in the  $\langle 111 \rangle$  direction away from the impurity, 0.36 Å in diamond; 0.47 Å in Si and 0.48 Å in Ge. For these coupled displacements, the spin in (cluster) total energy is 1.01 eV in diamond, 0.77 eV in Si and 0.63 eV in Ge.

SEM/11.45/4a.

A CAPTURA DE ELETRONS EM Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As - Luis V.

Andrade Scalvi e Marcos H. Degani (Instituto de Física e Química de São Carlos - U.S.P.)

A biestabilidade de átomos doadores substitucionais em AlGaAs têm sido aceita pela grande maioria dos pesquisadores envolvidos na investigação do centro DX. Isso significa que as impurezas doadoras podem ocupar tanto a posição normal substitucional, como configurações que em volta das distorções na rede. Muitos trabalhos com simulações de resultados experimentais em AlGaAs de band gap direto têm evidenciado o caráter de U-negativo do centro DX, onde o átomo doador do grupo IV captura 2 elétrons e se aloja numa posição intersticial. Trabalhos recentes além de mostrar esse caráter optam pela existência de um estado intermediário (1) para explicar a cinética de captura de elétrons. Neste trabalho simulamos a captura de elétrons pelos centros DX à baixa temperatura em Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As (band gap indireto) e o possível mecanismo de condução pelos elétrons que prioritariamente populam a banda X. Além disso é também discutida a possibilidade da existência de estados adicionais que participam na captura à baixa temperatura, como o estado de massa efetiva metaestável da banda X (2).

- (1) - L.Dobaczewski e P.Kaczor - Phys. Rev. B44, 8621 (1991)  
(2) - J.Dmochowski et al - Phys. Rev. B40, 8621 (1989)

(C.N.Pq.)

SEM/12/00/4a.

CENTRO DE EM ESTRUTURAS  $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$  ALTAMENTE DOPADA COM SELÊNIO.F. Samati<sup>a</sup>, B. Schrappe<sup>a</sup> e A.C. Motari<sup>a,b</sup> (a-IFQSC-USP, b- UNIR-Rondônia).

O efeito da dopagem nas propriedades elétricas das estruturas  $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$  dopadas com Selênio (Se) foi analisado. Estas estruturas foram crescidas por epitaxial por feixes moleculares e consistem de uma camada de GaAs de 0.4µm seguida por 0.5µm de  $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$  não dopadas e, finalmente de 1µm de  $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$  dopada com Se.

A medida de capacitância-voltagem (C-V) a baixa temperatura da amostra altamente dopada ( $n > 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ) revela a existência de dois níveis profundos do tipo DX. O processo de esfriamento e aquecimento após a iluminação, mostra alguma evidência de um estado metastável. Na amostra fracamente dopada ( $n > 2.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ) o efeito da fotocodutividade persistente não foi observado, devido ao centro DX estar acima do nível de Fermi e provavelmente vasto.

SEM/12/15/4a.

## GaAs:Ge, É UM CENTRO DX?

T. M. Schmidt, P. P. M. Venezuela, M. J. Caldas e A. Fazio  
Instituto de Física - USP

Este trabalho faz parte de um estudo geral sobre defeitos em materiais III-V que podem apresentar metastabilidade, instabilidade e biestabilidade configuracional na rede. O estudo é efetuado através de cálculo "parameter-free" com pseudopotencial de Kleinman-Bylander e "large unit cell" (LUCA) com 64 átomos na célula unitária no esquema da Dinâmica Molecular de Car-Parrinello. O trabalho a ser apresentado está relacionado ao estudo do centro DX ("DX-like") o qual envolve impureza de Si na rede de cristal AlGaAs. Hoje em dia sabe-se que outras impurezas podem produzir centros com as mesmas características do DX. Particularmente neste trabalho apresentamos o resultado do isoeletrônico para o Si e Ge, na rede de GaAs sob uma pressão hidrostática de 30kbar. Esse defeito sob as condições acima apresenta um estado metastável quando deslocado na direção [111]. Estudo para diferentes estados de carga será discutido.

SEM/08/30/5a. TC

## THE QUANTUM HALL EFFECT AND RELATED DEVELOPMENTS

Vipin Srivastava

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE  
Laboratório Associado de Sensores e Materiais - LAS  
C.P. 515 - 12201 - São José dos Campos - SP

and

School of Physics, University of Hyderabad,  
Hyderabad 500134, India

The Quantum Hall Effect and some of the developments that are related to it and are of central importance in condensed matter physics, are recapitulated. A Josephson-type effect in the quantum-Hall regime, expected to be observed in systems, is discussed at some length.

SER/09.00/9e.

DETERMINAÇÃO DA DIMENSIONALIDADE DO GÁS DE ELÉTRONS DO EMISSOR DE UM DISPOSITIVO DE BARREIRA DUPLA POR MAGNETO-TUNELAMENTO - Neves, Bernardo R.A.; Sampaio, J.F.; Alves, E.S.; e Oliveira, A.G. DF - ICI<sub>2</sub> - UFPA

Estudos de tunelamento em dispositivos de hetero-estruturas de semicondutores têm sido realizado intensamente já há duas décadas. Os modelos teóricos e as análises dos resultados experimentais sempre usam as regras de seleção baseadas na conservação da energia e momento transversal. Entretanto estas regras levam a previsões muito diferentes entre o tunelamento de um emissor 3-D para um poço 2-D e o tunelamento de 2-D para 2-D, quando existe um campo magnético aplicado. Isto nos fornece então uma poderosa ferramenta para determinar a dimensionalidade do gás de elétrons no emissor.

Num dispositivo de barreira dupla a espessura do espaçador não dopado entre a camada dopada e a barreira e a concentração da camada dopada determinam a dimensionalidade do gás de elétrons que se forma no emissor com a aplicação do campo elétrico.

Apresentamos resultados de tunelamento sob ação do campo magnético, em amostras de barreira dupla de GaAs/AlGaAs com diferentes espessuras de espaçadores. Uma análise dos resultados será realizada de modo a se obter informações de dimensionalidades do gás de elétrons em cada amostra.

SER/09.15/9e.

TRANSMISSÃO DE ELÉTRONS NA BANDA DE IMPUREZA DE UM FIO QUÂNTICO SEMICONDUTOR MESOSCÓPICO

Erasmo A. de Andrade e Silva e Juan F. Valle

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
C.P. 313, 12201 - São João dos Campos, SP, Brasil

A probabilidade de transmissão de um elétron através de um fio quântico de GaAs, dopado com impurezas doadoras distribuídas sistematicamente e conectado por contatos perfeitos nos dois lados, é calculada em função da energia do elétron na região de banda de impureza. Observamos flutuações típicas de condutância, que ficam independentes da concentração de impureza e do comprimento do fio no regime metálico, de acordo com a teoria das flutuações universais. Um pseudo diagrama de fase é construído no espaço de parâmetros de comprimento do fio  $L$  e concentração de impureza onde uma curva dependente do grau de confinamento do fio divide o espaço em regiões com e sem condutância na banda de impureza.

SER/09.30/9e.

ESTUDO DA MAGNETO-RESISTÊNCIA DE HETEROJUNÇÕES GaAs/AlGaAs DE ALTA MOBILIDADE SOB CAMPO MAGNÉTICO PLANAR

A. E. Alves<sup>(1)</sup>; P. S. S. Guimarães<sup>(2)</sup>; A. S. Chaves<sup>(2)</sup>; A. G. de Oliveira<sup>(2)</sup>; M. Henini<sup>(3)</sup>; E. A. Ranezo<sup>(4)</sup>

- (1) Departamento de Física, UFV, Viçosa-MG  
(2) Departamento de Física, UFPA, Belo Horizonte-MG  
(3) Dept. of Physics, University of Nottingham, UK  
(4) IFCG, UNICAMP, Campinas - SP

Mostrou-se qualitativamente que a aplicação de um campo magnético planar à interface da heterojunção n-AlGaAs/GaAs distorce a superfície de Fermi do gás de elétrons bidimensional (2DEG) confinado nesta heterojunção, provocando uma acentuada assimetria na magneto-resistência longitudinal do 2DEG, em relação aos dois sentidos possíveis de corrente elétrica. Esta interpretação foi reforçada pelos resultados de um cálculo numérico auto-consistente, envolvendo as equações de Schrödinger e de Poisson [1]. Utilizando-se as medidas cravadas por MBE, realizaram-se medidas sob campos de até 13,0 T comprovando a presença da referida assimetria. Observou-se ainda a presença de uma magneto-resistência diferencial negativa muito intensa, atribuída aos defeitos da interface, podendo ser utilizada como um parâmetro de avaliação de sua qualidade.

[1] A. S. Chaves, não publicado

SEI/09.43/5a.

**FOTOLUMINESCÊNCIA E MAGNETO TRANSPORTE EM CAMADAS EPTAXIAIS DE InGaAsP/InP CRESCIDAS POR MOCVD**

C.A.B.Salles da Costa, A.C.Saara, Aldemiro M.Machado<sup>†</sup>, F.Jilusa e P.Motrinho  
IFGW-UNICAMP; † CPqD-Telebrás, Campinas, SP.

Os materiais quaternários  $In_{1-x}Ga_xAs_yP_{1-y}$  com parâmetro de rede casado com o InP, têm despertado um grande interesse na indústria de comunicações devido a possibilidade de variação eletrostática da energia do gap,  $E_g$ , na região  $1.35\text{eV} \leq E_g \leq 0.75\text{eV}$ , ao se variar a composição ( $0 \leq x \leq 0.47$ ;  $0 \leq y \leq 1$ ). Este intervalo abrange a região de menor perda e dispersão das fibras óticas. Estes materiais são utilizados na fabricação de lasers, LEDs e fotodetectores.

Neste trabalho apresentamos um estudo sistemático de caracterização por fotoluminescência (PL) à 2K de camadas espesas e poços quânticos de InGaAsP/InP crescidas por MOCVD sem dopagem intencional com  $E_g \sim 0.85\text{eV}$  ( $\lambda_g \sim 1.45$ ). É feita uma correlação entre a temperatura de crescimento, fluxos de gases no reator e a qualidade da amostra.

Méridas de magnetotransporte à 2K, efeito Hall quântico (QHE) e oscilações de Shubnikov de Haas (SDH) indicam a formação de gás bidimensional na interface devido a impurezas residuais.

SEI/10.30/5a.

**EFEITOS DE CAMPO ELÉTRICO EM SUPERREDE DE InGaAs/GaAs\***

Eveldo Ribeiro e Fernando Carneira - IFGW - UNICAMP

Em uma superrede de período curto, na ausência de campos elétricos, as funções de onda de elétrons e buracos estão delocalizadas. Ao submetê-la a um campo elétrico  $F$ , as funções de onda ficam progressivamente mais localizadas à medida que a intensidade aumenta. A transição entre estados totalmente delocalizados ( $F = 0$ ) e totalmente localizados ( $F \geq 10^6$  V/cm) não está bem estudada. Neste trabalho estudamos esta transição, numa amostra de InGaAs/GaAs crescida por MOCVD numa configuração "p-i-n", com 15 repetições de poços e barreiras de 50 Å cada. Através de contatos na amostra aplicamos uma tensão DC, que permite variar o campo desde  $F = 0$  até  $F = 10^6$  V/cm. Os estados eletrônicos são estudados mediante as técnicas de foto e eletrotransmissão. Observamos uma evolução suave entre os regimes de superrede e poço isolado, passando por regiões intermediárias nas quais podemos identificar as escadas de Stark e um possível regime de oscilações Franz-Keldysh. Neste regime, o campo seria fraco o suficiente para manter a estrutura de minibandas e permitir que os elétrons, ao tunelar através dos poços, fossem acelerados e devessem originar a este fenômeno<sup>1</sup>.

1. F.Carreira, C.Vázquez-López, E.Ribeiro, P.A.H.Rodríguez, V.Lemos, M.A.Sacilotti and A.P.Roth. Phys. Rev. B **42**, 9480 (1990).

\* Agradecemos o apoio financeiro da FAPESP, FAEP e CNPq.

SEI/10.43/5a.

**PROPRIEDADES ELÉTRICAS DE POÇOS QUÂNTICOS In<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub>As/GaAs CRESCIDOS POR EPTAXIA POR FEIXES MOLECULARES. A.C. NOTARI<sup>a,b</sup>, B.J. SCHRAFF<sup>b</sup> e P. BASNAJI<sup>b</sup>**

(a) UNIR, Rondonia; (b) IFUSC-USP).

As propriedades elétricas de poços quânticos  $In_{0.9}Ga_{0.1}As/GaAs$  ( $x=0.07$ ), crescidas por MBE, foram caracterizadas a baixas temperaturas 77K. Para estudar a melhor posição de impurezas dentro do poço, dois tipos de amostras foram crescidas: I) Poço quântico de  $In_{0.9}Ga_{0.1}As/GaAs$  com dopagem planar centrada no poço; II) Poço quântico de  $In_{0.9}Ga_{0.1}As/GaAs$  onde a dopagem planar está localizada na interface. As condições típicas dos crescimentos foram: temperatura de crescimento de 530°C, espessura do poço de 200 Å. A temperatura da célula de Silício foi mantida constante ( $T_{Si} = 1200^\circ\text{C}$ ) durante o crescimento de 200 horas as amostras.

O perfil da Capacitância-Voltagem (C-V) da amostra (I), mostra concentração máxima de C-V da ordem de  $2.5 \times 10^{18}$  cm<sup>-3</sup> com máxima largura a meia altura (FWHM) de 40Å 77K. O perfil mais estreito da amostra (II) foi da ordem de 80 Å. O perfil da amostra (II) é de ordem de 50Å mais largo do que o da amostra (I), isto é provavelmente devido a segregação do Silício na interface. A técnica de recozimento térmico rápida (RTA), mostra a difusão do Silício a alta temperatura.

SEI/11:00/8a.

ESTRUTURA ELETRÔNICA DE SUPER-REDES TENSIONADAS - Sérgio Kissylian de Figueiredo e Armando Corbeni Ferraz - Instituto de Física, USP.

Estudo das propriedades eletrônicas das super-redes (GaAs) (InAs), e (GaP) (InP) com  $n \leq 7$  através do método do pseudopotencial autoconsistente com energia total e cálculo da força de Hellmann-Feynman. Apresentaremos a parametrizaçãoônica do pseudopotencial do P. Mostraremos o comportamento das forças e da relaxação atômica, necessária, para a otimização da geometria. Em seguida analisaremos os comportamentos do comprimento das ligações, Ga-As(P) e In-As(P), na interface, da energia total, da energia da faixa proibida e da largura da faixa de valência. Definiremos o potencial médio na direção do crescimento possibilitando o cálculo do nível de referência e a obtenção das descontinuidades das faixas de valência e de condução. Finalmente mostraremos os estados de interface.

SEI/11:15/8a.

**DINÂMICA DE EXCITONS EM POÇOS QUÂNTICOS DE InP/InGaAs/InP:  
AVALIAÇÃO POR FOTOLUMINESCÊNCIA, CATODOLUMINESCÊNCIA E ABSORÇÃO**

X.Liu, S.Nilsson, L.Samuelson, W.Selfert

Department of Solid State Physics, University of Lund  
Box-118 S-22100, Lund Sweden

P.L.Souza

Centro de Estudos em Telecomunicações- FUC-Rio

Rua Marquês de São Vicente 225, Rio de Janeiro 22451 Brasil

Medidas de fotoluminescência, catodoluminescência e absorção óptica foram feitas em poços quânticos de InP/InGaAs/InP de espessura variando entre uma monocamada (duas camadas atômicas) até vinte monocamadas. O objetivo é a determinação do tamanho de regiões de diferentes espessuras (variando de uma monocamada) num mesmo poço quântico. Será mostrado que em virtude da rápida e substancial transferência de excitons de uma região menos espessa (energia mais elevada) para uma mais espessa (energia mais baixa), mesmo a temperaturas de 4.2 K, as avaliações baseadas em fotoluminescência e catodoluminescência podem ser enganadoras.

SEI/11:30/8a.

**INFLUÊNCIA DA NÃO PARABOLICIDADE DAS BANDAS DE CONDUÇÃO E DE VALÊNCIA NOS ESTADOS ELETRÔNICOS DE SUPER-REDES DE  $\text{Ge}/\text{Ge}_{0.7}\text{Si}_{0.3}$**

P.A.M.Rodrigues, V.Lemos, F.Cerdeira - IFGW - UNICAMP

Apresentaremos um estudo das transições eletrônicas em super-redes de  $\text{Ge}/\text{Ge}_{0.7}\text{Si}_{0.3}$  com energias maiores que o gap direto do Ge-bulk (centro da zona de Brillouin, ponto  $\Gamma$ ). Este estudo foi feito utilizando fotorefletância, cujos espectros mostram transições com energias até 0.7eV acima do gap direto do Ge-bulk.

Mostramos que os estados eletrônicos responsáveis por estas transições podem ser descritos utilizando a forma mais simples da aproximação da função envelope, desde que a dependência das massas efetivas com a energia (não-parabolicidade) seja levada em consideração. Isto demonstra que, apesar do mínimo da banda de condução do Ge-bulk estar na borda da zona de Brillouin, os estados eletrônicos em super-redes de  $\text{Ge}/\text{Ge}_{0.7}\text{Si}_{0.3}$  cujas transições têm energia maiores que o gap direto do Ge-bulk são oriundos do ponto  $\Gamma$  do Ge-bulk. Além disso, este estudo nos permite determinar experimentalmente o "band offset" para este sistema; o valor obtido para este parâmetro confirma os cálculos teóricos de Van de Walle et al.<sup>1</sup>

1. C.G. Van de Walle and R.M. Martin; Phys. Rev. B34, 3621 (1986).  
Apoio Financeiro: FAPESP e CNPq.

SEN/11/45/9a.

Impurezas hidrogenóides em pontos quânticos de GaAs-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As

MILSON E. MONTENEGRO, SERGIO MARCHIONATO e ANDRÉ LALÔ

Universidade del Valle, Dep. de Física, Cali, Colômbia,  
Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

A energia de ligação de impurezas hidrogenóides em um ponto quântico esférico de GaAs-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As de barreira de potencial finito é calculada em função do raio e da posição da impureza no ponto quântico. A aproximação da massa efetiva é adotada neste cálculo e propõe-se uma função de onda variacional que leve em conta o confinamento dos portadores de carga. Resultados são comparados com o problema análogo de impurezas hidrogenóides em outros sistemas de baixa dimensionalidade, poços e fios quânticos, revelando diferenças decorrentes do maior confinamento eletrônico nestas novas estruturas. A densidade de estados de impurezas em função da energia de ligação é também calculada.

SEN/12/00/9a.

Transição Intersubbanda Fotoinduzida em Poços

Quânticos Múltiplos de HgCdTe não Dopado. C. R. M.

de Oliveira<sup>1</sup>, C. L. Cesar<sup>1</sup>, L. C. West<sup>2</sup>, C. Roberts<sup>2</sup>, R. D. Feldman<sup>2</sup>, M. N. Islam<sup>2</sup> and R. F. Austin<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Física da UNICAMP, 13081 Campinas - SP - Brazil.

<sup>2</sup>AT&T Bell Laboratories, Holmdel, NJ 07733, USA.

We observed photoinduced intersubband transition and an interband bleaching in undoped HgCdTe Multiple Quantum Well (MQW) as a function of temperature. The polarization selection rule for the intersubband transition (X polarisation forbidden) is clearly seen. We have good fittings for both the interband bleaching and intersubband transition spectra assuming a band filling bleaching mechanism and different "in plane" effective masses for the first and second electron subbands. The energy positions can be calculated within 5 meV using a non parabolic model. The photo-generated carrier density can be estimated from the interband bleaching spectra and checked with the pump light intensity at the sample. The ratio between the intersubband and interband transition areas is independent of the temperature, carrier density and optical path and can be used to estimate the intersubband oscillator strength.

SEN/12/13/9a.

Efeitos da hibridização  $\Gamma-X$  no estado ligado  
a um doador num poço quântico de AlAs/GaAs/AlAs

Dag Wang, L.C. de Cunha Lima e E.A. de Andrade e Silva

Laboratório Associado de Materiais e Sensores  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
C.P. 515, 12201 - São José dos Campos - SP - Brasil

Mostramos neste trabalho que a interação entre os mínimos de banda de condução nos pontos  $\Gamma$  e  $X$  da zona de Brillouin produz um pico na curva da energia de ligação de uma impureza doadora num poço estreito de AlAs/GaAs/AlAs em função da largura da camada de GaAs. O pico ocorre quando a primeira sub-banda tipo  $\Gamma$  se aproxima em energia do mínimo  $X$  no AlAs permitindo um maior vazamento da função de onda para o AlAs, o que diminui a energia de ligação. O cálculo é feito dentro da aproximação de massa efetiva e a interação  $\Gamma-X$  incluída através das condições de contorno propostas por Pulford et al [Phys. Rev. Lett. 63, 3284 (89)].

SEI/08/30/6a.

## DEGRADAÇÃO DAS PROPRIEDADES INTERFACIAIS DE DISPOSITIVOS MOS INDUZIDAS POR ELETRONS QUENTES

Eronides F. da Silva, Jr., Yasuhiro Nishijima and T. P. Ma  
Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE

Experimentos de injeção de elétrons no regime de Fowler-Nordheim em estruturas metal-óxido-semicondutor (MOS) demonstram que a dinâmica temporal das armadilhas de interface apresenta um comportamento bastante distinto dependendo se a injeção de elétrons é feita a partir do lado do substrato de silício ou do eletrodo de porta. Estes defeitos mudam sua distribuição no gap do silício com o tempo após o término da injeção de elétrons, mas com uma distribuição de dois picos características que aparece somente quando a injeção é realizada a partir do substrato de silício. A dependência temporal deste defeitos de interface é estudada em termos da densidade de corrente injetada, fluência de elétrons, área do dispositivo, e polaridade da tensão de porta durante a injeção.

SEI/08/45/6a.

CARACTERIZAÇÃO DE ESTRUTURAS SIMOX (SEPARAÇÃO ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DE OXIGÊNIO) ATRAVÉS DA TÉCNICA PCFRS (ESPECTROSCÓPIA EM FEM QUÊNCIA DE FOTOCONDUZIBILIDADE) - M.A. Lourenço<sup>(1)</sup>, K.P. Rosewood<sup>(2)</sup>e P.L.F. Hammett<sup>(2)</sup> - (1) Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. de Física, Belo Horizonte, MG; (2) Universidade de Surrey, Guildford, Inglaterra.

A tecnologia SIMOX tem se tornado uma importante alternativa para o silício como substrato na fabricação de dispositivos microeletrônicos. O material SIMOX é produzido através de implantação iônica de alta dose de  $O^+$  (da ordem de  $1.8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ ) em silício para formar uma camada enterrada de  $SiO_2$ , seguido de recozimento a altas temperaturas (1300°C, 5 hs), para reduzir os defeitos gerados devido ao processo de implantação. A técnica PCFRS será sendo correntemente desenvolvida para o estudo dos mecanismos de recombinção e distribuição de tempos de vida em materiais semicondutores. Essencialmente, a amostra é excitada por meio de luz modulada anodicamente a componente alternada da resposta proveniente de amoça é medida usando-se um "lock-in". Os resultados obtidos mostram que os materiais SIMOX analisados apresentam uma maior densidade de defeitos quando comparados com substratos de silício; nestes materiais, os defeitos encontrados têm origem principalmente no processo de recozimento a altas temperaturas.

SEI/09/00/6a.

## DENSITY OF STATES OF ELECTRONS BOUND TO IMPURITIES IN N-TYPE SI INVERSION LAYERS

O. Hipólito, Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil; A. Ferreira da Silva, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, e Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brazil.

Impurities in silicon MOS systems have been, in recent years, the subject of considerable experimental and theoretical interest. The main purpose of the present study is to extend the works by Andrade e Silva and Cunha Lima<sup>1</sup> and Ghazali, Gold and Serre<sup>2</sup> to the case of charged impurities in n-type Si inversion layers. We calculate the density of states for electrons bound to impurities centers localized inside the oxide and at the interface of Si-SiO<sub>2</sub>. The screening<sup>3</sup> and the disorder<sup>4</sup> effects are taken into account in the calculation. The impurity bands are considered for the observed binding energies and electric fields of Fowler and Hartstein, as well as for the impurity concentrations<sup>5</sup> of experimental interest. For a particular excited band of this system remains separated from the band of the ground state.

1 E.A. de Andrade e Silva and L.C. de Cunha Lima, Phys. Rev. Lett. **38**, 823 (1977).  
2 A. Ghazali, A. Gold and E. Serre, Surf. Science **79**, 344 (1978).  
3 O. Hipólito and V.B. Campos, Phys. Rev. B **23**, 3043 (1979).  
4 A. Ferreira da Silva, Phys. Rev. B **21**, 1886 (1978).  
5 A.B. Fowler and A. Hartstein, Surf. Science **23**, 19 (1978).

SEN/09.15/6a.

### ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE INTERFACE GaAs/SiO<sub>2</sub> E GaAs/SiN ATRAVÉS DE FOTOREFLETÂNCIA.

Ayrton A. Bernussi e Angelo L. Gobbi - CPQD-TELEBRÁS

Investigamos neste trabalho os efeitos da deposição de filmes de óxido de silício (SiO<sub>2</sub>) e nitreto de silício (SiN) sobre GaAs utilizando espectroscopia de fotorefletância (PR). Este estudo foi realizado na região espectral da transição E<sub>1</sub> do GaAs. Os espectros de PR obtidos indicam a existência de tensões residuais próximos à superfície do semicondutor, afetando não apenas a energia da transição mas também a forma de linha funcional destas estruturas. Os filmes dielétricos foram obtidos sob diferentes condições de deposição utilizando as técnicas de "Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition" (PECVD) e "Sputtering". Apresentamos também um estudo sistemático da influência de tratamentos térmicos rápidos (no intervalo de temperatura 400-700 C) nestas amostras, objetivando obter informações adicionais sobre a qualidade das interfaces GaAs/SiO<sub>2</sub> e GaAs/SiN.

SEN/09.20/6a.

### PROPRIEDADES ÓPTICAS DE SEMICONDUTORES DE BANDA LARGA

Jalme A. Freitas Jr.

Sachs/Freeman Assoc. Inc., Landover, MD 20785  
Naval Research Laboratory, Washington, DC 20375

O progresso ocorrido durante as últimas décadas, nas técnicas de crescimento, dopagem e processamento de materiais, tem renovado o interesse em materiais de larga banda proibida como diamante, carbeto de silício e nitretos do grupo III-V (AlN, BN, GaN). As propriedades térmica, mecânica, química, óptica e eletrônica destes materiais, os fazem adequados para a fabricação de dispositivos ópticos e eletrônicos usados em condições que requerem alta potência, alta temperatura, alta frequência e resistência a radiação.

A fabricação de camadas heterogêneas múltiplas e de filmes finos de substâncias sólidas, baseadas em semicondutores de larga banda proibida como GaN/AlN e SiC/AlN é uma realidade, e alguns laboratórios já iniciaram a fabricação de foto-diodos baseados nestes sistemas.

Neste trabalho, após uma breve descrição das propriedades dos materiais e técnicas de deposição, apresentaremos resultados da avaliação da qualidade dos materiais fabricados. Entre as diversas técnicas utilizadas ressaltaremos os resultados obtidos através de espalhamento Raman, fotoluminescência, ressonância magnética e microscopia.

SEN/09.43/6a.

### FORMAÇÃO DAS ESTRUTURAS Fe-w EPITAXIAL/FeSi-c/Si(111) NORO E Fe-w EPITAXIAL/FeSi-B/Si(111) NORO POR RECOCIMENTO TÉRMICO DA BICAMADA Fe/Si(111) EM BAIXAS TEMPERATURAS. Denis L.F. Santos (DF-UFSCar), Lívio Amaral (UFRGS) e Joel Pereira Sousa (UFRGS).

Os dois silicetos FeSi-c e FeSi-B são duas fases do sistema Fe/Si, candidatas a aplicações em optoeletrônica. A liga FeSi-c tem comportamento metálico com resistividade da ordem de 100-300  $\mu\Omega$  cm enquanto a liga FeSi-B é semicondutora de banda proibida direta de 0,85 eV.

Depositemos 900 Å de Fe-w sobre Si(111) por evaporação térmica com câmbio de elétrons em pressão de base de  $1 \times 10^{-8}$  torr.

Realizamos recocimentos isotérmicos de um e de dois passos. Trabalhamos na faixa de temperatura entre 350°C e 400°C. No recocimento de dois passos, o primeiro foi realizado a 350°C e o segundo a 300°C. Após os recocimentos as amostras são caracterizadas por RX, RBS (Rutherford Backscattering), CEMS (Conversion electron Mossbauer spectroscopy) e Channelin (análise de partículas alfa). A importância deste resultado deve-se a sua originalidade e as aplicações potenciais que esta estrutura poderá ter em optoeletrônica.



SEM/10.30/6a.

HIDROGÊNIO E NITROGÊNIO EM LIGAS DE a-GeN<sub>1-x</sub>H - J. Vilarromero, A.R. Zanatta e F.C. Marques, Universidade Estadual de Campinas, Inst. de Física Gleb Wataghin, Depto. Física Aplicada.

Nitrato de germânio amorfo (a-GeN<sub>1-x</sub>) tem sido proposto inicialmente como camada isolante (ligas com alto teor de nitrogênio) em transistores de efeito de campo. Além disso, dependendo da concentração de nitrogênio nas ligas, a banda proibida pode ser variada de aproximadamente 1eV a 4eV. Com esta característica, várias outras aplicações são possíveis como: camada ativa em dispositivos eletrônicos, camada antirefletora em células solares, de telas, etc. Alguns estudos tem sido realizados com o objetivo de melhorar as propriedades ópticas e eletrônicas destas filmes através da utilização de hidrogênio para passivar ligações pendentes.

Neste trabalho investigamos basicamente os modos de vibração local entre os átomos que compõem as ligas de nitrato de germânio hidrogenado (a-GeN<sub>1-x</sub>H). As amostras foram preparadas por rf sputtering, utilizando um alvo de germânio em diferentes atmosferas a) argônio, nitrogênio e hidrogênio e b) argônio e amônia.

Medidas de infravermelho entre 400cm<sup>-1</sup> e 4000cm<sup>-1</sup> mostram a presença de bandas de absorção das ligações nitrogênio-germânio (entre 700cm<sup>-1</sup> e 800cm<sup>-1</sup>) e nitrogênio-hidrogênio (modo "wagging" em 1140cm<sup>-1</sup>, "bending" em 1520cm<sup>-1</sup> e "stretching" em 3300cm<sup>-1</sup>). A concentração de hidrogênio e nitrogênio foi estimada pela integração do coeficiente de absorção destas bandas. Observamos que a concentração de hidrogênio e nitrogênio dependem da temperatura de deposição e da potência da plasma. Quanto maior a temperatura e a potência, menor a concentração de nitrogênio e hidrogênio, dentro dos limites investigados.

Neste trabalho são também mostrados alguns efeitos das concentrações de nitrogênio e hidrogênio na condutividade, banda proibida e índice de refração dos filmes.

Apelo: CNPq e CAPES

SEM/10.45/6a.

FOTOCODUTIVIDADE EM a-GeN<sub>1-x</sub>H - Gustavo Marcano e Ivan K. Chambouleyron, Universidade Estadual de Campinas/IFGW.

Apresentamos resultados de fotocondutividade em germânio amorfo hidrogenado intrínseco e dopado com nitrogênio.

Para pequenas quantidades de nitrogênio na rede, se observa um incremento na fotocondutividade, para concentrações maiores a fotocondutividade decresce.

A partir do estudo da fotocondutividade em função do comprimento de onda, se determinou a energia de Urbach E<sub>0</sub>, observando-se um incremento a medida que aumentava a concentração de nitrogênio.

Da medida da fotocorrente em função da intensidade da luz excitante, se determinou valores de  $\gamma$  compreendidos entre 0.75 e 1.3.

SEM/11.00/6a.

O EFEITO DOS PARÂMETROS DE DEPOSIÇÃO SOBRE A QUALIDADE DE MULTICAMADAS DE a-Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub>H.

E.L.A. Valanquez (IFUSP), M.C.A. Fantini (IFUSP), N.N.P. Carneiro (LAE-POLI-USP), L. Farkas (LAE-POLI-USP), H. Takahashi (IFUNICAMP) e R. Landsberg (IFUNICAMP).

Medidas de difração de raios-X mostraram-se úteis para diagnosticar a qualidade de multicamadas de a-Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub>H depositadas por descarga luminescente, em termos de periodicidade e qualidade da interface. As taxas reais de deposição dentro do reator como função do tempo de deposição foram obtidas dos resultados experimentais. Para melhorar as propriedades das estruturas obtidas, foram utilizados: ataque por um plasma de H<sub>2</sub> intermediário entre deposições consecutivas, a concentração de carbono na camada de carvão foi variada e uma camada de material tampão foi depositada sobre o substrato. Os resultados mostraram que o carvão de silício do tipo diamante possui propriedades adequadas para componente de multicamada e camada tampão. Tempos de plasma intermediário maiores que dois minutos conduzem a sistemas com interfaces mais abruptas. Análises em profundidade por espectroscopia de elétrons Auger foi utilizada para determinar a espessura da interface. A dependência das energias da banda proibida com o período da super-rede foi determinada por espectrofotometria.

SER/11.15/6a.

REDES TRANSIENTES EM FILMES FINOS SEMICONDUTORES DE a-Si:H e a-SiC:H

E. N. RIBBRO, W. HARGULIS - Pontifícia Universidade Católica/RJ-Cx Postal 38071  
22452, RIO DE JANEIRO RJ

E

J. GUEDES, L. NISOGUTI, J. P. FRAGALLI, V. S. BAGNATO-DPCN-TPQSC-Cx Postal 369 11560 S. CARLOS SP

Através da técnica de mistura de duas ondas (MZO) efetuamos uma série de experimentos sobre redes transitentes em filmes finos de a-Si:H e a-SiC:H.

Observamos visualmente a autodifração em 532 nm com pulsos de 10 ns operando em 10 Hz de um laser de Nd:YAG. Neste trabalho serão apresentados resultados provenientes de uma série de medidas tais como tempo de vida dos portadores, eficiência de difração, influência de dopagem e concentração de H, ensaio bombardeamento com raios X.

A referida técnica permite a caracterização óptica/elétrica dos filmes, levando ao conhecimento de propriedades que são fundamentais em várias aplicações.

SER/11.20/6a.

### ASPECTOS FÍSICOS DA TRANSIÇÃO GAP DIRETO-INDIRETO EM $Al_xGa_{1-x}As$

Bellita Kozler<sup>(a)</sup>, R.B. Capaz<sup>(a)</sup> e J.P. von der Weid<sup>(b)</sup>

(a) Departamento de Física, (b) Centro de Estudos em Telecomunicações, PUC-Rio

Apresentamos recentemente critérios teóricos fisicamente justificáveis para a identificação da transição na natureza ótica do gap de liga  $Al_xGa_{1-x}As$  [1]. Nosso estudo baseia-se na variação da intensidade de fotoluminescência com a composição,  $I(x)$ , calculada através de uma média configuracional. Para cada  $x$ , o cristal estatístico é constituído de compostos ordenados  $Al_xGa_{1-x}As_{21}$ , cada qual representando um "pequeno cristal" de 64 átomos e condições de contorno periódicas. As configurações são geradas numericamente de acordo com as probabilidades de ocupação dos 32 sítios da sub-rede do grupo III:  $P_{Al} = x$ ,  $P_{Ga} = 1 - x$ .

Pretendemos explorar a analogia desta transição com transições ordem-desordem em modelos de mecânica estatística, onde  $I(x)$  representa o parâmetro de ordem. Questões em aberto, como por exemplo as propriedades analíticas de transição — se é contínua (de 2º ordem) ou descontínua (de 1º ordem) — poderão ser formalmente analisadas através de técnicas de escala de tamanho finito.

[1] R.B. Capaz, J.P. von der Weid and B. Kozler, *Appl. Phys. Lett.* 60 (no prelo)

SER/11.45/6a.

### Espalhamento Intervalas na Liga $Al_{0.2}Ga_{0.8}As$ (Gap indireto)

Leandro H. F. Andrade, Carlos H. Brito Cruz

Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP

CEP: 13081, Campinas, SP, Brasil

Tel: 55-192-393136 Fax: 55-192-393127

M. A. Saciloti

CPqD Telebrás, Campinas, SP, Brasil

O processo de espalhamento eletrônico intervalas tem sido um assunto de constante interesse. Apesar da quantidade de trabalhos teóricos e experimentais sobre o assunto, a sua dinâmica é ainda pouco conhecida.

Neste trabalho, relatamos medidas de "pump and probe" realizadas em filmes de  $Al_{0.2}Ga_{0.8}As$ . O laser usado foi um CPM funcionando no regime de "cavity-dumping", fornecendo um "trem" de pulsos de 60 fs à uma frequência de 1 MHz.

Nós observamos um "bleaching" ultra-rápido seguido de um decaimento de cerca de 130 fs. Através de uma análise cuidadosa dos vários mecanismos possíveis de decaimento de portadores de arus estados eletrônicos iniciais, atribuímos este decaimento ao espalhamento intervalas de elétrons dos estados em  $\Gamma$  para estados no ponto X da zona de Brillouin. Assim, estimamos a constante de potencial de deformação elétron-fônons LO,  $D_{T-X}$ , como sendo  $8.9 \times 10^8$  eV/cm.

SEP/12.00/6a.

**CARACTERIZAÇÃO POR FOTOLUMINESCÊNCIA (PL) DE CAMADAS  
EPITAXIAIS DE  $Ga_{1-x}Al_xAs$  : Be (TIPO P) CRESCIDAS POR MBE**

W.M. Mendes<sup>(a)</sup>, I.F.L. Dias<sup>(b)</sup>, A.G. de Oliveira<sup>(c)</sup> e P.L. Souza<sup>(d)</sup>

(a) CBPF, (b) Univ. Estadual de Londrina, (c) Departamento de Física, UFMG, (d) CETUC, PUC-Rio

O  $Ga_{1-x}Al_xAs$  dopado com Be (tipo p) tem sido amplamente utilizado como uma das camadas confinantes do laser de heteroestrutura dupla, cujo desempenho ótico e elétrico depende fundamentalmente desta camada. Apresentaremos alguns resultados de medidas de PL realizadas em amostras com  $x = 0$  (GaAs) e  $x = 0,20$ , e com diferentes concentrações de Be. As medidas foram feitas a 2K e na faixa entre 100K e 300K, tendo sido obtida a energia de ionização do excitador Be por dois métodos: a posição espectral do pico da recombinação banda-arcitador (e-A) e a medida da energia de ativação térmica desta recombinação a partir de um gráfico de Arrhenius entre 100K e 160K. Serão também feitas correlações entre os espectros de PL, os parâmetros de crescimento e as propriedades elétricas (mobilidade Hall e concentração de portadores).

SEP/12.15/6a.

**CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA E ELÉTRICA DE LIGAS DE  $GaInAsSb$  E  
 $GaInAsSb$  PARA CONFEÇÃO DE DISPOSITIVOS DE LONGO CDM-**

**PRIMEIRO DE ONDA - Maria Salete S. Lóral, Maria Beny Z. Morosini, Navin B. Patel**  
UNICAMP - IFGW - Campinas, SP.

Dispositivos optoeletrônicos operando na região de 2 a 5  $\mu m$  são de especial interesse em comunicações ópticas de longas distâncias através de fibras de fluoreto, além de terem aplicação em sensoriamento remoto atmosférico e espectroscopia molecular. Os materiais semicondutores que cobrem esta região são ligas quaternárias do tipo  $GaInAsSb$  e  $GaAlAsSb$  crescidas sobre substratos de  $GaSb$ . Enquanto os binários que compõem estas ligas tem suas características conhecidas, as propriedades dos quaternários foram pouco investigadas. Os métodos mais comuns de caracterização de materiais como absorção e fotoluminescência apresentam algumas dificuldades na região acima de 2  $\mu m$  devidas à janela de absorção do ar atmosférico, o que pode tornar necessárias medidas em atmosfera inerte. Medidas elétricas, como C-V, também apresentam problemas na obtenção de contatos Schottky. Muitos esforços, portanto, são necessários no desenvolvimento das técnicas experimentais para se obter resultados satisfatórios na caracterização destas ligas semicondutoras a consequente confecção de dispositivos otimizados para as aplicações desejadas.

Neste trabalho, apresentamos as técnicas de caracterização desenvolvidas com vistas à medida de parâmetros como índice de refração e resistividade das camadas, assim como descontinuidade de bandas nas heterojunções, tendo como objetivo específico o projeto e a otimização de lasers de longo comprimento de onda. O enfoque principal será dado a métodos ópticos de caracterização, como fotoluminescência, absorção e ellipsometria, utilizando-se complementarmente medidas elétricas como Hall e C-V.

Apoio: Telebrás e CNPq

**PAINÉIS**  
**SEM - Semicondutores**

B. M. L. Alves - Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Brasil e  
 X. Kunc - Laboratoire de Physique des Solides, Université P. et M. Curie,  
 Paris, França

Usando a Teoria do Funcional Densidade juntamente com o formalismo do método do Pseudopotencial, calculamos a equação de estado e as frequências dos fônons nos pontos de simetria mais alta da zona de Brillouin, incluindo a dependência com relação à pressão e os respectivos autovetores. Através do "Valence Overlap Shell Model", construímos a relação de dispersão dos fônons de EP com os dados disponíveis na literatura, comparados pelos "dados" obtidos nos cálculos de primeiros princípios: frequências dos "fônons congelados" e autovetores. Especulações sobre o comportamento anômalo das cargas efetivas deste material serão discutidas no contexto dos resultados obtidos. (COPq)

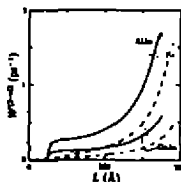
**TAXAS DE ESPALHAMENTO ELÉTRON-FÔNON EM POÇOS QUÂNTICOS DEVIDO A FÔNONS ÓTICOS EM UM CAMPO ELÉTRICO LONGITUDINAL** Gerald Weber<sup>1</sup> e J. F. Ryan<sup>2</sup>, *Departamento de Física, Universidade Federal de Minas Gerais; Clarendon Laboratory, University of Oxford*

Calculamos as taxas de espalhamento elétron-fônon para transições intrasub-banda e intersub-banda para fônons óticos confinados em um poço quântico quando um campo elétrico longitudinal (à direção de crescimento) é aplicado. Como em um trabalho anterior [1], usamos o modelo de Huang e Zhu para a descrição da interação (Fröhlich) elétron-fônon, modificado para o uso em poços quânticos. Também apresentamos resultados para o modelo de continuidade dielétrica (Slab model) e para modos guiados tais como proposto por Ridley [2]. As funções envelope eletrônicas com campo elétrico são obtidas por um método variacional [3] e incluídas no cálculo das taxas de transição. Para transições intrasub-banda as taxas de transição não variam muito, mesmo com campos elétricos intensos exceto para o modelo de Ridley. Já para as transições intersub-banda há uma importante inversão na paridade de acoplamento elétron-fônon. Com a aplicação de um campo elétrico longitudinal também demonstramos importantes diferenças entre os modelos macroscópicos que são usados correntemente para a descrição da interação elétron-fônon em poços quânticos.

- [1] G. Weber, A. M. de Paula, and J. F. Ryan, *Semicond. Sci. Technol.* **6**, 397 (1991).
- [2] B. K. Ridley, *Phys. Rev. B* **39**, 5282 (1989).
- [3] G. Bastard, E. E. Mendez, L. L. Chang, and L. Esaki, *Phys. Rev. B* **28**, 3241 (1983).

**TRANSIÇÕES INTRA- E INTERSUB-BANDA EM POÇOS QUÂNTICOS DE GaAs-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As DEVIDO A FÔNONS DE INTERFACE** Gerald Weber, *Departamento de Física, Universidade Federal de Minas Gerais*

As transições intrasub-banda e intersub-banda são calculadas para poços quânticos de barreira finita de GaAs-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As. A hamiltoniana de Mori e Ando [1] é utilizada e a dispersão dos fônons de interface é levada em consideração nos nossos cálculos. Em particular observamos taxas de transição intersub-banda maiores das que eram obtidos em cálculos similares por Rudin e Reinecke [2] para poços de barreira infinita. Na figura ao lado mostramos as taxas de transição intersub-banda para poços de GaAs-AlAs para barreiras finitas ( $V_0 = 0.1$  eV, curva cheia) e barreiras infinitas (curva tracejada).



- [1] N. Mori and T. Ando, *Phys. Rev. B* **40**, 8175 (1989).
- [2] S. Rudin and T. L. Reinecke, *Phys. Rev. B* **41**, 7713 (1990).

SER 106/14.00/4a.

### MAGNETOPOLARONS IN QUASI-ONE DIMENSIONAL QUANTUM WELL WIRES

Lothar Wendler and Reiner Haug, Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Merseburg, Germany; Alexander V. Chaplik, Institute of Semiconductor Physics, USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR; Francisco P. Oshiro, Departamento de Física, Universidade Federal de Goiás, Brasil; Oscar Hipólito, Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil.

The interaction of quasi-one-dimensional electrons (Q1D), confined in a lateral parabolic quantum well potential, and longitudinal optical phonons in the presence of a quantizing perpendicular magnetic field is investigated. Analytic and numerical results for the electron-phonon correction to the energy of the Landau levels as well as the electron cyclotron mass are presented. In contrast to the 3D and Q2D analog systems, where the corresponding level crossing occurs independently of the geometry, in the Q1D parabolic confinement the occurrence of the resonance strongly depends on the confinement energy.

For numerical calculations we have used GaAs-GaAlAs heterostructure and InSb-MOS structures. We show that in the case of InSb the possibility of a resonance always occurs.

SER 107/14.00/4a.

### ESPALHAMENTO DE ELETRONS POR FÔNONS ÓTICOS EM FIOS QUÂNTICOS DE GaAs-GaAlAs. SALVIANO A. LEÃO, OSCAR HIPÓLITO

(Departamento de Física e Ciência dos Materiais, IFQSC) e E. M. PEETERS (Department of Physics, University of Antwerp, Antwerp, Belgium)

No presente trabalho calculamos a taxa de absorção e emissão de elétrons devido a interação polar com os fônons longitudinais óticos em um fio quântico cilíndrico de GaAs embebido em GaAs-Al com potencial finito de confinamento  $V_0$ . Nossos resultados para a taxa de emissão mostram um comportamento similar ao caso 2D, um decrescimento monolítico com o aumento da energia, e portanto diferente do 3D. A taxa de absorção por sua vez apresenta um duplo comportamento. Para raios do cilindro menores que um certo valor ( $77 \text{ \AA}$  para  $V_0=100 \text{ meV}$ ) comporta-se de maneira similar aos casos 2D e 3D, porém para valores maiores do raio, seu comportamento é diferente dos anteriores especificamente na região de baixas energias. Nesse caso, para um dado fio, a taxa de absorção cresce monotonicamente com o aumento da energia, atingindo um valor máximo para depois decrescer suavemente.

SER 108/14.00/4a.

### OPTICAL PHONONS TOW IN GaAs UNDER UNIAXIAL STRAIN

A. T. Lino  
Universidade Federal de Uberlândia - Departamento de Ciências Físicas  
CP 593, Uberlândia, MG - BRASIL

and  
K. Kuno  
Université Pierre et Marie Curie - Laboratoire de Physique des Solides  
75230 Paris - Cedex 05 - FRANCE

We investigate the  $\Gamma$ -phonon dependence in GaAs under uniaxial high strain. Theoretical calculations are carried out using ab initio pseudopotentials within local density functional theory. The Kohn-Sham equation is solved self-consistently with a plane-wave basis set. The shifts in frequency is obtained by performing accurate calculations of the total crystal energy without and with deformation. The shifts and splittings of the  $\Gamma$ -phonons are predicted correctly when compared with Raman Phonon Spectroscopy measurements.

SEX 109/14/00/48.

**DETERMINAÇÃO DA TENSÃO EM SUPERREDES DE  $\text{InGaAs/GaAs}$  UTILIZANDO TÉCNICAS DE REFLETIVIDADE MODULADA.**

**C. Vazquez-Lopez\*, C.K. Inoki, V. Lemos e E. Cerciere**  
 Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP

A técnica de fotorefletância na região espectral  $E_1$ -GaAs é proposta aqui como um método eficaz na determinação de tensões médias nas camadas de GaAs de superredes de  $\text{InGaAs/GaAs}$ . As transições  $E_1$  e  $E_1 + \Delta_1$  foram estudadas por eletrofotorefletância em cristais de GaAs (bulk) submetidos a pressão uniaxial externa.<sup>1,2</sup> A pressão uniaxial produz deslocamentos e separação de bandas nos espectros, que podem ser explicados em termos de três constantes (potenciais de deformação). A tensão biaxial nas camadas de GaAs da superrede também produz deslocamentos e separação de bandas que podem ser interpretados se estas constantes de deformação são conhecidas. O processo inverso permite obter as tensões no plano das camadas de GaAs nas superredes de  $\text{InGaAs/GaAs}$ . O método consiste em determinar a posição e o número de picos  $E_1$ -GaAs no espectro de fotorefletância da superrede e comparar com o espectro para cristais de GaAs (bulk). A vantagem deste método é o uso exclusivo de parâmetros muito bem determinados do GaAs puro, e não da liga de  $\text{InGaAs}$ , os quais nunca foram medidos. A tensão nas camadas foi também determinada por espalhamento Raman. Os valores de tensão obtidos por ambos os métodos apresentam boa concordância. Isto permite concluir que medições de fotorefletância das estruturas  $E_1$  do GaAs constitui um método preciso, de fácil acesso e grande reprodutibilidade para determinação da tensão biaxial neste tipo de superredes.

1. F.H. Pollak and M. Cardona, Phys. Rev. **172**, 816 (1968).
  2. M. Chandrasekhar and F.H. Pollak, Phys. Rev. **B15**, 2127 (1977).
- \*Prof. visitante - Universidad Autónoma de Puebla, Apdo J-48 Puebla, México.  
 Apoio financeiro da FAPESP, CNPq e FAEP.

SEX 110/14/00/48.

**Medida de magneto-transporte em estruturas semicondutoras de tipo GaInAs/GaAs e InGaAs/InP**

**A.G. Soares, F. Pimenta, C.A.C. Moura, J.B.S. Oliveira,  
 P. Motilone, E.A. Almeida, M.A. Scialoja e M. Salló\*\***

IFGW - UNICAMP  
 CPQD - TELEBRAS  
 \*\*LNE - Póli - USP.

Foi implementado no Grupo de Propriedades Óticas IFGW - UNICAMP, um sistema de caracterização de estruturas semicondutoras que apresentam gás de elétrons bidimensional (2DEG) através de combinações de magneto-transporte conhecidas como Efeito Shubnikov de Haas (SHHE) Efeito Hall Quântico (QHE). Para este fim, dispomos de um magnetômetro computadorizado que permite a obtenção in situ de até 14 Tesla, fontes de corrente AC e DC, medidores de voltagem e um sistema automático de aquisição de dados. Foram feitas medidas de amostras com estrutura tipo Van der Pauw. Com o objetivo de caracterizar os sistemas estudados foram levantados os espectros das oscilações SHHE e QHE de heteroestruturas simples de GaInAs/GaAs e InGaAs/InP. A partir destas medidas foram extraídas densidade no gás bidimensional, número de sub-bandas ocupadas e valores de mobilidade. Constatando a qualidade dos sistemas em estudo observou-se "plateaus" Hall correspondentes a fatores de preenchimento inteiros e fracionários.

SEX 113/14/00/48.

**PROPRIEDADES ELETRÔNICAS DAS SUPER-REDES SEMICONDUTORAS**

**Roberto Hiroaki Nitta, Armando Corbalán Espina**  
 Instituto de Física -USP

Estudo teórico das super-redes  $(\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{P})_z(\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{P})_y$  orientadas na direção [001] considerando várias concentrações  $x$  e  $y$ . O crescimento da super-rede foi considerado tomando-se substratos de GaP, InP e ainda uma estrutura com parâmetro de rede médio entre estas estruturas. Os cálculos foram desenvolvidos utilizando-se a técnica do pseudopotencial local autoconsistente com energia total e determinando-se as configurações de equilíbrio com o uso complementar resultados referentes a variação de parâmetro de rede das ligas ordenadas com as várias concentrações e também propriedades das estruturas eletrônicas em função dos substratos e concentrações.

ESTUDO DAS ESTRUTURAS ELETRONICAS E  
ESTABILIDADE DAS SUPER-REDES DE CAMADAS ULTRAFINAS

ROBERTO CLAUDIO DA SILVA : ARMANDO CORREIA FERREZ (LIEUSE)

Empregando o método do pseudopotencial autoconsistente com cálculo da energia total e forças de Hellmann-Feynman, no esquema de densidade local, estudamos o comportamento das estruturas eletrônicas das ligas ordenadas Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As dentro da aproximação de "cristal virtual" (VCA) e também a estrutura de equilíbrio das super-redes: (Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As)<sub>2</sub>(GaAs)<sub>2</sub> e (Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As)<sub>3</sub>(InAs)<sub>3</sub>, em várias concentrações (x). As configurações relaxadas foram determinadas a partir da minimização de forças existentes, adicionalmente ao cálculo da energia total dos sistemas. As super-redes foram analisadas considerando seu crescimento sobre vários substratos na direção [001]. Analisamos então a dependência das faixas de energia dos sistemas em função dos parâmetros de rede e concentrações.

FLUTUAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE CAMADAS QUATERNÁRIAS POR DIFRAÇÃO

DE RAIOS-X. M.A. RAYASHI, A.P. FERREIRA, J.M. SASAKI e L.P. CARDOSO (IFGW/UNICAMP) e M.A. SACILOTI (CPqD/TELEBRÁS).

A geometria para um difratômetro de raios-X de duplo cristal foi desenvolvida e automatizada no nosso Laboratório. Ela consta de um gerador de raios-X de foco muito pequeno, um cristal monocromador de boa perfeição cristalina, e uma câmara topográfica de Lang, que permite ajuste angular de amostra com precisão (passos menores que 0,1 segundos de arco) e translação da amostra com estabilidade mecânica.

Feita a calibração do duplo cristal, varreduras  $\omega$  (rocking curves) das amostras foram obtidas, para a determinação da discordância entre parâmetros de rede camada/substrato nas direções paralela e perpendicular à interface, medida da espessura da camada através das franjas de interferência e análise da flutuação de composição nas camadas na direção do crescimento.

Apoio financeiro: FAPESP, CNPq, TELEBRÁS

SUSCEPTIBILIDADE ELÉTRICA DE IMPUREZAS DOADORAS EM SISTEMAS SEMICONDUTORES.

A. FERREIRA DA SILVA - INPE/LAS, São José dos Campos, SP e Instituto de Física da UFBA, F. DE BRITO MOTA - Instituto de Física da UFBA, Salvador, Ba.

A partir de medidas óticas do silício dopado com fósforo (Si:P), apresenta-se um modelo molecular para a investigação da susceptibilidade elétrica de impurezas doadoras em semicondutores. Os resultados para Si:P apresentam uma excelente concordância com os resultados experimentais. Também é encontrado um expoente crítico em perfeita harmonia com a transição metal-isolante observada neste sistema mas que difere sobremaneira da teoria de percolação.

<sup>1</sup> F. de Brito Mota and A. Ferreira da Silva, Solid State Comm. **73**, 313 (1990);

Int. J. Quantum Chem. **24**, 411 (1990).

<sup>2</sup> M. Capizzi et al; Phys. Rev. Lett. **44**, 1019 (1980).

<sup>3</sup> T. F. Rosenbaum et al, Phys. Rev. **B27**, 7509 (1983)



SEN 115/14.00/4a. ] NÍVEIS PROFUNDOS EM SEMICONDUTORES: DEPENDÊNCIA DA TEMPERATURA: M.A. AMATO - DEPARTAMENTO DE FÍSICA, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. 70.910 - BRASÍLIA DF BRASIL.

Variações na posição dos níveis de energia devido a impurezas em materiais semicondutores apresenta-se como um problema interessante no domínio das impurezas profundas em semicondutores. A evidência em resultados experimentais deste efeito é reportada por vários autores, porém os modelos teóricos não são satisfatórios para explicá-los. Neste trabalho tentamos apresentar um modelo bastante simples, na mesma linha de um desenvolvido anteriormente. O procedimento envolve a computação de um espectro teórico para cada temperatura, a partir do conhecimento da secção de choques eletrônica e dos parâmetros relativos à presença dos fônons.

SEN 116/14.00/4a.

#### DEFEITOS DE ANTISSÍTIO E TIPO-ANTISSÍTIO EM GaP

P.F.M. Venezuela, T.M. Schmidt, M.J. Caldas e A. Fazzio  
Instituto de Física da USP

Um dos defeitos mais estudados em semicondutores III-V é o EL2, que aparece no GaAs tornando-o semi-insulante. Até hoje não existe um modelo microscópico aceito para a descrição deste centro. Os modelos mais aceitos e corroborados por cálculos teóricos de primeiros princípios são o defeito de anti-sítio de As no lugar do Ga, e o As deslocado na direção <111> até uma posição metaestável.

O nosso propósito é mostrar que esta metaestabilidade é propriedade de todos os defeitos tipo-anti-sítio (P, As e Sb) em semicondutores III-V. Particularmente neste trabalho discutiremos resultados teóricos para a estrutura eletrônica e configuracional de P, As e Sb em GaP. Utilizaremos pseudopotenciais *ab initio* e super-células de 84 átomos no esquema de Car-Parrinello.

SEN 117/14.00/4a.

#### DIFUSÃO DE IMPUREZAS EM SEMICONDUTORES TIPO IV

J. F. Justo Filho, M. J. Caldas, A. Fazzio  
Instituto de Física - Universidade de São Paulo

Estudamos o problema da difusão de impurezas em uma superfície relaxada de Si. Nosso interesse é observar como as impurezas Ga e In, muito utilizadas para contato ôhmico, modificam a estrutura eletrônica de um cristal de Si. Investigamos o efeito da impureza em diferentes situações: próxima à superfície, intersticialmente e substitucionalmente e finalmente a interação com uma vacância de silício.

Para tal, usamos o método auto-consistente do funcional densidade (DFT). O termo de exchange-correlação é tratado na aproximação da densidade local (LDA) e as equações de Kohn-Sham são resolvidas com o algoritmo de Car-Parrinello. Além disso, utilizamos pseudopotenciais *ab initio*, de Kleinmann-Blander com conservação da norma.

SEN 118/14/00/4a.

DIFUSÃO DE DOPANTES EM ARSENETO DE GÁLIO USANDO FONTES "SPIN-ON-GLASS". CRISTIANE SILVEIRA HERNANDES, UNICAMP, IFGW, OFA/LPD.

Estamos realizando difusão de Estanho em Arseneto de Gálio semi-isolante por processamento térmico rápido utilizando fontes "spin-on-glass" dopadas (S.O.D.). Estas fontes são emulsões que depois de depositadas sobre o substrato, servem tanto como fonte para a difusão quanto para proteger a superfície do GaAs da perda de Gálio durante o processo. Este método permite o uso de fornos de tubo aberto, sem necessidade do uso de ampolas seladas. Este trabalho descreverá as etapas do processo de difusão, dando ênfase ao estudo do filme-fonte (SOD) que é um dos pontos críticos do processo. Foram realizados estudos da influência da composição química da fonte SOD, de sua aplicação sobre o substrato de GaAs e de sua cura na difusão de Estanho. A análise das camadas difundidas foi feita por Efeito Hall e por CV Eletroquímico. O objetivo destas difusões é se obter camadas rasas  $n^+$  em Arseneto de Gálio para a fabricação de transistores MESFET.

Apoio: CPqD-TELEBRAS, FAPESP

SEN 119/14/00/4a.

#### RECRISTALIZAÇÃO DE SILÍCIO IMPLANTADO COM FE

J.P. de Souza, P.P.F. Fichtner e L. Amarel

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

91500 Porto Alegre RS

Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

91260 Porto Alegre RS

Crescimento epitaxial de fase sólida (SPEC) de camadas de Si implantados com Fe ( $10^{15}$  at/cm<sup>2</sup>, 100 keV) foi analisado no intervalo de temperatura 500-550°C usando retroespalhamento Rutherford (RBS) canalizado e randômico. Observa-se o espurramento para a superfície ("push out") dos íons implantados, bem como um aumento da taxa de recristalização induzido pela presença do Fe. Os resultados são discutidos em termos de um modelo presupondo que os átomos de Fe aprisionados na camada amorfa são liberados quando alcançados pelo avanço da interface. Também são discutidos alguns resultados para Co, Ni bem como para Fe implantados com outras doses.

SEN 120/14/00/4a.

#### EXCITONS EM SEMICONDUTORES DOPADOS NA PRESENÇA DE LASER INTENSO

A. L. A. Fonseca, M. A. Assato e A. C. Nunes

Departamento de Física - UnB 70910 Brasília -DF

Investigamos propriedades do estado fundamental (energia de ligação) de um sistema excitônico no estado estacionário quando situado na presença de um campo intenso de laser. Utilizamos uma teoria não perturbativa recentemente desenvolvida por Gavrilis e Kaminski (Phys. Rev. Letts. 52, 614 (1984)). A teoria prediz que no limite de alta frequência as propriedades do estado fundamental são determinadas por uma equação de Schrödinger, independente do tempo, contendo um potencial coulombiano vestido. Um dos resultados obtido é a diminuição da energia de ligação com a intensidade do campo de laser.

SEN 121/14.00/4a.

$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  CRESCIDO EM SUBSTRATOS DE  $\text{InP}$  COM 2° E 1° DE DESORIENTAÇÃO EM <110>. JOSÉ LINO GONÇALVES, THERESA PENNA, ENEIDA IAMARINO FERNANDES PIZA E JOÃO HERMES CLERICI. UNICAMP.

Uma das grandes limitações da técnica de crescimento por fase líquida epitaxial é o crescimento de camadas cuja constante da rede difiram em mais de aproximadamente 1% da constante do substrato.

Esse trabalho é o início de uma tentativa de construção de um fotodiodo com uma homojunção de  $\text{In}_{0.82}\text{Ga}_{0.18}\text{As}$ . Como  $\text{In}_{0.82}\text{Ga}_{0.18}\text{As}$  não é casado com o substrato, precisamos crescer camadas ternárias linearmente graduadas até atingirmos a camada de  $\text{In}_{0.82}\text{Ga}_{0.18}\text{As}$ .

Crescemos camadas de  $\text{In}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{As}$ ,  $\text{In}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}\text{As}$  em substratos de  $\text{InP}$  (100) 2° - <110> e  $\text{InP}$  (100) 1° - <110>. O  $\text{In}$  utilizado nesse crescimento foi de duas naturezas. Um,  $\text{In}$  com 99,9999% de pureza e o outro, reaproveitado de crescimentos anteriores (de camadas binárias, ternárias ou quaternárias) e purificado.

Em todos os crescimentos foram feitas caracterização elétrica e medidas de Raios-X. A concentração de impurezas deu valores  $1,5 \times 10^{15} \text{cm}^{-3} \leq N_D - N_A \leq 7,0 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$  e a mobilidade, valores de 80000  $\text{cm}^2/\text{Vs}$ .

SEN 122/14.00/4a.

DEFEITOS PROFUNDOS EM SEMICONDUTORES.  
GEORGE E. MARTINS E GASTON E. BARBEIRIS.

Apresentamos cálculos preliminares de defeitos profundos em semicondutores. O cálculo de bandas é feito via método ASW e os cálculos relacionados ao defeito são baseados na ideia de Slater e Koster (1954), via função de Green. Temos a intenção de aplicar tal método a impurezas magnéticas em semicondutores.

SEN 122/14.00/4a.

ESTUDOS DA CONCENTRAÇÃO HALL EM LIGAS DE  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  PORTANTE DOPADAS CRESCIDAS POR EPITAXIA POR FEIXE MOLECULAR - Sáfer, Gustavo A.M.; e Oliveira, A.C. - DF - ICE - UFPA

Apresenta-se medidas de concentração e mobilidade de portadores de carga em função da temperatura e da iluminação. Objetiva-se ver efeitos de compensação devido aos elevados índices de dopagem. Pretende-se apresentar também medidas de fotocondutividade para entender a contribuição do centro DX.

SEN 132/14.00/5a.

ALARGAMENTO NÃO HOMOGENEO DE LINHA PARA ABSORÇÃO INFRAVermELHA POR DOADORES RAZOS.  
F.D.Emel (DF - UFSCar) e J.C.da Cunha Lima (IMEP).

O efeito da compensação na absorção do infravermelho distante por doadores rasos em um poço quântico de GaAs/GaAlAs na presença de um campo magnético intenso é obtido pela simulação Monte Carlo.

A baixas concentrações de impurezas, a absorção ocorre através de transições intra-doadores. Flutuações no campo elétrico e no gradiente do campo elétrico causadas pela aleatoriedade das localizações de impurezas são responsáveis por um alargamento não homogêneo no coeficiente de absorção. Neste trabalho estudamos o efeito da compensação, concentração de impurezas, largura do poço quântico e campo magnético aplicado no alargamento de linha.

SEN 133/14.00/5a.

CÁLCULO DAS ENERGIAS DE LIGAÇÃO DE UMA IMPUREZA  
HIDROGÊNICA EM UM POÇO QUÂNTICO DE GaAs-(Ga,Al)As.

G.N.CARNEIRO (IPOM)

L.R.OLIVEIRA (IPOM)

Cálculo das energias de ligação associadas ao estado fundamental e aos primeiros estados excitados de uma impureza hidrogênica  $ra$  se em um poço quântico quadrado finito contido de uma camada de GaAs entre duas de (Ga,Al)As. Calcula-se a variação de energia desses estados em função do tamanho do poço para diferentes valores da barreira de potencial (ou equivalentemente, para diferentes valores da concentração de Al) a partir da aproximação da massa efetiva e usando-se o método variacional.

SEN 134/14.00/5a.

ANÁLISE de MEDIDAS de FOTOREFLECTÂNCIA EM HETEROJUNÇÃO COM  
DOPAGEM MODULADA AlGaAs/GaAs

Rafaela A. NOVELLINO, Abraham M. COHEN, Dept. de Física, ICM, Universidade do Amazonas, Paulo MOTISUEK, Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP, Eilmir R. MARQUES, Dept. de Física, UFSCar.

Os espectros de fotoreflectância da Heterojunção com Dopagem Modulada AlGaAs/GaAs, mostram que há absorção com energia acima daquela do "gap" do GaAs. A análise dessas medidas, no intervalo de temperatura de 10K a 300K, evidenciam a possibilidade dessas estruturas serem procedentes de transições eletrônicas dos estados de banda de valência para os níveis de energia na região de confinamento na banda de condução, na interface da heterojunção.

REN 125/14.00/5a.

ESTADOS ELÉTRICOS DE POÇOS QUÂNTICOS COM DOPAGEM PLANAR - L.M. R. Scalfaro e J.R. Leite - Instituto da Física da USP e C.A.C. Mendonça e H.A. Manesegny - Instituto de Física da UNICAMP.

Apresentamos um estudo teórico da estrutura de subbandas eletrônicas de poços quânticos GaAs/Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As com dopagem planar ("delta-doping") de silício. Os subníveis eletrônicos e ocupações, bem como os perfis de potencial são obtidos através da solução autônoma consistente das equações de Schrödinger e Poisson, dentro da aproximação de massa efetiva. Os efeitos de troca-correlação, difusão dos átomos de Si para fora do plano dopante, e efeitos de temperatura são analisados. Resultados são apresentados para diversos sistemas onde variamos a largura do poço, altura da barreira e concentração de doadores. Os resultados indicam um aumento do confinamento dos portadores na região do "poço delta" de potencial devido à presença da barreira e mostram-se bastante sensíveis aos efeitos de temperatura e difusão dos dopantes.

REN 136/14.00/5a.

CONDUÇÃO ELÉTRICA EM SEMICONDUTORES COM DOPAGEM PLANAR DE BAIXA CONCENTRAÇÃO - Medeiros, S.H.; Sampaio, J.F.; Guimarães, P.S.S.; Ribeiro, G.M.; e Oliveira, A.C. - DF - ICEx - UFMG

O processo de condução elétrica em semicondutores com baixa concentração de dopantes fornece subsídios ao entendimento de fenômenos de transporte em sistemas desordenados. Acredita-se que um dos mecanismos de condução seja o de "saltos de alcance variável", em que o elétron salta de uma impureza para outra através de tunelamento assistido por fônons. A teoria prevê um comportamento da condutividade com a temperatura do tipo  $\sigma \sim \exp(-B/T^2)$ , onde  $n = 1/4$  para sistemas 3-D e  $n = 1/3$  para sistemas 2-D.

Apresentamos resultados experimentais da condutividade em função da temperatura de uma amostra de GaAs com dopagem planar, no limite de baixa concentração de dopantes. Como os dopantes estão diluídos a quasi-bidimensionalidade dos elétrons, característica da amostra com alta dopagem planar é questionável. Com intuito de se obter informações sobre este questionamento os resultados experimentais são analisados à luz de teoria de "saltos de alcance variável".

REN 137/14.00/5a.

MAGNETORESISTÊNCIA NEGATIVA EM GaAs COM DOPAGEM PLANAR - Ventura, D.V.; Sampaio, J.P.; Ribeiro, G.M.; Guimarães, P.S.S.; e Oliveira, A.C. - DF - ICEx - UFMG

O aparecimento de magnetoresistência negativa em sistemas bidimensionais quase sempre está relacionado com o fenômeno de localização fraca dos portadores de carga. Este fenômeno se deve à interferência quântica entre os vários caminhos possíveis para que os portadores, através de choques elásticos, revertam seu sentido original de movimento. Desta forma os resultados experimentais de magnetoresistência podem fornecer informações a respeito do tempo médio entre os choques elásticos ou outros tempos característicos do sistema.

Apresentamos medidas de magnetoresistência em amostras de GaAs, com dopagem planar (dopagem  $\delta$ ) de Si, crescidas por MBE. As amostras diferem entre si pela concentração do dopante e portanto pela profundidade e largura do potencial de confinamento dos elétrons. Assim o comportamento do tempo de relaxação dos portadores em função da concentração do dopante é obtido através de ajustes das curvas da magnetoresistência com a teoria de localização fraca.

SEN 138/14/00/5a.

**EFEITOS DE SUPERFÍCIE NO CÁLCULO DE PERFIS DE POTENCIAL ELÉTRICO  
EM GÁS COM DOPAGEM PLANAR**

R. P. Camata, L. M. R. Soolfaro, J. R. Leite, J. M. V. Martins  
Instituto de Física, Universidade de São Paulo  
C. P. 20518, 01408 São Paulo, SP

Apresenta-se cálculos de perfis de potencial elétrico em Gás com dopagem planar de Si, propondo-se um modelo simplificado para levar-se em conta o efeito do campo elétrico advindo da superfície. Avalia-se, por este modelo, a influência de diversos parâmetros sobre a forma do potencial, tais como a concentração e distribuição espacial de Si, a concentração de dopantes uniformemente distribuídos no material, e a temperatura. Conclui-se que a influência do campo elétrico da superfície é tanto maior quanto mais elevada a densidade do gás bidimensional de elétrons presente no chamado "poço delta". Mostra-se, em particular, que para Gás levemente tipo p (concentração de aceitadores da ordem de  $10^{17}/\text{cm}^3$ ) e com  $E \approx 10^{13}$  V/cm, o poço de potencial característico da dopagem planar é profundamente alterado pelo potencial elétrico originado das cargas acumuladas na superfície, não obstante o campo elétrico na região do poço assumir o valor de apenas 1 kV/cm.

SEN 139/14/00/5a.

**CRESCIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE ESTRUTURAS COM DOPAGEM  
PLANAR DO TIPO p(Be).** Ivan F. L. Dias, J. L. Duarte (UEL/PR)

Waldyr M. Mendes, Patrícia L. de Souza (PUC/RJ); Rosana Rodrigues, Alfredo G. de Oliveira (UPMG/MG). Estruturas com perfis de dopagem planares (delta) utilizando impurezas do tipo n (ex: Si) ou do tipo p (ex: Be) podem ser obtidas por crescimento epitaxial (MBE) em materiais semicondutores. Os elétrons ou buracos são confinados em uma região de carga espacial formando um gás bidimensional de elétrons (2DEG) ou de buracos (2DBG). O estudo de estruturas com perfis de dopagem planares do tipo p, entretanto, registra pouca ênfase se comparado com o de dopagem do tipo n apesar de suas importantes aplicações tecnológicas em dispositivos elétricos e ópticos de alta velocidade. Apresentamos neste trabalho os resultados preliminares da caracterização elétrica (efeito Hall) e óptica (fotoluminescência) em estruturas com dopagem delta do tipo p(Be) em amostras preparadas pela técnica de epitaxia por feixe molecular.

SEN 140/14/00/5a.

**ESPECTROSCOPIA DE TUNELAMENTO EM SISTEMAS DELTA-DOPING**

Rudson R. Alves, F. Moraes, P. Motiloba, P. Barroil.  
IPGW-UNICAMP, Campinas SP; † IPQSC-USP-São Carlos SP.

Iniciamos um trabalho de espectroscopia de tunelamento em sistemas bidimensionais, para o qual montamos um circuito de ponte de Wheatstone (1) que mantém uma tensão pré-programada sobre a amostra através de um circuito feedback, composto de quatro amplificadores operacionais, independentemente da impedância da amostra. Com este sistema é possível medir diretamente as curvas características  $I_V$ ,  $dI/dV$ ,  $d^2I/dV^2$  e até mesmo  $CV$  e  $dC/dV$  se a ponte for apropriadamente balanceada. Neste trabalho serão apresentados resultados experimentais de tunelamento de portadores através de sistemas delta-doping. Serão discutidos também a influência da presença da superfície na estrutura de níveis de energia no poço de potencial do delta-doping.

(1) H. Christen and J. Suptiner. Rev. Sci. Instrum. 55, (1985).

SEN 141/14.00/5a.

**NÍVEIS ELETRÔNICOS EM SISTEMA "d-DOPING" COM CAMPO ELÉTRICO E MAGNÉTICO.**

WASHINGTON LUIZ C. LIMA e MARCOS HENRIQUE DEGANI - DFCM - IFQSC - USP

Neste trabalho apresentaremos os efeitos do campo magnético na direção perpendicular e paralela ao plano de cargas doadoras num sistema  $\delta$ -doping. Mostraremos que para campos na direção paralela o efeito no potencial efetivo é praticamente nulo consequentemente os níveis de energia e ocupação das sub-bandas permanece inalterada. O campo perpendicular produz um "shift" diamagnético na energia ocasionando uma depopulação dos níveis mais altos. Há uma visível mudança na distribuição de cargas e na relação de dispersão  $E(K)$  levando a uma variação considerável nos níveis eletrônicos desse sistema.

Efeitos do campo elétrico externo para sistemas deltas crescidos próximos à superfície do semicondutor são também analisados. Calculamos os níveis de energia em função do campo elétrico bem como a polarização e curva de capacitância-voltagem (C-V).

SEN 142/14.00/5a.

**EFEITO DE DESORDEM NAS PROPRIEDADES DE TRANSPORTE DE HETEROESTRUTURAS**

Tania Gornateln e Maria A. Davidovich, Departamento de Física, PUC-Rio

O objetivo deste trabalho é estudar efeitos de desordem nas propriedades de transporte vertical de heteroestruturas semicondutoras.

Estudamos a localização dos estados de uma super-rede em função do campo elétrico aplicado e do grau de desordem introduzida por flutuações na espessura das camadas (poços e barreiras). Utilizamos um modelo "tight-binding" de banda independente para descrever a super-rede e o formalismo de Keldysh para tratar situações fora de equilíbrio termodinâmico. Calculamos a ocupação eletrônica por sítio e a densidade de corrente  $\times$  voltagem. Discutimos a localização dos estados em função da largura das mini-bandas e em função do grau de desordem do sistema.

SEN 143/14.00/5a.

**LASER-DRESSED SOUND ABSORPTION IN PERIODIC QUANTUM-WELLS**

C. Rodrigues, A. L. A. Fonseca and A. C. Nunes

Departamento de Física - UnB 70910 Brasília -DF

The sound absorption coefficient by charge carriers in a semiconductor with a superlattice in the presence of an intense laser field is calculated. We show that in the intense field regime the absorption coefficient decreases as the field amplitude increases. An application is made for a typical superlattice structure in the presence of a  $CO_2$  laser. We found the critical field to be of order of  $10^4 - 10^5$  V/cm.

SEN 144/14/00/5a.

ULTRASOUND ATTENUATION IN QUASI-TWO-DIMENSIONAL  
SEMICONDUCTOR QUANTUM-WELL STRUCTURES

C. Rodrigues and A. C. Funes

Departamento de Física UNB 70910 Brasília-DF

The ultrasound attenuation by electrons is considered for a quasi-two-dimensional semiconductor quantum well structure. The attenuation coefficient,  $\alpha$ , is calculated quantum mechanically and found to vary with the width of the quantum well. It is found that the attenuation coefficient can be enhanced over its value in a bulk semiconductor as the thickness of the quantum well decreases.

SEN 145/14/00/5a.

EFEITO DO CAMPO MAGNÉTICO SOBRE O TUNELAMENTO ENTRE DOIS MEIOS DE  
DIFERENTES MASSAS EFETIVAS - Neves, Bernardo R.A.; Sampaio, J.F.;  
Alves, E.S. e Oliveira, A.C. - DF - IGEa - UFPE

O fenômeno de tunelamento em dispositivos de barreira dupla sob ação de campo magnético tem sido bastante investigado. Entretanto não se tem relato de estudos de tunelamento entre dois meios com diferentes massas efetivas. De acordo com as regras de seleção, normalmente usadas, de conservação de momento paralelo às camadas e de energia, o pico de corrente de tunelamento deverá diminuir com a aplicação de campo magnético ortogonal às camadas.

Apresentaremos uma análise da previsão acima e resultados experimentais de tunelamento sob campo magnético em amostras de barreira dupla de AlGaAs em que as massas efetivas do elétron no emissor e coletor são diferentes da massa efetiva no poço. Os resultados serão discutidos à luz da previsão acima descrita.

SEN 146/14/00/5a.

TUNELAMENTO RESSONANTE DE BURACOS EM HETEROESTRUTURAS SEMICONDUTORAS, SOB AÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO PARALELO; Marcos Roberto da Silva Tavoras, Címar Euzébio Moraes. Departamento de Física - UFSCar - São Carlos.

Tunelamento ressonante de buracos nos dispositivos de dupla barreira em heteroestruturas semicondutoras apresenta várias diferenças do tunelamento de elétrons. Estas diferenças são devidas a forte degenerescência do topo da banda de valência, o forte acoplamento entre os tipos de buracos leve e pesado e as diferentes massas efetivas destes portadores. Estes fatos causam tunelamento ressonante, nestas estruturas, via diferentes canais de buracos leve e pesado. Os resultados obtidos através de cálculos onde portadores são tratados de forma desacoplada, não são capazes de explicar resultados experimentais.

A aplicação de um campo magnético paralelo a direção-y afeta mais fortemente o acoplamento entre os níveis dos portadores além de quebrar a degenerescência no topo da banda de valência. Neste trabalho estudamos os detalhes do tunelamento de buracos em dupla barreira, sob a ação de campo magnético, usando o modelo  $\vec{k} \cdot \vec{p}$  de 4 bandas (modelo de Luttinger). No futuro pretendemos comparar o resultado destas cálculos com vários dados experimentais já existentes na literatura.



SEN 147/14.00/3a.

**DISPERSÃO MAGNÉTICA EM HETEROESTRUTURAS SEMICONDUTORAS SOB CAMPO MAGNÉTICO PARALELO:** Humberto da Andrade Curybema, Nelson Studart e GRIMAL, Roberto Martins. Departamento de Física - UFSCar - São Carlos.

Estruturas eletrônicas em super-redes e poços quânticos sob a ação de campos magnéticos externos paralelo aos planos das camadas tem sido objeto de vários trabalhos teóricos e experimentais. Nessa configuração, o movimento ciclotrônico dos portadores, pode ser restrito à direção de crescimento. Observa-se então uma forte competição entre as quantizações causada pelo campo magnético e aquela devido ao potencial da heteroestrutura. A forma das dispersões dos níveis quânticos resultantes serão determinadas pela magnitude do campo magnético e pelo *band-offset* da heterojunção semiconductor. Nesse trabalho estudamos a estrutura magnética da heteroestrutura com simetria cilíndrica sob campos magnéticos aplicados na direção-y, utilizando o método  $k \cdot p$  com 2 bandas e expandido em funções envelope apropriadas. Pretende-se obter níveis de energia de todas portadoras para diversas posições do centro da órbita ciclotrônica como função do campo magnético aplicado. Como consequência imediata desses resultados poderemos determinar os espectros de absorção óptica, densidades de corrente de tunelamento, etc.

SEN 148/14.00/3a.

**EFEITO DO CAMPO MAGNÉTICO NO TUNELAMENTO MULTI-CANAL -** Paulo E. L. Farias e Nelson Studart - DF - UFSCar - São Carlos.

As heteroestruturas de dupla barreira, feitas com semicondutores do grupo III-V, produzem uma densidade de estados quase bidimensional dentro do poço quântico, para elétrons tratados pela aproximação de massa efetiva. Sob uma diferença de potencial, elétrons podem tunnel através dos estados metastáveis que existem dentro do poço quântico. A baixa temperatura, quando o processo de tunelamento é suposto sequencial, o elétron conserva o momento paralelo às interfaces e podemos associar esta conservação à simetria de translação nos planos paralelos em que o elétron é livre para se mover. Processo de litografia por feixes de elétrons têm sido usados para transformar a heteroestrutura, depois da criação, num pequeno cilindro com o eixo perpendicular às interfaces e com o raio comparável à largura do poço. A densidade de estados no poço torna-se quase unidimensional e a quebra da simetria translacional nos planos das interfaces faz com que o processo de tunelamento seja do tipo multicanal, sem conservação de momento. Introduzindo um campo magnético uniforme paralelamente ao eixo do cilindro, a simetria de translação vai sendo recuperada conforme aumenta a intensidade do campo e a conservação do número de Landau faz com que o processo deixe de ser do tipo multicanal. Estes efeitos aparecem no diagrama corrente X voltagem e poderão ser facilmente comprovados em medidas.

SEN 149/14.00/3a.

**FIOS QUÂNTICOS SOBRE UMA SUPERFÍCIE DE HÉLIO LÍQUIDO.** Sílas Luis Cesar (UECE) e Gil de Aquino Farias (UFC)

Estudamos os efeitos polarônicos para elétrons confinados em 1-Dimensão por fios quânticos sobre uma superfície de Hélio líquido. Nas outras dimensões os elétrons ficam confinados devido o campo elétrico externo e o perfil curvo de um substrato de forma a produzir um potencial parabólico numa direção. Considerando inicialmente o sistema no estado fundamental calculamos a correção da energia e da massa efetiva dos elétrons devido à interação elétron-ripplon nesse sistema usando teoria de perturbação.

### OSCILAÇÕES DA CONDUTÂNCIA DE CANAIS SEMICONDUTORES UNIDIMENSIONAIS

Flávio M. de Aguiar, Departamento de Física, UFPE  
D.A. Wharam, Section Physik, Univ. Munique

Um dos mais importantes fenômenos observados em nanoestruturas de semicondutores é a quantização da condutância. Em geometria de canais unidimensionais ela resulta em enormes oscilações periódicas na condutância com a variação da tensão aplicada. Em hetero-estruturas de semicondutores interrompida por um número finito de barreiras de potencial esta oscilação pode ser explicada pelo tunelamento ressonante de elétrons numa única sub-banda unidimensional. Neste trabalho apresentamos um método simples e poderoso baseado no conceito de impedância generalizada para calcular o coeficiente de transmissão de elétrons nessas estruturas<sup>[1]</sup>. Os resultados mostram grandes semelhanças com recentes medidas experimentais<sup>[2]</sup>.

1. F.M. de Aguiar and D.A. Wharam, Phys. Rev. B43, 8964 (1991).
2. U. Meirav et al, Phys. Rev. B40, 5871 (1989).

### "CORRELAÇÕES ELETRÔNICAS NUM GÁS DE

ELÉTRONS ENCAMADO" - W.B. de Costa, (DFCM/IPQSC/USP), U. de Freitas (DF/UPPb) e N. Studart (DF/UPSCar)

Consideramos o modelo de Vučičer e Felicov<sup>1</sup>, inicialmente proposto para tratar compostos de metal intercalado com grafita, onde gases de elétrons confinados especialmente em duas dimensões interagem pelo potencial de Coulomb nos diversos planos. Aplicamos este modelo a uma super-rede semicondutora do tipo I. As propriedades estáticas e dinâmicas do gás de elétrons encamado são calculadas através do fator de estrutura estático do gás de elétrons bidimensional<sup>2</sup>. A relação de dispersão das excitações coletivas, a função de correlação dos pares e o fator de estrutura são calculados nas aproximações de fase elastóica (RPA), Hubbard (HA) e na aproximação do campo autoconsistente (STLS).

- 1 - H.M. Miesnerböck and M.P. Tosi, Z.Phys. B - Condensed Matter 78, 255 (1990).
- 2 - U. de Freitas, L.C. Jorjatti and N. Studart, J. Phys. C: Solid State Phys. 70, 5983 (1987).

### EFEITO DAS CORRELAÇÕES NAS EXCITAÇÕES DE PLASMONS EM

UM GÁS DE ELÉTRONS QUASE UNIDIMENSIONAL. ANTONIO NEWTON BORGES (Departamento de Física U. F. Goiás), SALVIANO A. LEÃO, MARCOS H. DEGANI e OSCAR HIPÓLITO (Departamento de Física e Ciências dos Materiais, IFQSC).

Levando em consideração a ocupação de mais de uma subbanda dentro da aproximação STLS<sup>[1]</sup>, realizamos um estudo detalhado das excitações de plásmons em fios quânticos retangulares. Utilizamos um modelo no qual os elétrons têm seu movimento restrito ao plano  $x=0$ , são confinados na direção  $y$  por um poço de potencial quadrado ( $0 < y < L$ ) de barreira infinita e quase livres na direção  $x$ . Observamos que para todas as larguras ( $L$ ) calculadas (140nm, 30nm e 100nm), existem diferenças significativas entre os resultados obtidos com as aproximações RPA e STLS mostrando claramente a importância dos efeitos das correlações de curto alcance. No entanto, no limite da densidade eletrônica em que apenas uma subbanda é ocupada, as diferenças tornam-se mais acentuadas.

1. K. S. Singvi, M. P. Tosi, S. E. Lind and A. Sjölinder, Phys. Rev. 174, 868 (1968).

SEN 153/14.00/5a.

EXCITAÇÕES COLETIVAS EM FIOS QUÂNTICOS PARABÓLICOS

ANTÔNIO NEWTON BORGES (Departamento de Física U. F. Goiás), SALVIANO A. LEÃO, MARCOS H. DEBANI e OSCAR HIPOLITO (Departamento de Física e Ciências dos Materiais, IFGDC).

Investigações, dentro da aproximação de campo autoconsistente proposta por Ginzburg, Tosi, Land e Sjölander, a função resposta de um gás de elétrons quase unidimensional, utilizando o modelo de duas subbandas com confinamento parabólico na direção  $y$ :  $V(y) = \frac{1}{2} \alpha^2 y^2$  e, na direção  $x$ , devido ao fato dos níveis discretos de energia serem bem espaçados, supusemos que os elétrons são confinados em  $z=0$ , no plano  $x-y$ . De resultados para o fator de estrutura  $S(q)$ , a correção de campo local  $G(q)$ , o potencial efetivo  $V^{\text{ef}}(q)$  e a função de correlação dos pares  $g(r)$  foram comparados com os obtidos com a aproximação RPA e com os calculados em fios quânticos com confinamento retangular.

SEN 154/14.00/5a.

ELECTRON TRANSMISSION IN A FINITE HUBBARD CHAIN

Juan F. Weiss\*, Erasmo A. de Andrada e Silva, Ram Kishore and Enzo Granato

Laboratório Associado de Materiais e Sensores - LAS

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

C.P. 515, 12201 - São José dos Campos - SP - Brasil

We study the electron transmission through a finite Hubbard chain as a model for correlation effects in mesoscopic semiconducting channels. The results are compared to a recent work in the same system<sup>1</sup>, where only disorder effects were considered.

\* Present and permanent address: Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, Güemes 3450, 3000 Santa Fé, Argentina.

1. J. F. Weiss, E. A. de Andrada e Silva, Phys. Rev. B (1992), in press.

SEN 155/14.00/5a.

EFEITOS DE INTERFERÊNCIA EM ESPECTROS DE TRANSMISSÃO E REFLEXÃO MODULADOS.

Ayrton A. Bernussi - CPqD-Telebrás

Foram observadas estruturas oscilatórias nos espectros de fototransmissão (PT) e fotoreflexão (PR) modulados de camadas epitaxiais de GaAs/GaAs:Si, no intervalo de energia abaixo do "gap" fundamental do GaAs. Estudamos a influência de vários parâmetros como a temperatura e a intensidade do feixe de bombeio (AC), na amplitude e no período destas oscilações. Medidas de termorefletância (TR) foram também realizadas nestes mesmas amostras, e os resultados obtidos sugerem que a natureza destas estruturas independe da técnica de modulação utilizada. Estas oscilações foram atribuídas à interferência entre os feixes de luz refletidos (ou transmitidos) entre a superfície do filme crescido e o substrato. A redução da espessura destas camadas e o consequente aumento no período destas oscilações confirmam a hipótese de interferência. Uma aplicação prática deste efeito é a determinação precisa da espessura de filmes epitaxiais.

SEN 91/14.00/6a.

PROPRIEDADES ÓTICAS E DE TRANSPORTE DE FILMES  
POLICRISTALINOS DE SULFETO DE CÂDMIO (CdS)

João Guilherme Nogueira Matias e José Francisco Julião  
Depto de Física-UFC Cx. Postal 6030 Fortaleza-CE

Filmas policristalinos de Sulfeto de Cádmiu(CdS) foram eletrodepositados sobre substratos de Titânio. Através de técnicas fotoeletroquímicas (espectroscopia de fotocorrente e medidas de fotocorrente versus tensão) algumas propriedades do CdS foram determinadas. A variação do band gap, do potencial da banda plana, do comprimento médio de difusão dos portadores minoritários, da densidade de doadores e da eficiência quântica de fotocorrente externa do material, em relação à corrente de sítrodeposição(que determina o tamanho dos grãos monocristalinos) é estudada. Medidas de capacidade diferencial foram realizadas e, através da relação de Mott-Schottky, os dados de potencial da banda plana e densidades de doadores são obtidos e comparados com os dados obtidos por fotoeletroquímica.

Apoio: CNPq

SEN 92/14.00/6a.

CORRELAÇÃO ANGULAR DO Cd<sup>111</sup> NOS SEMICONDUTORES FERRO-  
MAGNÉTICOS Cd<sub>1-x</sub>M<sub>x</sub>Cr<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> (M=Ag,In). A.M. Rodriguez\*,

H. Saltovitch, J. Weberzapfl, P.R.J. Silva, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF/CNPq; J.C. Fernandes, M.A. Continentino, IF-Universidade Federal Fluminense-UFF.

Quando dopado com In ou Ag o semicondutor ferromagnético CdCr<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> tem as propriedades elétricas bastante modificadas havendo, entretanto, pequena variação nas suas propriedades magnéticas(T<sub>c</sub> ≈ 130K). No primeiro caso temos um semicondutor do tipo n enquanto a dopagem com Ag dá origem ao um semicondutor tipo p, onde os buracos possuem grande mobilidade. A estrutura dessas materiais é do tipo "spinel", estando o íon de cádmio no interior de um tetraedro formado por íons de selenio. Nesse trabalho apresentamos uma série de experimentos de medidas de interações hiperfinas (IH), através da técnica de correlação angular (CA) no In<sup>111</sup>-Cd<sup>111</sup> como isótopo-sonda e que foi introduzido por difusão no Cd<sub>1-x</sub>M<sub>x</sub>Cr<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> (M=Ag,In; x=0,05 e 0,3) com o In<sup>111</sup> substituído pelo Cd. Estas medidas, realizadas à temperatura ambiente e mesma concentração (p ou n). Na dopagem com In as medidas apresentaram um padrão bem definido de CA. No caso de dopagem com Ag, o padrão apresentou uma distribuição de frequências de interação quadrupolar elétrica. Finalmente, discutimos nossos resultados levando em conta a possibilidade de diferentes energias de ativação para difusão dos íons de Se dependendo da natureza dos portadores e/ou em função da ocorrência de "aftereffect" no isótopo-sonda Cd<sup>111</sup>.

\* Bolsista RHAE/CNPq.  
Universidade Nacional de La Plata-UNLP, Argentina.

SEN 93/14.00/6a.

MAPEAMENTO ESPACIAL POR FOTOLUMINESCÊNCIA DE SIN DEPOSITADO SOBRE InGaAs.

A.L. Gobbi e A.C. Lamas - CPqD-Telebrás

Mapeamento espacial por fotoluminescência (SRPL) foi utilizado para estudar os efeitos do nitreto de silício (SiN) depositado por plasma enhanced chemical vapour deposition (PECVD) sobre camadas epitaxiais de InGaAs tipo-n crescidas sobre substrato de InP(S) por LPE e MOCVD. Medidas de foto-x indicam um descaimento no parâmetro de rede da ordem de  $-1.2 \times 10^{-3}$  e  $-4 \times 10^{-4}$  para as camadas crescidas no MOCVD e LPE, respectivamente.

Fixando os parâmetros de deposição do SiN, o reestabelecimento do sinal de PL (Band Edge) foi monitorado como função do tratamento térmico sofrido pela amostra, e na potência do feixe de laser incidente.

Portanto, neste trabalho estamos investigando os danos ópticos induzidos pela deposição de SiN e subsequente tratamento térmico.

Comparando a SRPL emitida pela camadas de InGaAs antes da deposição do SiN e após a remoção por via química do SiN, observou-se uma diminuição significativa. Após sucessivos "etchings" na camada de InGaAs, seguidos por medidas de PL, observamos que a profundidade do dano provocado a camada e a intensidade do sinal de PL está correlacionado com a técnica de crescimento da camada epitaxial. Camadas com boa qualidade cristalina apresentam uma recuperação de até 80% do sinal de PL inicial, após um "etching" com mais de 1000Å apresentam uma recuperação no sinal de PL de ~25% em amostras com defeitos.

Amostras não tratadas termicamente apresentam uma rápida recuperação na intensidade do sinal de PL, indicando que a camada danificada é bastante superficial, usualmente menor do que 500Å.

SEN 94/14.00/6a.

### EFEITOS DA INTERAÇÃO DIPOLAR SOBRE A TRANSFERÊNCIA DE CARGA EM INTERFACES METAL-SEMICONDUTOR

María Matos, Maria A. Davidovich e W. Geertama, Departamento de Física, PUC-Rio, C.P. 38071, 22452 Rio de Janeiro; Enrique Anda, Instituto de Física, UFF, Niterói, RJ

Estudamos neste trabalho o efeito da interação entre átomos de metal alcalino, adsorvidos numa superfície semicondutora, sobre a transferência de carga do adsorbato para o substrato, com o objetivo de compreender mecanismos eletrônicos na formação de interfaces metal-semicondutor. O modelo considera interações indiretas, mediadas pelo substrato bem como interações de dipolo elétrico entre os átomos adsorvidos. Com isso pretendemos investigar o efeito dessas interações sobre o potencial da interface.

Desenvolvemos um formalismo baseado em funções de Green locais onde a interação dipolar é tratada de forma auto consistente.

Discutimos os resultados obtidos como função da posição relativa de dois átomos adsorvidos e dos parâmetros do modelo. Aplicamos o formalismo à interface potássio-silício.

SEN 95/14.00/6a.

### CRESCIMENTO DE COMPOSTOS IV-VI SOBRE Si PARA FABRICAÇÃO DE REDES DE DETECTORES NO INFRAVERMELHO

Iraí Newton Bandeira, Antonio Yukio Ueta,  
Paulo Henrique de O. Rappl, César Borchetti

Laboratório Associado de Materiais e Sensores - LAS  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
C.P. 515, 12201 - São José dos Campos - SP - Brasil

Semicondutores IV-VI são um dos materiais mais adequados para a fabricação de rede de detectores na faixa do infravermelho termal, devido a eficiência quântica próxima da unidade, baixo ruído, resposta rápida e fácil sintonia do comprimento de onda pelo balanceamento adequado da composição da liga.

Entretanto a integração eletrônica monolítica de tais dispositivos é de difícil execução, e nenhum crescimento epitaxial razoável de camadas IV-VI diretamente sobre o Si foi ainda conseguido, devido às diferenças de parâmetros de rede e expansão térmica.

Com o auxílio de técnicas de crescimento epitaxial, tais como Epitaxia por Feixe Molecular (MBE) e Epitaxia por Feixe Molecular através de Paredes Quentes (HWBE), mais o uso de fluoretos II-a como camadas intermediárias, a fabricação de dispositivos sensores de radiação infravermelha completamente heteroepitaxiais tornou-se mais fácil e barata.

Neste trabalho é apresentado um método para a fabricação de detectores de radiação infravermelha, através do crescimento de PVT sobre substratos de Si.

SEN 96/14.00/6a.

### ESPECTROSCÓPIA FOTOACÚSTICA EM SEMICONDUCTORES

J. Caetano de Souza, G. Pinto Guedes e F. de Brito Mota

Instituto de Física - UFBA, Rua Caetano Moura, 123 - Federação  
40210 - Salvador - Ba.

D. G. Francis David

Dassault Aviation - Centre Technique des Nouvelles Technologies de Fabrication  
Saint-Cloud France e Instituto de Física - UFBA.

A. Ferreira da Silva

INPE/LAS - São José dos Campos - S.P. - Brasil e Instituto de Física de UFBA.

Em anos recentes, a fotoacústica tem sido utilizada para o estudo de estruturas de banda eletrônica. Com base nesta afirmativa, realizamos espectros fotoacústicos na faixa do visível e do infravermelho próximo de algumas substâncias semicondutoras, sob a forma de pó e sob a temperatura ambiente. Medimos a borda de absorção, através da posição do "joelho" no espectro fotoacústico, verificando boa concordância com os valores registrados na literatura. Realizamos espectros de absorção de amostras tais como: CdS - amostra comercial; CdTe - amostra cedida pelo LAS/IRPE; GaAs - cedida pela USP; Si - cedido pela USP, pelo LAS/IRPE e pela Universidade de Cornell USA. A vantagem da espectroscopia fotoacústica para esse estudo reside no fato de que não é preciso amostras com superfícies muito polidas, isto é - até indesejável. Materiais sob a forma de pó ou amorfos são mais indicados.

SEN 97/14/00/8a.

MEDIDAS DE INTERAÇÕES HIPERFINAS EM ESTRUTURAS DO TIPO "SPINEL". A.M. Rodriguez\*, H.Saitovitch, P.R.J. Silva,

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF/CNPq; A.F. Pasquevich, U.N.L.P., Argentina.

Óxidos do tipo "spinel" podem ser representados pela fórmula  $A_2BO_4$ , com A divalente e B trivalente. A estrutura cristalina é cúbica, com 8 unidades por célula unitária. Os íons divalentes ocupam sítios tetraedrais e os 16 íons trivalentes ocupam sítios octaédrais. Em alguns destes óxidos, em determinadas condições, os 8 íons divalentes ocupam a metade dos sítios octaédrais e 8 íons trivalentes passam a ocupar os sítios tetraedrais.

Este trabalho apresenta medidas de interações hiperfinas (IH), em amplo intervalo de temperaturas, utilizando a técnica de correlação angular (CA) no  $In^{111}-Cd^{111}$  introduzido durante a síntese nos "spineis"  $A_2BO_4$  (A = Ga, In; B = Zn, Cd) para avaliar a relação entre os gradientes de campo elétrico (GCE) existentes no sítio de uma impureza catiônica com as propriedades estruturais do hospedeiro. Um outro objetivo era o de, através do arradilhamento de defeitos eletrônicos pela impureza, obter informações sobre o mecanismo de produção de defeitos naqueles óxidos. Foi investigado também o grau de inversão da estrutura "spinel", assim como a ocupação preferencial dos sítios catiônicos. As medidas de CA naqueles "spineis" evidenciaram um padrão que ia se tornando menos definido com a redução de temperatura a partir de 900°C.

\* Bolsista RHAS/CNPq

Universidade Nacional de La Plata-UNLP, Argentina.

SEN 98/14/00/8a.

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE ÁTOMOS DE NITROGÊNIO  
EM REDES DE GERMÂNIO AORFO

A.R. Zanatta, E.L. Freire J.R. e I. Chabouleyron

Instituto de Física - UNICAMP

Departamento de Física - PUC/RJ

O objetivo do presente trabalho é apresentar e discutir mudanças observadas nas propriedades da rede do germânio amorfo (a-Ge) induzidas pela presença de átomos de nitrogênio. A rede hidrogermada do a-Ge, ou qualquer outro método com a finalidade de reduzir a densidade de defeitos no pseudo-gap do material, faz com que os filmes se quebrem não tenham aplicações eletrônicas. No entanto, a partir de um ponto de vista mais geral, o interesse fundamenta-se na compreensão das variações das propriedades optoeletrônicas à medida que se aumenta a quantidade de átomos de nitrogênio na rede do a-Ge. Da-se uma ênfase especial às propriedades ópticas relacionadas à ligação Ge-N, além dos mecanismos de incorporação de átomos de nitrogênio na rede do a-Ge.

(Apoio: FAPESP, CNPq)

SEN 99/14/00/8a.

ESTUDO DE MICROVOIDS EM FILMES DE a-Ge:H

M. Milato, I. Torriani e I. Chabouleyron

Instituto de Física "Gleb Wataghin"-UNICAMP

Filmes finos de germânio amorfo hidrogerinado (assim como ligas a-SiGe:H) são promissoras para dispositivos optoeletrônicos tais como células solares e detectores de IR, além de aplicações na indústria eletrônica (transistor de filme fino, memória, etc.).

O motivo para o estudo estrutural dos filmes de a-Ge:H deve-se ao fato de sua qualidade optoeletrônica estar diretamente relacionada à densidade de defeitos tais como ligações não satisfeitas e/ou distorcidas, além da presença ou não de microvoids (quanto maior a sua quantidade, pior a qualidade do material obtido).

No presente trabalho são apresentados alguns resultados referentes ao estudo de microvoids em filmes de a-Ge:H através da técnica de SANS - Small Angle X-Ray Scattering. As amostras estudadas foram crescidas através de técnica de RF-sputtering, em atmosfera de  $Ar/H_2$ , em diferentes condições de deposição e a uma taxa de crescimento de  $1 \text{ \AA/s}$ . Foram realizadas diferentes caracterizações: espectroscopia na faixa de NIR-VIS para determinação de algumas constantes ópticas, tais como gap óptico, espessura e índice de refração; espectroscopia na faixa de IR para determinação da concentração de hidrogênio ligado; condutividade no escuro contra temperatura. A técnica de SANS é empregada no sentido de encontrar-se o ralo de giração dos microvoids, a partir de ordens poderos estimar forma e tamanho dos mesmos.

Os resultados obtidos com as diferentes técnicas são relacionados e discutidos.

(Apoio: CNPq)

SEN 100/14.00/6a.

**CARACTERIZAÇÃO DE CONTATOS DE PALADÍO - GERENTE AMORFO HIDROGENADO.** Paulo Fajardo,  
Ricardo Zanatta e Ivan Cherbuleyron. Instituto de Física Gleb Wataghin - UNICAMP.

Neste trabalho apresentam-se resultados relativos à caracterização de estruturas ITO/Pd/a-Ge:H/a-Ge:(H<sup>+</sup>)/Cr produzidas pela técnica de RF Sputtering. O estudo de otimização da formação da Barreira Schottky é realizado pela medida da característica corrente vs. voltagem em função da temperatura. A partir da qual pode-se obter informações a respeito da influência exercida pelos parâmetros de deposição da estrutura sobre os valores da resistência de contato, fator de idealidade e altura da barreira. Em futuros trabalhos serão realizadas medidas de capacitância contra voltagem e fotoemissão interna.

Apoio: FAPESP, CNPq.

SEN 101/14.00/6a.

**SSPG E CPM: DUAS TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE a-Si:H.** L. Misoguti, J.F. Fragalli, A.N. Nakagaito e V.S. Bagnato. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos, SP.

Filmes finos de a-Si:H encontram-se entre os mais recentes e promissores materiais eletrônicos, principalmente devido ao baixo custo de obtenção e grandes áreas obtidas na deposição. A caracterização de suas propriedades elétricas e ópticas é portanto um imperativo para uma melhor utilização deste material. Dentre as técnicas existentes selecionamos duas delas para implantar em nosso laboratório. A técnica SSPG (Steady State Photocurrent Grating) utiliza a interferência de dois feixes de laser para criar uma grade de fotoportadores sobre o filme de a-Si:H; com esta técnica determinamos o comprimento de difusão destes portadores. Na técnica CPM (Constant Photocurrent Method), é medida o fluxo de fótons necessário para manter a fotocorrente constante, quando se varia o comprimento de onda de luz incidente; com esta técnica determinamos o espectro do coeficiente de absorção na região do infra-vermelho próximo, e a partir deste espectro determinamos o Urbach edge (E<sub>0</sub>) do filme.

(Suporte: CNPq-RHAE)

SEN 102/14.00/6a.

**CONSTRUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA EXPERIMENTAL**

**PARA MEDIDAS DE "DARK CONDUCTIVITY" DE FILMES DE a-Si:H.** Antonio N. Nakagaito, Lino Misoguti, José F. Fragalli e Vanderlei S. Bagnato. Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx. Postal 369, 13560 São Carlos, SP.

Neste trabalho apresentamos um sistema construído para a realização de medidas de "dark conductivity" em filmes finos de a-Si:H. Este experimento tem como finalidade caracterizar o material no tocante a qualidade bem como determinar valores para a condutividade no escuro e a energia de ativação do processo de ativação térmica.

SEN 103/14.00/66.

MICROPOROS EM  $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$  DO TIPO DIAMANTE

M.N.P. Carreño (IME-POLI-USP), I. Peravca (IME-POLI-USP), M.C.A. Fantini (IPUSP), H. Takahashi (IFUNICAMP) e R. Landera (IFUNICAMP).

A correlação entre micro-estrutura, propriedades ópticas e elétricas de filmes finos de  $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$  produzidos por descarga luminescente foi estabelecida para ligas com diferentes estequiometrias e depositadas em condição de "starving plasma" a partir de misturas de  $\text{SiH}_4$  e  $\text{CH}_4$ . Os materiais assim produzidos possuem energia de banda proibida e resistividades altas e um baixo índice de refração. Difração de raios-X a baixo ângulo, espectrofotometria e espectroscopia de elétrons Auger foram as técnicas de diagnóstico utilizadas para a caracterização dos diferentes depósitos. Os resultados mostraram um aumento no tamanho de microporos (raio 15-30 Å) e a incorporação de até 70% de carbono nos filmes. A densidade de microporos apresentou um máximo para uma pressão parcial de  $\text{CH}_4$  dentro do plasma em torno de 75%. A dependência da concentração de microporos com as condições de deposição e a variação sistemática da quantidade de ligações do Si- $\text{CH}_3$  e Si-H indicam os possíveis mecanismos responsáveis pela inhomogeneidade do material.

SEN 104/16.00/66.

Sistema RTP/CVD para Processamento de Circuitos Integrados  
Mário C. Bonfim, Jacobus W. Swart - FEE/IFGW-UNICAMP

Deposição de filmes finos a partir da fase vapor ("Chemical Vapor Deposition") é um processo fundamental para confecção de Circuitos Integrados de pequenas dimensões. Dentre outros processos, são também necessários tratamentos térmicos rápidos e deposições a baixas temperaturas para manter os perfis de difusão. O sistema desenvolvido incorpora as três facilidades em um só equipamento multiprocesso. O processo básico é a deposição de filmes a partir de fontes gasosas ou líquidas (vapores), ativada por temperatura. Possui um sistema de aquecimento rápido da amostra, com taxa de subida da ordem de  $100^\circ\text{C/s}$ , que possibilita um início da deposição após completa estabilização de fluxo de gases e pressão. Além disso possibilita um reconhecimento térmico rápido do filme depositado "in situ" ou ativação de dopantes implantados. A modalidade de deposição por plasma de RF remoto, possibilita a obtenção de filmes dielétricos a baixas temperaturas, sem os problemas de geração de defeitos de interface provocados pela deposição por plasma local.

Apelo: UNICAMP/USP/CPQD-TELEBRAS

SEN 105/14.00/66.

INFLUENCE OF THE HYDROGEN DILUTION ON THE PHOTOLUMINESCENT  
EMISSION OF GLOW DISCHARGE AMORPHOUS SILICON CARBON ALLOYS

C. Schmidt and F. Alvarez  
Instituto de Física, UNICAMP, C.P. 6165, 13081, Campinas, SP

## ABSTRACT

This work reports preliminary results about the influence of diluting with hydrogen the mixture of methane and silane on the radiative emission (photoluminescence) properties of silicon-carbon alloys deposited by glow discharge. The material was extensively characterized and the results reported elsewhere<sup>1</sup>. Impressively high secondary photoconductivities, low density of gap defects states and Urbach energy parameter were found in materials prepared in suitable hydrogen dilution conditions.

The samples are excited with the green light from an argon laser and the emission spectra automatically registered. The dependence of the photoluminescence spectra's shape as a function of temperature are also reported and discussed.

<sup>1</sup>F. Alvarez, M. Sebastiani, F. Pozzilli, P. Fiorini and F. Evangelisti,  
J. Appl. Phys., 1 January, 1992.

Apelo: CNPq/CAPES



XXX 106/14.00/6a.

PROPOSTA DE PESQUISA EM MATERIAIS AMORFOS

Ciclando L. Berrato

Departamento de Física / UFRN  
Caixa Postal: 1641 Campus Universitário  
50072 NATAL RN

Tendo em vista uma atividade experimental em materiais elementais e compostos amorfos hidrogenados, tais como a-Si:H, a-C:H, a-SiGe:H, a-SiC:H, etc., fazemos um levantamento e análise crítica de literatura disponível para situar uma proposta. Consideramos inicialmente uma confrontação dos métodos de crescimento de camadas, enfatizando materiais precursores gasosos, sistemas de controle de crescimento, opções de dissociação molecular e condições de deposição. Sucedeiramente, abordamos as quantidades físicas tomadas como figuras de mérito para monitoração de qualidade material, inclusive relacionando-as com reais especificações aplicativas. Nesse contexto, então, submetemos uma proposta de trabalho à apreciação da comunidade.

XXX 107/14.00/6a.

INFLUÊNCIA DE ESTADOS DE INTERFACE EM  
PROPRIEDADES ELÉTRICAS DE UMA JUNÇÃO  
METAL-SEMICONDUCTOR

Gilberto Medeiros Ribeiro, Wagner Nunes Rodrigues

(DF - ICEx - UFMG - C.P. 702 - 30161 - Belo Horizonte - MG)  
E-mail: MEDEIROS@BRUPMG.BITNET

A influência de uma alta densidade de estados localizados em uma interface Metal-Semicondutor - Al<sub>n</sub>-GaAs(100) - é estudada. Uma corrente em excesso é observada nas características I-V, e sua dependência com a temperatura é avaliada. Simulações considerando mecanismos extras de transporte, tais como correntes de fuga e de recombinação são feitas e comparadas com os resultados experimentais.

XXX 106/14.00/6a.

CÁLCULOS DA ESTRUTURA ELETRÔNICA DE DEFETOS COMPLEXOS EM GaAs E  
EM OUTROS CRISTAIS SEMICONDUCTORES COM CARACTER IÔNICO.  
Enla José Franco Lucy Vitoria Credidio Assali.  
Instituto de Física-USF.

Neste trabalho, apresentamos cálculos da estrutura eletrônica de pares de defeitos do tipo interstício-substitucional ou aglomerados simétricos de simetria  $T_d$ , e do tipo substitucional-substitucional, ou simetria  $C_{2v}$ . Para isso utilizamos o formalismo do Espalhamento Múltiplo  $K_0$ , com os orbitais da superfície do aglomerado saturados pela esfera de Wigner.

O FLUÍDO DE CAROÇO-DURO NO ESQUEMA SYLS.  
Hamilton Viana da Silveira (DF - UFSCar), Lois A. Cury (Département de Génie Physique -  
Toulouse) e Meleon Studart Filho (DF - UFSCar).

Neste trabalho estamos utilizando a aproximação de Singwi - Tosi - Land e Sjölander (SYLS) para estudar propriedades termodinâmicas de um fluido de caroço-duro. Neste problema resolvemos auto-consistentemente as equações que envolvem o potencial efetivo, o fator de estrutura, a função resposta densidade - densidade e a função de distribuição dos pares. O único dado de entrada é o potencial despidido  $V_0$ .

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**SUC - Supercondutividade**

Utilizando o modelo de London na rede por nós desenvolvido para descrever supercondutores com estrutura em camadas [1], estudamos as propriedades de equilíbrio de óxidos de cobre supercondutores de alta  $T_C$  na presença de indução magnética  $\vec{B}$ . Devido ao pequeno comprimento de coerência perpendicular às camadas ( $\xi_{\perp} \sim 1 - 3\text{\AA}$ ) e ao fraco acoplamento entre camadas observado nesses materiais, é energeticamente favorável que, quando  $\vec{B}$  é inclinada em relação às camadas, as linhas de vórtices adquiram uma forma que lembra o perfil de uma escada, com os degraus paralelos ao plano das camadas. A estrutura espacial de redes formadas por esse tipo de linhas de vórtices é determinada minimizando a energia livre. A partir daí discutimos, qualitativamente, flutuações térmicas e seus efeitos, com ênfase no problema da fusão da rede de linhas de vórtices e na distribuição espacial do campo magnético microscópico. Finalmente, especulamos sobre as possíveis consequências experimentais desse modelo para supercondutores de alta  $T_C$ .

1- G. M. Carneiro, *Physica C* 183, 360 (1991) e *Phys. Rev.* B48, 2391(1992); B48, 2403 (1992).

## A FORMA DAS LINHAS DE VÓRTICES NOS NOVOS SUPERCONDUTORES

S.C.B. de Andrade, G.M. Carneiro e M.M. Doria

Departamento de Física, Pontifícia Universidade Católica C.P. 38071, Rio de Janeiro RJ 22453

Nós usamos a teoria de London para estudar as linhas de vórtices em supercondutores uniaxiais, isto é, aqueles onde existe uma anisotropia de massa ao longo de um eixo preferencial. Nós mostramos que a teoria de London possui várias representações equivalentes devido ao fato das linhas de vórtices serem infinitas ou fechadas. Como as interações de curta distância são divergentes, nós as regularizamos através do método Pauli-Villars introduzindo assim um parâmetro do tipo comprimento de coerência. Encontramos que a linha de vórtice reta é sempre uma solução de equilíbrio do funcional de energia independente de sua orientação com respeito aos eixos do cristal. Entretanto para certos valores de anisotropia de massa e de comprimento de coerência da teoria, a linha reta não é a curva que minimiza a energia. Mostramos que em geral a reta possui estabilidade do tipo ponto de sela. As possíveis implicações destes resultados para os supercondutores do tipo II são discutidas.

## LINHAS DE VÓRTICES ESPIRAIS NOS NOVOS SUPERCONDUTORES

S.C.B. de Andrade, G.M. Carneiro e M.M. Doria

Departamento de Física, Pontifícia Universidade Católica C.P. 38071, Rio de Janeiro RJ 22453

A auto-energia das linhas de vórtices em supercondutores uniaxiais é estudada numericamente usando a teoria de London. Como as interações de curto alcance desta teoria são divergentes nós utilizamos um processo para regularizá-las que introduz um parâmetro equivalente a um comprimento de coerência. Nós comparamos as auto-energias de uma linha reta paralela ao eixo de anisotropia com o de uma linha espiral, cujo eixo coincide com essa direção de anisotropia do supercondutor. Nós encontramos que para certos valores da anisotropia de massa, existem espirais cuja auto-energia é menor do que a da linha reta e que a classe de espirais com esta propriedade depende do valor do comprimento de coerência introduzido pelo processo de regularização. A relevância da existência de linhas de vórtices não retas no estado misto dos supercondutores anisotrópicos são aqui analisadas.

SUC/09,45/4a.

EFEITO DA DOPAGEM COM ESTRONCIO NOS OXIDOS



E. Baggio-Saitovitch, I. Sousa Azevedo, R.B. Scorzelli, R. A. Pereira  
and S. Garcia\*

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro

Foram estudadas por Espectroscopia Mössbauer e Difração de Raios X amostras de  $^{57}\text{Fe}:\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_{4-y}$  (1%  $^{57}\text{Fe}$ ) com  $x = 0,0; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; \text{ e } 0,40$ . Os resultados sugerem a existência de dois tipos de vizinhança para os íons de ferro localizados no sítio de cobre. Observou-se um comportamento oscilatório do desdobramento quadrupolar de  $\Delta E$  e da área relativa  $A$  correspondente às espécies de ferro, com o aumento de  $x$ . Além disso, também foi observada uma correspondência entre o parâmetro  $\Delta E$  da célula unitária e a proporção das duas espécies de ferro presentes. Estes resultados são compatíveis com resultados anteriores reportados para  $\text{Fe}:\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$ .

\* Visitante do Departamento de Física Aplicada, Universidad de La Habana, Cuba.

SUC/10,15/4a.

### COEXISTANT LOCALIZED COOPER PAIRING IN HIGH $T_c$ SUPERCONDUCTORS

P. Singh\* and N. Agarwal\*\*

\*Laboratório Associado de Materiais e Sensores - LAS  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
C.P. 616, 12201 - São José dos Campos - SP - Brasil

\*\*Physics Department

G.B. Pant University, Pantnagar - India

The simultaneous occurrence of anti-ferromagnetic correlations with superconductivity in some high  $T_c$  superconductors is investigated taking a model Hamiltonian consisting of a BCS part and a hybridization term resulting from the mixing of Cu 3d and O 2p states. Using Green function formalism it is argued that the coexistence of Superconductivity and Cooper pairing of the site localized electrons with antiferromagnetic ordering is a possibility.

SUC/10,20/4a.

O MODELO DE PARES SPIN-POLARONS E A DEPENDÊNCIA DA TEMPERATURA CRÍTICA  $T_c$  COM  $x$  EM  $(\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{CuO}_4$ . R. Mota (Departamento

de Física, Universidade Federal de Santa Maria, 97119 Santa Maria, RS, Brasil) & A. Fazzio (Instituto de Física da Universidade de São Paulo, Caixa Postal 20516, 01498 São Paulo, SP, Brasil).

Apresentamos um estudo de correlações eletrônicas supercondutoras associadas ao mecanismo de emparelhamento de spin-polarons resultantes de uma interação atrativa entre spin-polarons. Os spin-polarons associados com buracos itinerantes são assumidos criados nas camadas  $\text{CuO}(2)$  por interação de "exchange" intra-atômica (acoplamento de Hund) com spins quasi-localizados e como resultado do acoplamento de Hund e do acoplamento de "superexchange" entre spins quasi-locais dá-se origem a uma interação atrativa entre spin-polarons, o que leva à formação dos pares. A solução da equação da função de Green de duas partículas na aproximação "ladder" para os buracos itinerantes com esta interação atrativa é usada para calcular em  $(\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{CuO}_4$  a dependência da temperatura crítica  $T_c$  com a concentração de buracos ( $x$ ). Os resultados obtidos até o momento reproduzem satisfatoriamente as observações experimentais conhecidas.

(Apoio: FAPERGS e CNPq)

SUC/10.45/4a.

LINHA DE IRREVERSIBILIDADE EM  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 

P. Rodrigues Jr., J. Schaf e P. Pearsu, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS

Apresentamos dados resultantes de um conjunto de medidas sistemáticas de susceptibilidade magnética-de, acompanhadas de medidas de resistividade elétrica, em amostras policristalinas do  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ , com diferentes concentrações de oxigênio ( $0 \leq x \leq 0.26$ ).

As curvas de susceptibilidade (ZFC-FC) foram feitas em campos magnéticos com diferentes intensidades ( $0 \leq H \leq 7K$  Oe), e permitem a determinação da linha de irreversibilidade  $T_g(H)$ . Observamos que  $T_g(H)$  depende da concentração de oxigênio.

No diagrama de fases ( $H \times T$ ), em campos baixos ( $H < 1K$  Oe),  $T_g(H)$  mostra uma dependência com  $H^{2/3}$ , tipo a linha de Almeida Thoulouze. Em campos superiores a 1K Oe,  $T_g(H)$  segue uma dependência em  $H^2$ , do tipo linha Gabay-Toulouze. Este "crossover" é discutido em analogia com observações similares em sistemas de vidros de spin e constitui-se em evidência de um estado do tipo "vortex-glass" no limite "alta temperatura-baixo campo" do diagrama de fases  $H \times T$ . A forma funcional de  $T_g(H)$  independe de  $x$  mas os fatores de amplitude decaem fortemente para  $x$  crescentes, tanto na região de dependência  $H^{2/3}$  como na de  $H^2$ .

SUC/11.00/4a.

LINHA DE IRREVERSIBILIDADE MAGNÉTICA EM  $YBa_2Cu_3O$  MONOCRISTALINO

J. Schaf, P. Rodrigues e P. Pearsu, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campos do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS

Apresentamos resultados experimentais de irreversibilidade magnética de uma amostra de  $YBa_2Cu_3O_{6.88}$  monocristalino, obtidos através de um estudo comparativo das curvas de susceptibilidade DC,  $\chi_{DC}$ , para uma série de campos  $H$ , após resfriamento em  $H=0$  (ZFC) ou  $H \neq 0$  (FC). Tomando como limite de irreversibilidade o ponto de temperatura  $T_w$ , onde as curvas  $\chi_{ZFC}(T)$  e  $\chi_{FC}(T)$  começam a coincidir, obtemos a linha de irreversibilidade  $T_w(H)$  no plano  $H-T$ . Tal estudo sistemático foi realizado para  $H$  perpendicular ou paralelo ao eixo  $c$  do monocristal.

As linhas de irreversibilidade  $T_w(H)$  para  $H \parallel c$  e  $H \perp c$  são inteiramente compatíveis com aquelas observadas em materiais policristalinos. Para baixo campo ( $H < 1k$  Oe)  $T_w(H)$  segue uma dependência  $H^{2/3}$  e para  $H > 1k$  Oe uma dependência  $H^2$ , ocorrendo um nítido "crossover" entre as duas regiões em  $T \sim 83K$ . Discutimos estes resultados em termos do modelo vidro de vértices ou vidro supercondutor.

SUC/11.18/4a.

ANOMALOUS MAGNETIC BEHAVIOR OF TYPE II SUPERCONDUCTOR NEAR  $T_c$ 

B. Salem-Sugui, Jr.<sup>a,b</sup>, S. Sengupta<sup>b,c</sup>, M. Yonihachiji<sup>d</sup>

a) Instituto de Física, UNICAMP; b) Materials Science Division, Argonne National Laboratory; c) Department of Electrical Engineering, University of Notre Dame; d) Department of Physics, San Diego State University.

Magnetization vs. temperature curves in zero-field and field-cooled regimes, for various magnetic field values have been obtained in  $YBa_2Cu_3O_7$  (123-SC) single crystals ( $H \parallel c$ ), multifilamentary  $Hb_3Co$ , and pure  $Hb$  superconductors. A positive step-like hump in the magnetization has been observed close to  $T_c(H)$  for all curves in 123-SC,  $Hb_3Co$  and  $Hb$ . These humps have also been observed when extracting the magnetization values at fixed temperatures ( $K, T$ ), from magnetic hysteresis curves.

The humps suggest the indication of the temperature for which pinning is turned on and flux is initially trapped, being more evident for 123-SC. We have also observed, from the  $M$  vs.  $T$  and  $M$  vs.  $H$  curves, that what is called irreversibility point occurs for all curves close to the top of the hump.

SUC/11,30/4a.

SEMELHANÇAS ENTRE PÓS DE Nb E  $YBa_2Cu_3O_{7-y}$  NA TRANSIÇÃO SUPERCONDUTORA MAGNÉTICA \*

Rubens de Andrade Jr., Marcos A. Avila, Sidney F. de Campos e Oscar F. de Lima - Instituto de Física - UNICAMP, CxP 6165, 13081 - Campinas - SP

Tem-se tentado explicar a curvatura que ocorre nas curvas de  $M$  vs  $T$  (ou  $\chi$  vs  $T$ ) próximo ao início da transição nos óxidos de alta temperatura crítica através de efeitos de flutuação, inhomogeneidades das amostras ou efeitos da dinâmica de vórtices. Mostra-se neste trabalho as semelhanças entre dados de susceptibilidade magnética AC para pós de Nb e  $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ . Mediu-se  $\chi$  vs  $T$  de pós de Nb oxidado (tamanho médio das partículas - 18 $\mu$ m,  $T_c = 7,85K$ ) no intervalo de 2,50 a 9,00K e de pós de  $YBa_2Cu_3O_{7-y}$  (tamanho médio das partículas entre -18 a -160 $\mu$ m,  $T_c = 92,0K$ ) no intervalo de 60,0 a 95,0K, aplicando-se campos magnéticos no intervalo de 40 a 4000 Oe. Todas as medidas consistem da curva de resfriamento a campo zero (ZFC) seguida da de resfriamento com campo (FC). A curvatura na região próxima a  $T_c$  e o ponto de irreversibilidade ocorrem em ambos os casos. Considera-se o campo magnético relacionado com a temperatura de início da transição como sendo o campo de nucleação superficial,  $H_{c1}$ , e o campo relacionado com a temperatura obtida da extrapolação da porção quasi-linear de  $\chi$  vs  $T$  como sendo o campo de nucleação no volume,  $H_{c2}$  (O. F. de Lima, Solid State Comm. 81(5), 411 (1992)). Mostra-se que a dependência com a temperatura de  $H_{c1}$ ,  $H_{c2}$  e  $H^*$  é semelhante em ambos materiais granulares. Nb e  $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ , apesar do Nb ser um supercondutor convencional. A diminuição de  $T_c$  do Nb, devido a presença de oxigênio dissolvido na rede cristalina, será também discutida.

\* Agradecemos o apoio financeiro da FAPESP e CNPq.

SUC/11,45/4a.

## TEORIA DE GAUGE SUPERCONDUTORAS ESTENDIDAS

L. R. Colatto, R. M. Dorla e J. A. Helayel-Neto

Universidade Católica de Petrópolis

Teoria de Gauge Abelianas estendidas, caracterizadas pela associação de potenciais vetoriais independentes transformando-se sob a ação de uma única simetria  $U(1)$ , são acrescentadas de termos "à la Chen-Simons" e aplicadas à questão da supercondutividade. Os parâmetros livres do modelo são condicionados de tal modo a reproduzirem um espectro livre de excitações não-físicas e acomodarem resultados fenomenológicos. O problema das correções quânticas de ordem superior é abordado.

SUC/08,30/3a.

SUPERCONDUTIVIDADE INTEGRÃO, VOLUMÉTRICA E SUPERFICIAL PARA  $YBa_2Cu_3O_{6,96}$  POLICRISTALINO, EM BAIXOS CAMPOS. \*

F.M.A. Moraes, W.A. Ortiz (UFV/USCar) e O.F. de Lima (IFGW/UNICAMP).

A região vizinha ao início da transição supercondutora, medida através de curvas de magnetização ( $M$  vs.  $T$ ) ou susceptibilidade ( $\chi$  vs.  $T$ ), sob campo constante, tem revelado várias características importantes das cerâmicas supercondutoras. Exemplos são: o ponto de irreversibilidade, o ponto de nucleação e volumétrica integração de flúxoides, a temperatura crítica integração ( $T_{c1}$ ) e a nucleação de supercondutividade superficial (O.F. de Lima, Solid State Comm. 81 (5), 411 (1992)). No presente trabalho observamos que tanto  $T_{c1}$  quanto a fração integração diminuem consistentemente com o aumento do campo aplicado ( $H > 0,1T$ ) para uma pequena barra ( $x$  e  $z$  em  $\mu$ ) sinterizada de  $YBa_2Cu_3O_{6,96}$  com  $T_c(H=0) = 92,5K$ . A discussão dos dados será realizada com base na teoria já existente para efeito de proximidade. Serão também discutidos os efeitos de frequência e amplitude do campo excitador, bem como a correlação com as curvas críticas de nucleação volumétrica ( $H_{c2}$  x  $T$ ) e superficial ( $H_{c1}$  x  $T$ ), sempre na região de baixos campos ( $H < 0,1T$ ).

\* Agradecemos o apoio parcial da FAPESP e CNPq.

<b>SUC/08/43/3a.</b>	<b>EVOLUÇÃO DO CONTEÚDO DE OXIGÊNIO EM PÓS DE <math>Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}</math> EM 300 K E SUA INFLUÊNCIA NAS PROPRIEDADES SUPERCONDUTORAS *</b>
Sidney P. de Campos, Rubens de Andrade Jr., Marcos A. Avila e Oscar F. de Lima - Instituto de Física - UNICAMP, CxP 6165, 13081 - Campinas - SP	
<p>Amostras de <math>Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}</math> foram trituradas e o pó classificado em 4 faixas de granulometria: d &gt; 149µm; 149µm &lt; d &lt; 119µm; 119µm &lt; d &lt; 75µm; d &lt; 37µm. Esse material foi conservado por várias semanas em temperatura ambiente, sob diferentes atmosferas: a) ar; b) circulando nitrogênio seco dentro de um "glove bag"; c) circulando nitrogênio seco em compartimentos de vidro individualizados para cada faixa de granulometria. Várias medidas do conteúdo absoluto de oxigênio foram realizadas em diferentes séries, durante várias semanas, usando a técnica de titulação iodométrica. Em cada série as propriedades supercondutoras do pó também eram medidas através da técnica de susceptibilidade magnética ac. Observamos uma pequena, mas não desprezível, evolução do conteúdo de oxigênio, dependendo das condições de armazenamento e das faixas de granulometria. A partir dessa observação analisamos sua conexão com a superfície exposta das partículas. Mudanças em Tc, na largura da transição, na Temperatura Crítica da Transição Integreira e na altura da transição (intra e Integração) serão também relacionadas com a evolução do conteúdo de oxigênio.</p>	
* Agradecemos o apoio financeiro da FAPESP e CNPq.	

<b>SUC/09/00/3a.</b>	<b>PROPRIEDADES FÍSICAS DE SISTEMAS CORRELACIONADOS</b> Enrique Anda, Instituto de Física, UFF
<p>O presente trabalho estuda as propriedades físicas de sistemas correlacionados. Propõe-se uma solução nova e potencialmente poderosa, por ser sistemática, para o Hamiltoniano de Hubbard. Foi desenvolvido um formalismo diagramático para calcular funções de Green de uma partícula num sistema fortemente correlacionado (<math>U \gg t</math>) onde t é a interação entre primeiros vizinhos e U a interação eletrônica local. Na expansão diagramática considera-se o termo de repulsão eletrônica como o Hamiltoniano não perturbado e o termo proporcional a t como a perturbação. Utiliza-se o formalismo de Keldysh para obter um teorema de Wick generalizado e o cancelamento dos diagramas desconexos.</p> <p>Demonstra-se a adequação das soluções obtidas tanto a sistemas em equilíbrio termodinâmico como a sistemas fora de equilíbrio, num regime estacionário.</p> <p>Em primeira aproximação e numa situação de equilíbrio obtém-se a solução da liga (Hubbard III) para o Hamiltoniano.</p> <p>Propõe-se outras aproximações mais poderosas e estuda-se a transição de Mott e as propriedades magnéticas descritas por esse Hamiltoniano em função do carga e do parâmetro t/U.</p>	

<b>SUC/09/15/3a.</b>	<b>SUPERCONDUTIVIDADE SUPERFICIAL NOS ÓXIDOS SUPERCONDUTORES DE ALTA Tc *</b>
O. F. de Lima, Instituto de Física - UNICAMP, CxP 6165, 13081 - Campinas - SP	
<p>A ocorrência de supercondutividade superficial nos óxidos de alta Tc, bem como em qualquer outro sistema granular, será discutida. A parte arredondada que aparece nas curvas de magnetização (M vs T) próximo a Tc é interpretada como uma resposta universal de qual quer sistema granular, associado com a grande razão superfície/volume. (O.F. de Lima, Solid State Comm., 81(5), 411 (1992)). Expressões distintas para a magnetização superficial e volumétrica, como função de H e T foram derivadas e ajustadas em dados existentes na literatura, para monocristais de <math>YBa_2Cu_3O_7</math> (H//c). Os ajustes fornecem valores bem concordantes com a literatura para os seguintes parâmetros: <math>\chi_0</math> 16Å; <math>\lambda_p</math> 1325Å; <math>\mu_c</math> 11.32kOe; <math>T_c(H=0)</math> = 91.3K. Parâmetros nunca antes calculados para os High-Tc são: <math>T_c(H=0)</math> 94.5K; <math>L</math> 1930Å; <math>\beta</math> 1.19, onde <math>T_c</math> é a temperatura de nucleação superficial, L é a distância média entre planos de "twins" e <math>\beta</math> é uma constante da teoria de Abrikosov, associada com a simetria da rede de fluxóides. Procedimentos simples para localizar <math>H_{c2}(T)</math> e <math>H_{c1}(T)</math> nas curvas de magnetização (M vs T), ou susceptibilidade (<math>\chi</math> vs T), serão apresentados.</p>	
* Agradeco o apoio financeiro da FAPESP e CNPq.	



SUC/09:30/5a.

## ABSORÇÃO DE MICRO-ONDAS EM AMOSTRAS CERÂMICAS SUPERCONDUTORAS

M.T. de Melo, I.M. Ferreira e J. Albino Aguiar  
Departamento de Física - UPPE, 50759 Recife-PE

Absorção de micro-ondas em supercondutores de alta temperatura de transição tem sido objeto de consideráveis estudos. Medidas de absorção de micro-ondas, a campo magnético de nulo, foram realizadas em amostras cerâmicas do supercondutor  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ . Da análise dos dados obtidos concluímos que a absorção nestas amostras, tanto na fase normal quanto na fase supercondutora, é linear na potência da micro-ondas. Estes resultados contradiz resultados anteriormente publicados na literatura [1] que sugerem um comportamento altamente não linear de absorção na potência da micro-ondas nestas amostras. Nesta comunicação apresentaremos medidas do deslocamento da frequência da cavidade ressonante em função da potência que evidenciam possíveis enganos cometidos na interpretação de resultados publicados anteriormente.

- [1] S.M. Rezende and F.M. de Aguiar, Phys. Rev. B 39 (1989) 9715.  
M.A. Macêdo, F.L.A. Machado and S.M. Rezende, in Proc. ICTPS'90, International Conference on Transport Properties of Superconductors, edited by Roberto Nicolaky (World Scientific Pub., Singapore, 1990) Pg.339.

SUC/09:45/5a.

## CONSTANTES UNIVERSAIS BCS PARA SUPERCONDUTORES DE ALTO $T_c$ .

Alvaro Luis Coelho e V. C. Aquilera-Navarro  
IPT - UNESP, São Paulo, SP

As constantes universais da teoria BCS para a supercondutividade são obtidas no limite de acoplamento fraco, onde a energia térmica dos elétrons ligados ( $k_B T_c$ ) é pequena comparada com a energia de Debye ( $\hbar \omega_D$ ). Apresenta-se uma discussão dessas constantes, dentro do limite da teoria BCS, generalizando-as para supercondutores com alta temperatura crítica.

SUC/10:15/3a.

## HYBRIDIZATION INFLUENCE ON NARROW-BAND SUPERCONDUCTIVITY

C.M.Japiewski\*, M.A.Continentino\*\* and A.Troper\*\*\*

\*Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro  
\*\*Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense  
\*\*\*Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

We study the effect of a  $k$  dependent hybridization on the superconducting instability within an  $s(p)$ - $d$  band model, in the framework of an extended BCS theory. Using the Green's function method and homothetic relations for the bands and the mixing we calculate the order parameter self-consistently. For small values of the hybridization parameter<sup>(1)</sup> we obtain an analytical expression for the critical temperature and a critical hybridization  $V_c$ , the latter depending only on the ratio of the effective masses.

- (1) G.M.Japiewski, M.A.Continentino, and A.Troper, to be published in Phys.Rev. B45, February 1992.

SUC/10/30/5a.	<p><b>ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE TRANSPORTE E MAGNÉTICAS DO SISTEMA <math>YBa_2[Fe_{1-x}Cu_x]O_{8-z}</math></b></p> <p><u>J. Albino Aguiar, J.M. Ferreira, Cândida Schettini, M. Virginia Barbosa, M.T. de Melo e L.R. Madeira de Melo</u> Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife-PE</p> <p>Amostras cerâmicas de <math>YBa_2[Fe_{1-x}Cu_x]O_{8-z}</math> com <math>x = 0.1</math> e <math>0.3</math> preparadas por reação sólida dos óxidos constituintes, foram estudadas através de medidas de susceptibilidade ac e resistividade elétrica. Resultados preliminares indicam uma transição diamagnética em <math>T \approx 50K</math> para as duas concentrações estudadas. A transição observada é bastante larga sugerindo a presença de várias fases no composto. Medidas de resistividade e da concentração de oxigênio estão em andamento. Novas amostras estão sendo preparadas seguindo diferentes rotas de tratamento térmico.</p>
---------------	---

SUC/10/45/5a.	<p><b>EFEITO DA DOPAGEM SUBSTITUCIONAL DE ZINCO NAS PROPRIEDADES DE CONDUÇÃO NORMAL E SUPERCONDUTORA DE YBCO</b></p> <p><u>J. R. J. Delben e H. G. Basso</u> - IFQSC/USP</p> <p>Durante os últimos quatro anos trabalhamos com o problema de preparação de amostras do tipo <math>YBa_2Cu_{1-x}Zn_xO_{7-y}</math>. Nossos resultados, envolvendo rotas de reação, análise estrutural por R-x, medidas de resistividade e de temperatura crítica, em função da concentração de dopante, estão apresentados e discutidos.</p>
---------------	---

SUC/11/00/5a.	<p><b>EXPERIMENTAL OBSERVATION OF A LOGARITHMIC DEPENDENCE OF THE ACTIVATION ENERGY U(J) IN MELT-TEXTURED <math>YBa_2Cu_3O_x</math></b></p> <p><u>S. Salem-Sugui,<sup>a,b</sup> S. Sengupta<sup>c</sup>, Z. Wang<sup>b</sup>, O.F. de Lima<sup>b</sup>, S. Shi<sup>b</sup> and G.W. Crabtree<sup>b</sup></u></p> <p>a) Instituto de Física, UNICAMP; b) Materials Science Division, Argonne National Laboratory; c) Department of Electrical Eng., University of Notre Dame.</p> <p>Recently Vinokur et al. obtained an exact solution for the flux-creep in a type-II superconductor, by assuming for the pinning energy <math>U(J) = U_0 \ln(Jc/J)</math>, where <math>J_c</math> is the temperature dependent critical current. We have measured magnetic relaxation in a melt-textured <math>YBa_2Cu_3O_x</math> sample and compared it with this theory. By combining the result of this comparison with an approach developed by Maly et al. to obtain <math>U(J)</math>, we show that the logarithmic dependence on <math>J</math> is strictly observed in a wide range of temperatures, for fields up to 2 T. The extension in temperature and field in which individual pinning dominates is found to be much higher than expected. We have observed that by re-scaling <math>D</math> and constructing <math>U</math> vs. <math>J</math> as a smooth function can lead to a wrong interpretation, if the temperature dependence of <math>J_c</math> is not considered.</p>
---------------	--

SBC/11.15/8a.

TRANSIÇÃO RESISTIVA E PARACONDUTIVIDADE EM  
COMPÓSITOS SUPERCONDUTORES YBCO-Ag

P. Parezur, L. Ghivelder\*, P. Rodrigues Jr e S. Reich\*\*  
 Instituto de Física - UFRGS, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS  
 \*Instituto de Física - UFRJ, Caixa Postal 21945, 21945 Rio de Janeiro, RJ  
 \*\* Weizmann Institute of Science, Rehovot 76100, Israel

Nós investigamos em detalhes a transição resistiva em compostos supercondutores formados por misturas de YBCO com diferentes quantidades de Ag. Além de um sistema puro, estudamos amostras com 5, 11 e 23 wt% Ag. O método de preparação destas amostras assegura que a prata se distribui nas fronteiras de grão. Trata-se, portanto, de sistemas genuinamente granulares na escala de tamanho dos cristallitos.

As medidas revelam inequivocamente que a transição supercondutora ocorre em dois estágios. Numa primeira etapa, a supercondutividade se estabelece num subistema (os grãos) a uma temperatura,  $T_c$ , representada pelo máximo da derivada da resistividade em função da temperatura. Como demonstramos numa série de medidas  $I \times V, T_c$  independe da amostra no limite de baixas correntes. A análise dos resultados acima de  $T_c$  evidenciam a ocorrência de um regime dominado por flutuações termodinâmicas definidas num espaço de geometria fractal. O estabelecimento da supercondutividade através de toda a amostra se dá através de um fenômeno percolativo, caracterizado por um regime de scaling no qual a temperatura crítica,  $T_m$ , denota o ponto onde a resistividade se anula.

SBC/11.20/8a.

CRITICAL CURRENT OF Y(Hf)-Ba-Cu-O SINTERED SAMPLES

A.L. de Oliveira<sup>1</sup>, J.R. Laverly and M.A.C. Santos<sup>2</sup>

Center for High Temperature Superconductivity Blakett Laboratory Imperial  
 College, London SW7 2BZ, U K

<sup>1</sup>Permanent Address:

Departamento de Física, ICE-UFMG, Caixa Postal 702  
 CEP 30161 Belo Horizonte, MG, BRAZIL

<sup>2</sup>Departamento de Física

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
 Campus de Belo Horizonte, Av. D.J. Cabral 300  
 CEP 31170 Belo Horizonte, MG., BRAZIL

ABSTRACT

The magnetization of high  $T_c$  superconductor  $(Hf_xY_{1-x})Ba_2Cu_3O_{7-y}$  ( $x = 0.00; 0.05; 0.10$ ) was measured at 77.3K in low magnetic fields. The critical current density ( $J_c$ ) was obtained, for each different Hf atomic proportion ( $x$ ), from irreversible magnetisation ( $M$ ) as measured in a hysteresis loop. We have shown that, for  $x=0.05$ ,  $J_c$  is about 138% greater than for ordinary Hf-free samples ( $x=0.00$ ) while, for  $x=0.10$ , it is only about 96% higher.

**PAINÉIS**  
**SUC - Supercondutividade**

SUC 110/14.00/86.

FITAS SUPERCONDUTORAS DE Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O; A DEPENDÊNCIA DAS PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS COM O PROCESSO DE SINTERIZAÇÃO.

A.C.Madugno (Pirelli-SP), G.Vellego (Pirelli-SP), P.A.Suzuki (IFUSP) e H.C.A.Fentini (IPUSP)

Fitas supercondutoras a base de Bi encapsuladas em prata foram submetidas a diferentes processos de sinterização, envolvendo tratamentos térmicos, prensagem ou laminação. Os resultados de difração de raios-X mostraram um aumento de largura e mais altura das picos (FWHM) decorrentes dos processos de laminação e prensagem. A interpretação destes dados, somente com os valores de FWHM, não é unívoca. Com o objetivo de se determinar o efeito dos processos mecânicos sobre a morfologia dos grãos cristalinos supercondutores, análises por microscopia eletrônica de varredura foram efetuadas para todas as etapas do processo de sinterização das fitas. Os resultados preliminares indicaram, que em fitas prensadas, as tensões mecânicas tendem a destruir os grãos cristalinos maiores, o que complementa os resultados obtidos por difração de raios-X.

SUC 111/14.00/86.

PRODUÇÃO DE FITAS MULTIFILAMENTARES A BASE DE Bi-Sr-Ca-Cu-O EM MATRIZ DE PRATA.

A.C.Madugno (Pirelli Cabos) e G.Vellego (Pirelli Cabos)

Este trabalho mostra a produção de fitas de 18 e 381 filamentos de supercondutor a base de Bi em matriz de prata pelo processo "powder-in tube". Acredita-se que as fitas multifilamentares sejam melhores que as monofilamentares por duas razões:

- 1) Filamentos finos têm maior resistência à propagação de trincas, portanto, fitas multifilamentares têm melhores propriedades mecânicas.
- 2) Os óxidos supercondutores são eletricamente anisotrópicos, portanto, os grãos devem ser orientados para uma condição ótima de condução. Acredita-se que a orientação dos grãos ocorra durante a fase de laminação do fio apenas na região próxima à interface óxido - prata. Desta modo é conveniente aumentar a relação superfície de interface / volume de supercondutor, como possibilitado pelas fitas multifilamentares.

SUC 112/14.00/86.

PRODUÇÃO DE FIOS MULTIFILAMENTARES DE Nb-Ti EM MATRIZ DE COBRE POR UM PROCESSO ALTERNATIVO.

A.C.Madugno (Pirelli Cabos), G.Vellego (Pirelli Cabos), W.Zechao (Pirelli Cabos) e N.F.Oliveira Jr. (IFUSP)

Este trabalho explica a produção de um fio de Bi filamentos de Nb-Ti em matriz de cobre por um processo alternativo e mostra os resultados de corrente crítica medida em lances curtos.

O processo proposto possibilita a produção de fios em lances melhores a custo mais baixo do que aqueles produzidos pelo processo convencional, pois substitui a fase de extrusão do "billet" de cobre com barras de Nb-Ti por um embutimento contínuo.

SUC 113/14.00/6a.

PROPRIEDADES MICROESTRUTURAIS DE FITAS SUPERCONDUTORAS DE BI: UMA ANÁLISE POR DIFRAÇÃO DE RAIOS-X.

P.A. Suzuki (IFUSP), M.C.A. Fantini (IFUSP), A.C. Medugno (Pirelli-SP) e C. Vellego (Pirelli-SP)

A sinterização de fitas supercondutoras flexíveis a base de póis cerâmicos que apresentam alta densidade de corrente crítica tem se mostrado difícil, uma vez que é necessária a estabilização térmica e mecânica.

No que se refere a estabilização mecânica, há evidências de que a densidade, o tamanho de grão, e a orientação preferencial dos cristalitos no interior de fitas afetam diretamente a qualidade de condução nestes materiais.

No presente trabalho estudou-se os parâmetros de textura nas fitas supercondutoras de Bi-Sr-Ca-Cu-O, fase 7223, preparadas por diferentes processos (laminação e prensagem), através da difração de raios-X a alto ângulo. As variações observadas na orientação preferencial, na densidade, no tamanho de grão e na corrente crítica ao decorrer do processo de sinterização, isto é, com os sucessivos tratamentos térmicos e prensagens (ou laminações) são correlacionadas e discutidas.

SUC 114/14.00/6a.

SUPERCONDUTIVIDADE EM COMPOSTOS DE  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  DOPADOS COM LI

S. Moehlecke\*, C.H. Westphal\*\* e M.S. Torikachvili\*\*\*

\* Instituto de Física, UNICAMP, Campinas, 13081 Brasil

\*\* Instituto de Física, USP, São Paulo, SP 01498 Brasil

\*\*\* Dept. of Physics, SDSU, San Diego, CA. 92182 USA

Investigamos as propriedades supercondutoras do composto a base de Bi dopado com Li de composição nominal  $(\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8)_{1-x}\text{Li}_x$  ( $0.00 \leq x \leq 0.55$ ), medindo a susceptibilidade magnética AC,  $\chi_{AC}$ , e a resistividade elétrica DC,  $\rho$ . Os valores do início da transição supercondutora,  $T_C$ , não são muito afetados pela adição de Li. Entretanto, observamos um significativo aumento do sinal de  $\chi_{AC}$  com o acréscimo de Li, atingindo um máximo em  $x=0.30$ . Este aumento de  $\chi_{AC}$  sugere um aumento do material supercondutor com a adição de Li. As curvas de  $\rho$  vs. T abaixo de  $T_C$  apresentam uma segunda transição que se desloca para altas temperaturas com a dopagem de Li. As curvas de  $\rho$  vs. T de todas as amostras tem um comportamento metálico e são muito semelhantes entre si. Entretanto, amostras tratadas em fluxo de argônio para reduzir o conteúdo de oxigênio mostram um caráter semicondutor de  $\rho$  vs. T. Tratamentos térmicos em fluxo de oxigênio restauram o caráter metálico destas amostras.

SUC 115/14.00/6a.

INFLUÊNCIA DO TEOR DE CHUNDO DE PLUMBO NA PLASTICIDADE DE CERÂMICAS SUPERCONDUTORAS COM BASE EM BISMUTO

A.R. Jurelo e V.R. Dumke - UFPR/Dep. de Física

Foram realizadas medidas de dureza Vickers em cerâmicas supercondutoras com base em bismuto com vários teores de chumbo de acordo com a fórmula  $\text{Bi}_{2-x}\text{Pb}_x\text{Ca}_2\text{Sr}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  e sonda x assumiu valores de 0.0 a 1.0. Cargas variando de 1 a 40 g foram aplicadas na determinação da dureza. Para o teor  $x = 0.4$ , foi observado que a dureza atingiu seu maior valor. As propriedades supercondutoras foram verificadas através de medidas de suscetibilidade, resistividade e EDAX. Conforme o esperado, observou-se que o sinal magnético bem como a temperatura crítica foram máximas em  $x = 0.4$  quando comparadas com as amostras de outros teores, mostrando, neste caso uma correlação entre supercondutividade e plasticidade. Como a dureza é afetada pela porosidade e a textura, um porosímetro de mercúrio foi utilizado na determinação do diâmetro médio dos poros. Medidas mostraram que a amostra  $x = 0.5$  apresentou o maior diâmetro médio/enquanto que na amostra  $x = 0.4$ , 80% dos poros estavam na faixa de 0.19 a 0.79  $\mu\text{m}$  de diâmetro, sendo que nas outras amostras esta faixa era muito maior. Na observação da textura, foram utilizadas microscópias ótica em polarização e eletrônica. Observaram-se fases com propriedades birrefringentes, sendo estas maiores e mais frequentes no teor  $x = 0.2$ . Neste momento, está sendo desenvolvido um ataque químico com o intuito de revelar a granulação e fases das amostras.

Agradecimentos à UFSCAR (Dpto de Física e IEMA)

Apoio: CNPq

H.S. de Amorim, M.R. do Amaral Jr., Depto de Física dos Sólidos IP-UFPEJ e M.V. Balçus, V.A. Brazvil, T.V. Gridasova e Y.A. Sinyov, Instituto Politécnico de KIEV e Instituto de Aços e Compostos de Moscou (SEI).

Foi feita uma investigação física e tecnológica, sintetizando-se estruturas supercondutoras com altos  $T_c$  e  $j_c$ , do complexo Y-Ba-Cu-O. Para as melhores amostras bulk,  $T_c$  atinge 100K; em filmes, os melhores resultados atingem 90K. A investigação de  $Y_{1-x}Ce_xBa_2Cu_3O_{7-g}$  demonstrou que até a concentração de 0,18 em massa de Ce, as características supercondutoras das amostras em bulk praticamente não variam. Aumentando-se a concentração de Ce acima de 0,18 em massa, até 0,84, as características supercondutoras deterioram-se significativamente. Essas amostras estão sendo investigadas após um ano de sua preparação e exposição ao ar atmosférico. As propriedades supercondutoras permaneceram, entretanto, inalteradas. Realizamos estudos estruturais de filmes finos de  $YBa_2Cu_3O_{7-g}$ . Após um mês de exposição ao ar atmosférico, as propriedades eletroresistivas às baixas temperaturas variam significativamente e adquirem caracter semicondutor. Investigações por espectroscopia de massa e por microscopia eletrônica de varredura, demonstram a influência de impureza nessas propriedades dos filmes. Com essas técnicas, os estudos realizados nos filmes finos Y-Ba-Cu-O permitem o estabelecimento da dependência entre correntes elétricas de ions secundários e espessura, o que possibilita o controle de processos tecnológicos.

**COMUNICAÇÕES ORAIS**  
**SUF - Superfícies e Filmes Finos**



SUF/08.12/3a.

## CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO PARA IONIZAÇÃO POR CAMPO E O CAMPO ELÉTRICO LOCAL

Celo Mário Castro de Castilho

Instituto de Física, UFBA, Campus da Federação  
40 210 Salvador, Bahia, Brasil.

A probabilidade de ionização de moléculas do gas imageante, nas condições de operação do Microscópio Iônico de Campo (Field Ion Microscope - FIM), foi calculada e efetuada a comparações com resultados anteriores, experimentais e teóricos. Demonstra-se a necessidade de se levar em conta a possibilidade de que a molécula do gas seja ionizada antes de atingir a região próxima à zona crítica em lugar de apenas considerar a taxa local de ionização, como feito anteriormente. A presença de "estrutura" nestas curvas, não relacionadas a estados ressonantes, é demonstrada e interpretada como resultado do aumento local do campo elétrico que, por sua vez, resulta da proximidade da superfície.

CRPq/Capes/UFBA.

SUF/08.30/3a.

## MEDIDAS DE INTERAÇÕES HIPERFINAS EM CATALISADORES METÁLICOS A BASE DE PLATINA. Fabio Barboza Passos, Departamento de Engenharia Química-UFF; H. Saitovitch, F.R.J. Silva, A.M. Rodriguez; Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF.

Catalisadores bimetalícos Pt-Sn/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Pt-In/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> são largamente utilizados em processos industriais envolvendo reações de hidrogenação, deshidrogenação e reforma de hidrocarbonetos. A fase ativa de tais catalisadores é constituída por conjuntos de partículas (com diâmetros entre 10Å a 50Å) de Pt distribuídos sobre uma superfície de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Sn e In são promotores nestes catalisadores aperfeiçoando a estabilidade, atividade e seletividade. Um aspecto importante é o de que o catalisador seja investigado nas condições em que ocorre a reação química para que se obtenha uma caracterização mais realista da superfície ativa. Este trabalho apresenta medidas de interações hiperfinas (IH), utilizando a técnica de correlação angular (CA) no In<sup>111</sup> In-trodozido por impregnação em Pt-In/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sob fluxo de uma mistura de H<sub>2</sub> e n-heptano (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>). Foram medidas as frequências de interação quadrupolar em amplo intervalo de temperaturas e os padrões obtidos indicam uma distribuição de frequências na ausência de ação catalítica, e o aparecimento de um padrão de interação dinâmica a partir de ~110C. Os resultados obtidos podem ser atribuídos ou a interações durante a ação catalítica ou à dinâmica do "coque" (resíduos carbonosos de alto peso molecular e baixa quantidade de hidrogênio) que se forma em reação secundária do n-heptano.

Bolsista REAR/CNPq.

SUF/08.43/3a.

## MICROSCOPIA DE TUNELAMENTO IN SITU DA CORROSÃO DE LIGAS DE OURO-PRATA

Ivette C. Oppenheim<sup>1</sup>, Dennis J. Trevor<sup>1</sup>, Christopher E. D. Chidsey<sup>1</sup> e Karl Siemdzki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Materials Science and Engineering, The Johns Hopkins University, Baltimore, MD 21218, USA  
<sup>2</sup>AT&T Bell Laboratories, 600 Mountain Ave., Murray Hill, NJ 07974, USA

Usamos um microscópio de tunelamento (STM) para observar, in situ, as alterações morfológicas que ocorrem durante a dissolução preferencial de prata em ligas de ouro-prata, contendo baixas concentrações de prata, em ácido perclórico diluído. Este trabalho foi efetuado para se estudar o papel da difusão de superfícies nos processos de corrosão em ligas metálicas. Os resultados foram interpretados no contexto do modelo *kink-ledge-terrace* de superfícies cristalinas e de um modelo recente baseado numa variante da teoria de percolação. As superfícies das ligas, inicialmente planas na escala atômica, tornam-se rugosas devido ao processo de corrosão por causa da remoção de átomos de prata dos *terrace sites* (isto é, injeção de vacâncias). Subsequentemente, o *annealing*, ou o alisamento das superfícies, ocorre pela da migração de vacâncias através da formação de clusters (aglomerados de vacâncias) e a posterior eliminação dos clusters nos *terrace ledges*.

<sup>2</sup>Endereço Atual: Departamento de Física dos Materiais e Mecânica, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 20516, 05308 - São Paulo, SP, Brasil

SUF/09,00/9a.

PARÂMETROS DE AUGER E MECANISMOS DE BLINDAGEM NOS METAIS 4d E 5d. George G. Kleiman, Richard Landers, Pedro A.P. Nascença e Sandra G.C. de Castro. Instituto de Física, Unicamp. (\*) Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.

Apresentamos os espectros de elétrons de Auger  $L_{3,5}M_{4,5}N_{4,5}$  excitados por raio-X para vários metais 4d (Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, In, Sn e Sb). Cálculos detalhados indicam que os espectros são bem descritos pelo esquema de acoplamento intermediário. A sistemática teórica do modelo quase atômico indica que a contribuição dos elétrons de valência ao parâmetro de Auger pode ser isolada. A comparação com os resultados das transições  $L_{3,5}M_{4,5}N_{4,5}$  e  $M_{2,3}N_{4,5}N_{4,5}$  é consistente com a ideia que os buracos da banda d comportam-se como buracos de caroço no processo da blindagem. Cálculos para a série 5d concordam bem com os resultados experimentais. Apresentamos as contribuições separadas ao parâmetro de Auger e a influência da blindagem neste caso.

SUF/09,15/9a.

ESPECTROS DE ELÉTRONS DE AUGER EXCITADOS POR RAIOS-X DE Nb, Mo, Pd E Ag. Richard Landers, Pedro A.P. Nascença, Sandra G.C. de Castro e George G. Kleiman. Instituto de Física, Unicamp. (\*) Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.

A espectroscopia de elétrons de Auger excitados por raio-X (XAES) foi empregada na investigação dos metais Nb, Mo, Pd e Ag. As linhas de Auger LMN e LMN de alta energia (2,5 a 3,5 keV) foram excitadas por Bremsstrahlung. Os espectros obtidos, apesar de terem fraca intensidade, são estreitos e bem definidos. As feições de Auger foram designadas usando-se predições de energia e estimativas de intensidade. Os parâmetros de Auger, que representam a interação efetiva de Coulomb entre os buracos do estado final, foram calculados e seus valores concordam com as designações feitas.

SUF/09,30/9a.

ANÁLISE TERMOQUÍMICA DE LIGAS DE PALÁDIO VIA ESPECTROSCOPIA DE FOTOELÉTRONS EXCITADOS POR RAIOS-X. Pedro A.P. Nascença, Sandra G.C. de Castro, Richard Landers e George G. Kleiman. Instituto de Física, Unicamp. (\*) Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.

A espectroscopia de fotoelétrons excitados por raio-X (XPS) foi empregada para medir os deslocamentos de energia de ligação dos níveis de caroço de Pd, Cu e Au nas séries de ligas  $Pd_xCu_{1-x}$  e  $Pd_xAu_{1-x}$ . A energia de formação de uma liga binária pode ser derivada dos deslocamentos de energia de ligação dos elementos constituintes. Os resultados obtidos por XPS mostram boa concordância com os dados termoquímicos medidos por métodos calorimétricos tradicionais.

SUF/09.15/5a.

ESTUDO DA CINÉTICA DE DESORÇÃO DE HIDROGÊNIO E DEUTÉRIO DE SILÍCIO (100) 2X1 UTILIZANDO SIMS.

CARLOS ALBERTO ACHETE, Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE/UFRJ, Caixa Postal 68505 Rio de Janeiro.

HERNST WIEHUS, IGV/KFA, Forschungszentrum Juelich, Alemanha.

A cinética de adsorção e desorção de hidrogênio e deutério de Si (100) foi estudada utilizando a espectrometria de massa de íons secundários (SIMS) com baixa densidade de corrente e íons primários. O monitoramento do sinal SIMS do  $H^+$  em função da temperatura e do tempo de aquecimento da amostra permitiu obter precisa descrição da cinética de desorção do hidrogênio e do deutério de ambas as fases, monohidreto e dihidrato de Si (100). Os resultados da desorção de ambos elementos em função do recobrimento de H e D são consistentes com a cinética de desorção de segunda ordem. O processo de intercâmbio entre H e D foi também estudado, expondo a superfície de silício saturada com H a um fluxo de D monomolecular. Observou-se que a completa substituição do H adsorvido pelo D ocorre quando se mantém a amostra a temperaturas da ordem de 300°C. Em complemento foram elaboradas medidas de difusão superficial de H e D sobre Si (100). Nenhuma evidência de mobilidade significativa do hidrogênio foi encontrada até temperaturas da 450 C.

SUF/10.15/5a.

HIDRATAÇÃO DE CRISTAIS DE  $Na^+$ -ALUMINA: EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO IÔNICA

F.L. Freire Jr. (Departamento de Física, PUC-Rio)

Foram investigados os efeitos da implantação iônica nos processos de dissolução superficial (etching) e lixiviação seletiva do sódio (leaching) em cristais de  $Na^+$ -alumina. Foram implantados íons de argônio, tripelânio e zezônio em diferentes doses e energias. A caracterização da superfície implantada antes e depois da submissão ao processo de hidratação (100°C) foi feita com técnicas nucleares: RBS, ERD e reação ressonante  $Na^{23}(p,n)Na^{20}$ . Foram observadas modificações nas taxas de dissolução e lixiviação, ambas dependendo da energia depositada pelos íons implantados. Estes resultados fornecem informações adicionais sobre os processos que governam as modificações superficiais de cristais de  $Na^+$ -alumina implantados com íons pesados. Para efeito de comparação são apresentados também resultados de amostras de vidro-soda líme e  $Na^+$ -alumina não implantados.

SUF/10.30/5a.

CRÍPTÔNIO ADSORVIDO EM VIDRO E VIDRO PRÉ-RECOBERTO COM SÓDIO - E. LERNER INSTITUTO DE FÍSICA-UFPEJ E O.E. VILCHINS DEPARTMENT OF PHYSICS - UNIVERSITY OF WASHINGTON.

Recente trabalho teórico de Cheng et al. <sup>(1)</sup>, sobre a fraca interação de gases quânticos adsorvidos em superfícies de metais alcalinos, a considerações das interações de gases nobres pesados com essas superfícies, nos motivou a verificar o comportamento do Criptônio adsorvido em vidro pírex, não poroso e em vidro pírex pré-recoberto com sódio metálico, a baixas temperaturas. Mediu-se isotermas de Criptônio em substratos de vidro, com aproximadamente 200 cm de superfície, no intervalo de temperatura entre 72 e 120K, e no mesmo substrato, pré-recoberto com sódio, para um intervalo de temperatura entre 72 e 78K. Os resultados indicam uma redução acentuada na desorção do gás na superfície de sódio, comparado com a do vidro puro. Os calores isotérmicos de adsorção do gás adsorvido nas duas superfícies foram obtidos das isotermas medidas.

1. E.Cheng et al. Phys.Rev.Lett. 62,1007(1991)

SUF/10.45/5a.

DISPOSITIVO ELETROCRÔMICO "ALL SOLID STATE" CRESCIDO POR SPUTTERING rf

Maurício P. Cantão, Roberto M. Torresi, Susana C. da Torresi e A. Garenstein.

Instituto de Física "Gleb Wataghin" - Departamento de Física Aplicada - UNICAMP

Dispositivos eletrocromicos são sistemas de filmes finos em multicamadas, cujos espectros de transmissão e reflexão podem ser modificados mediante a aplicação de uma diferença de potencial. O efeito eletrocromico ocorre por intercalação de ions leves ( $H^+$ ,  $Li^+$ ) nos filmes ópticamente ativos, o que requer a presença de um eletrólito no dispositivo.

Apresentamos neste trabalho um dispositivo eletrocromico "all solid state" com refletividade variável, composto de: vidro/ $TiO_2/NiO_x/TiO_2/MO_3/Al$ . Todas as camadas foram crescidas por sputtering "rf". O dispositivo apresenta contraste entre o estado claro e o escuro  $\Delta R=45\%$ , e boa memória no estado claro. A memória no estado escuro e os potenciais em que o dispositivo opera dependem da espessura do  $TiO_2$ .

Procuramos verificar a hipótese, apontada para dispositivos similares, de que moléculas de água incorporadas durante o processo de deposição, dão origem aos prótons, que se deslocariam do  $NiO_x$  para o  $MO_3$  (escurecimento) ou do  $MO_3$  para o  $NiO_x$  (clareamento), sendo o filme de  $TiO_2$  o eletrólito sólido.

O dispositivo apresentado é potencialmente utilizável, como espelho retrovisor de automóveis.

SUF/11.00/5a.

EFEITOS CAUSADOS PELO TRATAMENTO TÉRMICO NO GERMÂNIO ANDRÓFILO HIDROGENADO (a-Ge:H).

C.F. do O. Graeff, F.L. Freire Jr. e I. Chazbouleyron

IPOM-UNICAMP, C.P. 6165, 13081 - Campinas, SP  
 Depto. de Física, PUC-RJ, C.P. 38071, 22452 Rio de Janeiro, RJ

Efeitos causados pelo tratamento térmico em filmes de a-Ge:H crescidos por RF-sputtering, são estudados usando "Elastic Recoil Detection" (ERD) analysis, espectros de transmissão no infravermelho, microscopia eletrônica e óptica. Os resultados indicam dois tipos de modificação do hidrogênio com o tratamento térmico. Um devido a desorção de hidrogênio molecular através de micro-bolhas e o segundo pela difusão do hidrogênio atômico através da rede amorfa. O aparecimento e explosão de bolhas de hidrogênio molecular são observados durante este processo. Um modelo estrutural é proposto envolvendo a implantação não intencional de argônio durante o processo de crescimento, para explicar os resultados de expansão de hidrogênio. Será tratado também a correlação destes resultados com os efeitos notáveis induzidos por luz no a-Ge:H.

Apoio: FAPESP.

SUF/11.15/5a.

ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE CARBONO EM LIGAS DE a-SiC:H

Martha Lima de Oliveira e Sérgio de Sousa Camargo Jr.

GOPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Filmes finos de a-SiC:H foram depositados por glow-dischage variando-se a diluição em hidrogênio da mistura gasosa precursora ( $SiH_4:CH_4$ ), potência de RF aplicada e temperatura de substrato. Estes filmes foram caracterizados por FTIR, AES e ERD. Foi observado que a incorporação de carbono ocorre preferencialmente na forma de grupos  $CH_3$  nos filmes depositados sem diluição. Entretanto, ao aumentar-se a diluição da mistura gasosa em hidrogênio a relação entre a densidade de ligações C-H e a densidade de átomos de carbono é reduzida. Observou-se também que, para todas as amostras investigadas, o número de ligações C-H em grupos  $CH_3$  é proporcional ao número total de ligações C-H. Estes dados levam a crer que o carbono é incorporado preferencialmente como  $CH_3$  ou C, sendo pequena a incorporação de grupos  $CH$  e  $CH_2$ . Uma análise detalhada dos espectros de infravermelho será apresentada, em conjunto com medidas de efusão de hidrogênio, da forma a verificar esta hipótese.

SUP/11.30/5a.

PROPRIEDADES DE TRANSPORTE EM FILMES DE a-GesM  
DOPADOS COM NITROGENIO

A.R. Zanatta e J. Chaboukerron

Instituto de Física - UNICAMP

Neste trabalho são discutidos dados experimentais referentes a propriedades eletrônicas em filmes finos de gerânio amorfo hidrogenado (a-GesM) dopados com nitrogênio. Os filmes de a-GesM foram preparados pela técnica de RF sputtering, e possuem uma baixa densidade de estados eletrônicos na pseudo-gap (aproximadamente  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ) exibindo uma condutividade no escuro do tipo ativada até baixas temperaturas (m30K). Pode-se observar que os átomos de nitrogênio incorporados na rede do a-GesM produzem grandes variações, tanto no valor da condutividade a temperatura ambiente quanto no valor da energia de ativação. Os resultados deste trabalho são consistentes com os mecanismos de dopagem ativa devida a elementos do Grupo V em semicondutores amorfos tetraedricamente coordenados. O nível doador introduzido pelos átomos de nitrogênio, coordenados tetraedricamente na rede do a-GesM, encontra-se a aproximadamente 50 meV abaixo da borda de banda de condução. (Apoio: FAPESP, CNPq)

SUP/11.45/5a.

EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE NITROGENIO NAS PROPRIEDADES  
DE FILMES DURES DE CARBONO AMORFO HIDROGENADO

D.F. Franceschini, G.A. Acheta (COPPE/UFRJ); E.L. Fritze Jr. (PUC/RJ)

Neste trabalho é apresentado um estudo dos efeitos da incorporação de nitrogênio em filmes finos de carbono amorfo hidrogenado, depositados por meio de descarga luminescente a rádio-freqüência em atmosferas de  $\text{CH}_4\text{-N}_2$ . Os filmes foram depositados sobre substratos monocristalinos de Si (100), sob diversas condições de pressão (p), tensão de auto-polarização ( $V_B$ ) e concentração de  $\text{N}_2$  no plasma. A composição química e a presença de contaminantes foram analisadas por meio de técnicas de feixes de ions na faixa de MeV (RBS, ERD e Reações Nucleares) e espectroscopia de elétrons Auger. A caracterização estrutural foi realizada por meio de espectroscopias de Raman e Infra-Vermelho, e difração de raios-X. Os resultados obtidos por meio destas técnicas são correlacionados com a dureza mecânica e a tensão interna do filme.

Dentre os resultados obtidos, destaca-se a constatação de que a tensão interna de filmes depositados com os mesmos valores de p e  $V_B$  diminui consideravelmente com a incorporação de nitrogênio, ao mesmo tempo em que a concentração de hidrogênio, a estrutura e a micro-dureza dos filmes permanecem praticamente inalteradas.

SUP/12.00/5a.

ESTUDOS EM CRESCIMENTO DE FILMES FINOS DE DIAMANTE

Vladimir Jesus Trava-Airoldi

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Vitor Baranauskas

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Bernardo do Nascimento Nobrega

Coordenadoria de Projetos Especiais - COPESP

É objeto do presente trabalho, relatar os resultados alcançados com as investigações em crescimento de filmes finos de diamante em substrato de silício(100) utilizando a técnica de Deposição por Vapor Químico Assistido por Filamento Quente (HFQVD). Diferentes composições de gases precursores ( $\text{CH}_4/\text{H}_2$ ) são utilizados, onde traços de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  são adicionados a essa mistura. É também proposto um mecanismo diferente de crescimento do filme de diamante, onde pequenas concentrações de gás halogênio ( $\text{CF}_4$ ) é adicionado à mistura de metano e hidrogênio. Comparações entre os filmes obtidos com e sem a adição de  $\text{CF}_4$  é feita com a caracterização destes através das técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia por Espalhamento Raman (EER) e Microscopia de Força Atômica (MFA). Estudo comparativo entre esses filmes utilizando espectrofotometria por reflexão será também apresentado.

SUF/08.15/6a.

MODELO PARA CINÉTICA DE CRESCIMENTO NA REACAO DE ESTADO SOLIDO EM  
MULTICAMADAS DE FeZr

A. Passano Jr. S.R. Teixeira e L. Amaral  
Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
91500 Porto Alegre RS

Os modelos para descrever a formação e crescimento de fases em filmes finos com geometria de multicamadas não podem ser amplamente testados dado a inexistência de resultados experimentais sistemáticos. A partir dos nossos resultados em multicamadas de Fe-Zr, formulamos um modelo baseado numa proposta da literatura que estabelece taxas de variação e espessuras máximas para as fases formadas em crescimento planar. Este modelo permitiu-nos, considerando fluxos, coeficientes de difusividade, barreiras de reação e concentrações de equilíbrio, estabelecer expressões analíticas para as taxas de crescimento medidas.

SUF/08.30/6a.

REACAO DE ESTADO SOLIDO EM MULTICAMADAS DE FeZr

A. Passano Jr. S.R. Teixeira e L. Amaral  
Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
91500 Porto Alegre RS

Multicamadas de  $FeZr_{1-x}$  preparadas por evaporação sequencial através de um sistema de feixe duplo de elétrons. Usando espectroscopia de retroespalhamento de Rutherford (RES), difratometria de raios-X e espectroscopia Mössbauer de elétrons de conversão (CEMS) caracterizamos a reação de estado sólido neste sistema para concentrações de  $x=0,33$ ,  $0,50$  e  $0,67$ . Para concentração rica em Zr observamos a formação de fases amorfa ( $\alpha$ -FeZr) e cristalina (FeZr<sub>3</sub>), enquanto que nas demais ocorre a fase amorfa e solução sólida. Para temperaturas de 350 e 500°C e tempos de recozimento, em alto vácuo, entre 10 min e 72 h, foram obtidas as taxas de crescimento das fases. São discutidos aspectos de formação destas fases em filmes de multicamadas.

SUF/08.43/6a.

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE FILMES DE  $Cr_{1-x}Fe_x$   
PREPARADOS POR CONDENSÇÃO DE VAPORES

S.K. Xia, E. Baggio-Saitovitch e C. Larica \*

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro  
\* Dep. Fis. e Química - UFES - Vitória - ES.

Filmes de  $Cr_{1-x}Fe_x$  ( $x=0,20, 0,28, 0,50, 0,60$  e  $0,70$ ) foram preparados por coevaporação a partir de duas fontes independentes a uma pressão de  $3 \times 10^{-7}$  torr. A estrutura dos filmes foi caracterizada por difração de raios X e suas propriedades magnéticas foram estudadas por espectroscopia Mössbauer. Os filmes com composição rica em Fe ou Cr apresentam uma estrutura bcc, enquanto que na região com  $0,20 < x < 0,60$  foi observada uma estrutura amorfa. Os espectros Mössbauer indicam que nas composições ricas em Fe e Cr existe uma distribuição de campo hiperfino magnético semelhante às ligas cristalinas enquanto que na região com estrutura amorfa as propriedades magnéticas diferem do "bulk". Este resultado será discutido considerando a inclusão de oxigênio residual no processo de deposição.

SUF/05.00/6a.	Ni Sm ALLOY FORMATION ON Ni (111) Gerard Marcus Roe, Caio Mário Castro de Castilho* and Ricard M. Lambert.
Department of Chemistry, University of Cambridge, Lensfield Road, Cambridge CB2 1EW UK * Instituto de Física, UFBA., Campus da Federação 40 210 Salvador, Bahia, Brasil.	
Semarium atoms were deposited on to a Ni (111) substrate and the structure of the overlayers were investigated using LEED and Auger spectroscopy for different coverages and annealing temperatures. It was possible to construct a phase diagram which presents very different features if the Sm coverage is below or above 2 monolayers. It was also possible to associate the LEED patterns to known Sm Ni bulk alloys or to Sm phases in a way that is compatible with the Auger data.	
CNPq/Capes/UFBA (CNC de C)	

SUF/05.15/6a.	SUPER-REDES METÁLICAS EPITAXIAIS SOBRE Si(111)
W.H. Schreiner, D.H. Mosca, S.R. Teixeira, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS N. Matoso, LEMI-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Caixa Postal 68505, 21945 Rio de Janeiro, RS	
Epitaxiamos super-redes Fe/Cu sobre Si(111) à temperatura ambiente, utilizando um sistema de deposição por deplon e-beam. As super-redes Fe/Cu foram caracterizadas por difração de raio-X e elétrons. A orientação cristalina epitaxial depende crucialmente do primeiro metal a crescer sobre o Si (111). Mostraremos também os primeiros resultados do crescimento de super-redes Fe/Ag sobre Si(111). Estes resultados experimentais têm importância especialmente na área da integração de dispositivos magnéticos com silício, mas são interessante contribuição também para a área da epitaxia e para a área das multicamadas magnéticas.	

SUF/05.20/6a.	ESTUDO COMPARATIVO DE FILMES FINOS DE FERRO E ESTANHO DEPOSITADOS POR "DC-MAGNETRON SPUTTERING" E POR "ELECTRON GUN" A VÁRIAS CONCENTRAÇÕES
B. Ballouche, A. Vazquez, S.R. Teixeira, W.H. Schreiner, P.H. Dionísio Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91500 Porto Alegre, RS E. Kamiya, Y. Nakamura Universidade de Ryukoku, Shiga, Japão	
O propósito deste trabalho é o estudo de propriedades mecânicas, baseado em medidas de microdureza, e da estrutura e interações hiperfinas, baseado em análises por difração de raios-X e espectroscopia Mössbauer (CMS) de filmes finos de ferro e estanho depositados pelas técnicas citas no título. A concentração dos filmes pode ser determinada com boa concordância por EDS, Raio-X e CMS. No caso das medidas de microdureza, os resultados mostram que a dureza dos filmes de ferro e estanho é compatível com a de filmes de TiN, não havendo diferença entre as duas técnicas de deposição utilizadas. No caso dos resultados de CMS, houve uma inversão na razão de intensidades das linhas do sênteto, mostrando que existe um componente de magnetização perpendicular ao plano do filme nas amostras depositadas por "electron gun".	

SUF/09/43/6a.

### INTERDIFUSÃO E REAÇÃO EM MULTICAMADAS DE FILMES FINOS FERRO-ALUMÍNIO

J. L. Alexandre, S.R. Teixeira, M.A.Z. Vasconcelos e L.J.R. Baumvol. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15051, 91500 Porto Alegre, RS

Multicamadas de filmes finos Fe/Al com espessuras variando desde Fe(10 nm)/Al(2 nm) até Fe(10 nm)/Al(420 nm) foram levadas a tratamento térmico em ultra-alto vácuo ou bombardeamento iônico com Ar<sup>+</sup> e Kr<sup>+</sup> a várias temperaturas. Ambos os processos induzem a interdifusão e a reação no sistema de multicamadas, sendo que os comprimentos de difusão e as fases do sistema Fe-Al atingidas dependem das espessuras relativas e das condições de tratamento.

A proteção do sistema de multicamadas foi acompanhada através de RBS, CEMS, difração de raios-X e resistência de folha.

SUF/10/13/6a.

### ESTRUTURA DE MISTURA DE SILICETOS NA EVOLUÇÃO DE FASES NOS SISTEMAS DE BICAMADAS DE Ni/Cu E Cu/Ni.

Rey Mattoso e Carlos Achete

Laboratório de Estudos de Materiais e Interfaces  
PEM/COPPE/UFRRJ - Caixa Postal 68505 Rio de Janeiro

Filmes finos de Cu e Ni com 200 nm de espessura, em cada camada, foram depositados sobre Si(100) por evaporação. Posteriormente as amostras foram tratadas termicamente a temperaturas de 200 à 500°C durante 30 minutos, sob pressão de  $3 \times 10^{-5}$  mbar. Na caracterização foram utilizadas a difração de raios-X, a microscopia eletrônica de transmissão, a espectroscopia de elétrons Auger e medidas de resistência de folha. Os resultados mostram uma grande miscibilidade entre os silicetos de Cu e Ni e que o tamanho de grão e o fluxo de Si influenciam de forma decisiva na velocidade de reação, e conseqüentemente na evolução das fases. Além disso foram observados uma incoerência das fases Ni, Ni<sub>3</sub>Si e NiSi e ainda a redução de 250°C na temperatura de formação da fase NiSi, no sistema Ni/Cu.

SUF/10/30/6a.

### CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE NITRETO DE ALUMÍNIO DEPOSITADOS POR SPUTTERING REATIVO DC EM FUNÇÃO DOS PARÂMETROS DE DEPOSIÇÃO

F.C. Stedile, L.J.R. Baumvol, W.H. Schreiner, Instituto de Química "Física, UFRGS, 91500 Porto Alegre, RS, Brasil e F.L. Freire Jr., Departamento de Física, PUCRJ, 22452 Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Foam depositados filmes finos de nitreto de alumínio por "DC magnetron sputtering" em plasmas de Ar-N<sub>2</sub>. Devido às suas características piezoeletricas, isolantes e passivadoras, esses filmes têm sido utilizados tanto em dispositivos de ondas acústicas superficiais quanto na tecnologia de GaAs e Si. A adaptação de um modelo teórico sobre sputtering reativo DC no presente caso permite que se comprovem algumas previsões e também que se chegasse a novas relações compreendendo os parâmetros de deposição, além de estabelecer bases para a deposição de filmes de nitreto de alumínio com estequiometrias e espessuras previamente determinadas. Nos diferentes processos de deposição variaram-se a pressão total e a parcial de N<sub>2</sub> na câmara, a potência DC aplicada e o tempo de deposição. A análise dessas amostras foi feita por RBS e reações nucleares. Através das reações <sup>14</sup>N(d,p) e <sup>16</sup>O(d,p) a 610 keV mediu-se a quantidade de N no filme - sua possível contaminação com O, enquanto que com as reações <sup>14</sup>N(p,γ), com ressonância a 278 keV, e <sup>27</sup>Al(p,γ), com ressonância a 326 keV, obtiveram-se perfis de N e Al seqüenciais nos filmes. Foi em andamento o estudo do uso de filmes de AlN<sub>2</sub> depositados sobre GaAs como camadas antidifusão e de passivação quando submetidos a tratamentos térmicos.



PREPARAÇÃO VIA PROCESSO SOL-GEL E CARACTERIZAÇÃO  
DE FILMES DE  $\text{Nb}_2\text{O}_5$

M. A. Macedo, M. A. Aegerter e G. Guzun-Martel  
USP, IFQSC, C.P. 369, 13560, São Carlos - SP

Filmes finos de pentóxido de nióbio foram obtidos via processo sol-gel "dip-coating". Medidas eletroquímicas mostram que o composto permite a inserção e extração dos íons  $\text{Li}^+$ . Observamos uma mudança de cor de marrom claro para marrom escuro quando os íons  $\text{Li}^+$  são inseridos na sua estrutura.

PROPRIEDADES ÓPTICAS E CRISTALINAS DE FILMES FINOS  
PRODUZIDOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS DE SUBSTRATO.

Márcia A. F. Destro, Alvaro J. Damião - CTA - IEAv - São José dos Campos  
Roberto A. Stempniak - CTA - ITA - São José dos Campos

O monocristal de  $\text{PbF}_2$  pode ser obtido a temperatura ambiente em duas formas alotrópicas ( $\alpha$ - $\text{PbF}_2$  e  $\beta$ - $\text{PbF}_2$ ). A transição da fase  $\alpha$  para a  $\beta$  ocorre em torno de 250°C. Filmes deste material foram produzidos por evaporação térmica resistiva com a temperatura de substrato entre 50 e 300°C, mantendo-se constantes os demais parâmetros controláveis. Com a técnica de Modos Guiados foi obtida a dispersão e com a técnica de Difração de Raios-X (XRD) a estrutura cristalina das amostras produzidas. Verificou-se que os filmes são policristalinos predominantemente cúbicos, com orientação preferencial dependente da temperatura do substrato.

HOMOGENEIDADE DE FILMES DE LANGMUIR

Ailton Cavalli e Osvaldo N. Oliveira Jr.  
Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

Este trabalho apresenta medidas do potencial de superfície,  $\Delta V$ , de filmes de Langmuir de dois ácidos graxos, comprovando que tais filmes são macroscopicamente homogêneos. O potencial de superfície é nulo para grandes áreas por molécula, quando não existe interação entre as moléculas, sofrendo um aumento abrupto quando a área superficial onde o filme se encontra é diminuída. A área crítica para este aumento é de aproximadamente  $35 \text{ \AA}^2$ , sendo que o aumento do potencial se deve à estruturação do filme e à consequente diminuição da constante dielétrica da interface filme-água. Os resultados obtidos corroboram trabalhos publicados recentemente na literatura. A prova de potencial de superfície foi colocada em 3 diferentes locais da Cuba de Langmuir, e as curvas de potencial de superfície versus área por molécula não foram afetadas. Pode-se concluir, portanto, que não houve formação de ilhas de filmes com diâmetros de vários milímetros, como se acreditava ocorrer no passado. A razão para a não formação de ilhas está na pureza da água utilizada como subfase, como demonstrado recentemente na literatura. Os resultados apresentados aqui não são conflitantes com a existência de domínios observados em filmes de ácidos graxos e fosfolípidos, já que estes domínios têm dimensões micrométricas e a prova de potencial mede o potencial de superfície médio numa área da ordem de  $\text{cm}^2$ .

## FILMES DE LANGMUIR DE LIGNINA

C.J.L. Constantino, M. Ferreira, A.A. Curvelo e O.M. Oliveira Jr.  
Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

Com a implantação da técnica de Langmuir-Blodgett (LB) para a fabricação de filmes ultra-finos, iniciamos um trabalho de caracterização de ligninas na forma de filmes de Langmuir. Esperamos com estes estudos obter informações a nível molecular das ligninas, mais especificamente sobre como é o arranjo estrutural das moléculas de lignina sobre a superfície da água. Para fabricação dos filmes finos utiliza-se um sistema experimental conhecido como Cuba de Langmuir, constituído basicamente de uma cuba contendo uma subfase da água ultra-pura onde o filme é espalhado, de barreiras móveis que permitem a compressão do mesmo, e instrumentos de medida utilizados na caracterização do filme monomolecular. A lignina é dissolvida em um solvente volátil apropriado, e cerca de 50 a 100 µl de solução é depositada sobre a superfície da água. Neste trabalho, os filmes estão sendo estudados através de curvas de pressão e potencial de superfície em função da área média por molécula. Medidas preliminares já realizadas nos permitiram constatar que a pressão de superfície não depende da velocidade de compressão, mas depende do volume de solução de lignina aplicado sobre a superfície da água. Quanto maior o volume, menor é a área para a qual a pressão começa a variar. Foi possível constatar também que há uma perda de filme quando esta é submetido a várias compressões sucessivas. Como as ligninas dificilmente se dissolvem em água, a perda do filme pode estar associada a um empacotamento em camadas bi ou tri-moleculares, mas esta hipótese está sujeita a confirmação.

## POSSÍVEIS APLICAÇÕES DOS FILMES LANGMUIR-BLODGETT

Oswaldo M. Oliveira Jr.  
Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

Filmes Langmuir-Blodgett (LB) são obtidos a partir da transferência de camadas monomoleculares orgânicas da superfície da água para um substrato sólido. A técnica LB permite otimização das propriedades de materiais orgânicos, através da modificação da estrutura da molécula ou da arquitetura do filme. O interesse a longo prazo nos filmes LB reside na utilização de moléculas orgânicas como blocos formadores de dispositivos eletrônicos, no que se convencionou chamar Eletrônica Molecular. Como os filmes são ultrafinos e possuem um alto grau de ordenamento estrutural, elas têm sido propostas para uma grande variedade de aplicações. Algumas destas aplicações são: camadas isolantes em estruturas MIS (metal-isolante-semicondutor), "resists" para microlitografia, lubrificação de filmes magnéticos para discos rígidos, sensores químicos e biológicos, dispositivos piro- e piezoelétricos, recobrimento de fibras óticas, e dispositivos de ótica não linear. A única aplicação comercial de um dispositivo utilizando filmes LB, que se tem notícia, é um dispositivo para calibração de dosímetros. Existem vários problemas tecnológicos que precisam ser resolvidos antes que dispositivos possam ser fabricados em escala comercial. Entre eles encontram-se os problemas de estabilidade térmica, e o alto custo, no momento, para a produção dos filmes LB. As perspectivas para a utilização dos filmes LB são discutidas sob o ponto de vista da integração de estudos em ciência básica com a tecnologia.

**PAINÉIS**  
**SUF - Superfícies e Filmes Finos**

SUF 117/14.00/6a.

IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO DE MEDIDA DE ÍNDICE DE REFRAÇÃO,  
ESPESURA E ABSORÇÃO DE FILMES FINOS

Fábio Corrêa da Silva, Sidnei Paciornik, Sérgio S. Camargo Jr., Luís Carlos Scavarda do Carmo e Raul Almeida Nunes.

O presente trabalho apresenta um método automático para determinar a espessura, índice de refração e absorção de filmes finos a partir do espectro de transmissão. A implementação em micro-computador PC permite a aquisição dos dados, calibração dos mesmos pela linha de base, redução de ruídos e localização de máximos e mínimos simultaneamente, além do cálculo das grandezas mencionadas e de outras correlatas. Resultados de simulações são apresentados, mostrando uma precisão maior que 1%.

SUF 118/14.00/6a.

SIMULAÇÃO POR COMPUTADOR DE CURVAS DO POTENCIAL  
DE SUPERFÍCIES DE FILMES DE LANGMUIR MISTOS

A. Riul Jr., L.R. Amancio, G.M. Oliveira Jr. and G.F. Leal Ferreira

Instituto de Física e Química de São Carlos, USP

O modelo Denchak-Fort (DF) é utilizado para simular curvas do potencial de superfície de filmes de Langmuir mistos obtidas por um grupo de pesquisa de Goettingen, Alemanha. Os filmes consistem em misturas de ácido palmítico ( $\text{COOH}(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$ ) e ácido tri-fluoropalmítico ( $\text{COOH}(\text{CH}_2)_{11}\text{CF}_3$ ) em várias proporções, depositados sobre uma superfície de água pura. A presença dos átomos de flúor traz uma contribuição negativa relativamente grande para o potencial da superfície, de maneira que o aumento da concentração de ácido tri-fluoropalmítico causa um decréscimo no potencial do filme. Entretanto, este decréscimo não é linear com a variação da concentração como deveria ocorrer de acordo com o modelo DF. Nossa explicação para este desvio de comportamento é que a constante dielétrica efetiva do filme sofre alterações devido à mudança na polarizabilidade do meio com a introdução dos átomos de flúor no final das caudas, e principalmente porque os filmes mistos não apresentam um grau de estruturação na interface água/filme tão alto como os filmes puros.

SUF 119/14.00/6a.

FORMAÇÃO DE  $\text{Fe-s}(222)$  EPITAXIAL POR RECOZIMENTO ISOTÉRMICO DE FILME FINO DE Fe SOBRE  
Si(111) MONOCRISTALINO.

Denise L.P. Santos (DF-UFScar), Lívia Amaral (UFRRS) e Joel Pereira de Sousa (UFRRS).

Depositemos filmes finos de 900 Å de Fe sobre Si(111) monocristalino em sistema de evaporação térmica por canhão de elétrons em pressões de base  $1 \times 10^{-8}$  Torr. Verificamos que após a deposição o ferro encontra-se fortemente orientado de acordo com a orientação (222). Seguiram-se recozimentos isotérmicos e observamos que na faixa entre 350°C e 550°C forma-se estrutura silício monocristalino, monoalícatos de ferro FeSi-c e ferro epitaxial Fe-s(222). Existe forte indício de que o siliceto FeSi-c é parcialmente epitaxial com orientação FeSi-s(220). As análises foram feitas com RM, XRS (Rutherford Backscattering), CENS (Conversion electron Mossbauer spectroscopy) e Channeling (canalização de partículas  $\alpha$ ).

### SOBRE A COMPETIÇÃO ENTRE FASES DE RESISTIVIDADE ELÉTRICA DISTINTAS DURANTE O BOMBARDEAMENTO IÔNICO DA LIGA NiAl.

J.A.T. Borges da Costa\*, M.A.Z. Vasconcellos\*, S.R. Teixeira\*, M.N. Baibich\* e C. Scherer\*

\* Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91.500 - Porto Alegre - RS, Brasil.  
\* Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria, 97.119 - Santa Maria - RS, Brasil.

Empregando modelos teóricos simples para a cinética de transformação de fases em sistemas homogêneos, sujeitos a bombardeamento iônico, encontra-se que a variação da resistividade elétrica observada durante o bombardeamento da liga NiAl com íons de Ar<sup>+</sup> (120 keV) e substrato mantido a 77 K exige a competição entre fases de resistividade elétrica diferentes. A boa qualidade do ajuste entre os resultados experimentais e as equações propostas pelos diferentes modelos sugerem uma compreensão dos mecanismos microscópicos responsáveis pelas transformações induzidas pelo impacto de partículas em sistemas sólidos.

### ESTUDO COMPARATIVO DE EFEITOS QUÂNTICOS E CLÁSSICOS NA EMISSÃO ELETRÔNICA INDUZIDA POR IMPACTO DE ÍONS

Flávia Perez, Marla Matos e Enio F. da Silveira

Depto. de Física, Cx. P. 38071, 22452, Gávea, Rio de Janeiro, Brasil.

A emissão de elétrons por superfícies sólidas submetidas ao bombardeio de íons vem sendo estudada há várias décadas. Novos resultados experimentais com íons de alto estado de carga estimularam recentemente melhoramentos nos modelos teóricos que descrevem a emissão induzida de elétrons por íons lentos. Um ponto importante na compreensão desses processos é a separação entre a emissão pré-impacto e a emissão após o impacto. No primeiro caso, considera-se que o elétron do sólido é atraído pelo potencial coulombiano criado pelo projétil iônico.

Analisamos um modelo que descreve uma emissão clássica (o elétron é emitido sobre a barreira coulombiana) e outra quântica (emissão por tunelamento). O cálculo quântico é tipo WKB levando-se em conta efeitos tridimensionais. Resultados típicos obtidos mostram que a contribuição quântica é cerca de 10% da clássica.

### MISTURA ATÔMICA EM INTERFACES METAL-ISOLANTE SUBMETIDAS A BOMBARDEAMENTO IÔNICO

F.L. Pfeifer Jr. (Departamento de Física, PUC-Rio)

Mistura atômica em interfaces metal-metal e metal-isolante submetidas ao bombardeamento iônico (Ion Beam Mixing) tem sido extensivamente estudada tanto do ponto de vista teórico quanto experimental. De outro lado, muito pouco tem sido feito no que diz respeito a interfaces metal-isolante. Em particular, para alguns sistemas estudados, os resultados publicados na literatura são contraditórios. Um destes sistemas é o par Cr/SiO<sub>2</sub> [1,2].

Nesta comunicação apresentamos os primeiros resultados de um estudo completo de mistura atômica através da interface Cr/SiO<sub>2</sub>. Os filmes de 40 nm de Cromo são depositados por feixe de elétrons sobre substratos de SiO<sub>2</sub> (1 μm de espessura). As amostras são bombardeadas, mantendo-se o substrato à temperatura ambiente, com feixes de Ar<sup>+</sup>, Kr<sup>+</sup> e Xe<sup>+</sup> para doses entre 1 e 20 × 10<sup>15</sup> ions/cm<sup>2</sup>. A análise da taxa de mistura é feita por RBS, ao passo que a qualidade do filme é verificada antes e depois da irradiação por SEM. Um estudo em função da temperatura do substrato está sendo realizado no momento. Resultados preliminares do sistema Cr/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> também serão apresentados.

- [1] T. Easwell, M.A. Nicolai, T. Sands and P.J. Grantbauer - Appl. Phys. Lett., 60 (1987) 671.
- [2] G.C. Farlow, B.R. Appleton, L.A. Boutsar, C.J. McFarque, C.W. White, G.J. Clark and J.E. Baglin, Mater. Res. Soc. Symp. Proc., ed. by D.K. Biegelsen, G.A. Borghani and C.V. Shank (MRS, Pittsburgh, 1988) vol. 43 p. 137.

### CORRELAÇÃO ENTRE AS CONSTANTES ÓPTICAS DE FILMES FINOS MEDIDAS POR MODOS GUIADOS, ELIPSOMETRIA E ESPECTRO DE CANAL.

Márcia A. F. Destro, Alvaro J. Damião - CTA - IEAv - São José dos Campos  
Roberto A. Stempniak - CTA - ITA - São José dos Campos

A utilização de técnicas para medir as constantes ópticas (Índice de refração e coeficiente de absorção) e a espessura de um filme fino raramente conduzem a resultados que se correlacionam. Isto se deve ao fato de: ou as técnicas utilizadas empregam modelos diferentes de filmes ou avaliam as propriedades ópticas e espessura de porções diferentes (superfície ou volume) do filme.

Neste trabalho foram utilizadas as técnicas de Modos Guiados, Elipsometria e Espectro de Canal para medir as constantes ópticas de filmes finos de  $PbF_2$ . Os resultados obtidos mostraram boa correlação considerando-se as limitações e a precisão de cada técnica. Este fato indica que as técnicas empregadas são adequadas para medir as constantes ópticas de tais filmes e que os resultados são confiáveis.

### PROTEÇÃO PARA ESPELHOS DE OURO

J. Ferraz, L.C.M. Jayras, L. Vasconcelos Neto, C.L. Barbosa e A.J. Damião  
CTA - IEAv - São José dos Campos

Serão apresentados resultados da utilização de "coatings" duros sobre espelhos de ouro, depositados sobre cobre. Esta proteção visa aumentar a vida útil do espelho, sem alterar significativamente a refletividade, suportando melhor a limpeza do mesmo.

Foram utilizados "coatings" de  $TiO_2$ ,  $ThF_4$ ,  $PbF_2$ ,  $CeO_2$  e  $Y_2O_3$ , com mono ou dupla camada.

Os espelhos foram submetidos a testes de aderência e de limiar de dano, sendo que o "coating" de  $ThF_4$  e  $Y_2O_3$  apresentaram o melhor resultado.

### PROPRIEDADE DE TRANSPORTE ELÉTRICO ATRAVÉS DAS JUNÇÕES Nb-OXÍDO DE Nb-METAL

- Sebastião William de Silva (1) e Paulo Cesar da Camargo (2) - (1) UFBCar, (2) UFPR.

O trabalho consiste na investigação das características de condução elétrica através das junções formadas por oxidação anódica do substrato de Nb com uma posterior deposição metálica.

Os filmes são crescidos em solução aquosa de  $NaCeO_3$  0.2 M a temperatura ambiente, usando-se uma densidade de corrente constante de 3 mA/cm<sup>2</sup>.

Os metais usados na formação dos sanduiches Nb/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/metal foram: Nb, Ag e Au, que foram depositados por evaporação.

Resultados obtidos por medidas de densidade de corrente em função da tensão aplicada e medidas de impedância, demonstraram que a condução elétrica através dos sanduiches é determinada por defeitos e/ou impurezas contidas no interior do filme de óxido.

Foram encontradas características de correntes controladas por resistência negativa (CCRN) para os filmes mais finos e uma dependência exponencial da corrente em função da voltagem aplicada e do inverso da temperatura para os filmes mais espessos.

Os resultados são interpretados por meio de um modelo baseado na existência de dois níveis de "impurezas" com energias entre as bandas de condução e de valência do filme de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

SUP 126/14.00/66.

**CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE KClO<sub>4</sub> POR ABSORÇÃO ÓTICA, MICROSCOPIA  
ELETROÔNICA E ELIPSEMETRIA** - L. Oliveira e M.S. Li - Instituto de Física e  
Química de São Carlos - USP - Grupo de Ótica

Algumas propriedades do Cu<sup>+</sup> fora de centro em cristais de KCl já foram estudadas<sup>(1)</sup>. Nós estamos apresentando neste trabalho a caracterização de filmes finos de KCl com íons Cu<sup>+</sup>, através de Absorção Ótica, Microscopia Eletrônica e Elipsometria. Os resultados obtidos apresentam algumas semelhanças no comportamento do Cu<sup>+</sup> em cristal e do Cu<sup>+</sup> em filmes.

(1) - Li, M.S., Souza, M. and Luta, F. - Phys. Rev. B 7, 10 (1973).

SUP 127/14.00/66.

**CAMPO ELÉTRICO LOCAL E POTENCIAL IMAGEM NO MICROSCÓPIO  
IÔNICO DE CAMPO.**

Cristina Tobler Sousa, Roberto Fernandes Silva Andrade e Caio Mário Castro de Castilho.

Instituto de Física, UFBA, Campus da Federação  
40 210 Salvador, Bahia, Brasil.

A variação local do campo elétrico, ao longo de distâncias da ordem de poucos angstroms na região vizinha a amostra do Microscópio Iônico de Campo (Field Ion Microscope - FIM) é a quantidade física importante na explanação do contraste do FIM, onde o fenômeno básico é o tunelamento de elétrons através de uma barreira de potencial. Quantidades de relevância experimental podem ser determinadas a partir do cálculo da taxa de ionização. As dificuldades do cálculo aumentam pela necessidade de incluir efeitos da geometria da amostra, topografia da superfície (protuberância) e presença de cargas imagens devido ao elétron e ao íon resultante do tunelamento eletrônico. A taxa de ionização foi determinada e avaliada a importância relativa de cada um destes efeitos, comparando-se com resultados anteriores para modelos mais simples.

CNPq/Capes/UFBA.

SUP 128/14.00/66.

**ESTUDO DA TEMPERATURA DE DEBYE DE SUPERFÍCIES** - Édmar A. Soares e  
Yagoz E. de Carvalho - Departamento de Física, IGEF - UFPA

A temperatura de Debye ( $\Theta_D$ ) da superfície (110) do InSb tem sido estudada através de sua influência na determinação da estrutura atômica da superfície por Difração de Elétrons Lentos (LEED). Nos cálculos de LEED um dos parâmetros utilizados é a temperatura de Debye. Através do ajuste desse parâmetro pode-se otimizar o modelo estrutural da superfície e conseqüentemente obter-se um melhor valor de  $\Theta_D$ . Cálculos já realizados indicam um valor de  $\Theta_D = 160^\circ\text{K}$  para a face (110) do InSb.

SUF 129/14.00/6s.

## FORMAÇÃO DE SILICETOS NO SISTEMA TERCIÁRIO Co-Cu-Si.

Ney Mattoso e Carlos Achete

Laboratório de Estudos de Materiais e Interfaces  
PEMN/COPPE/UFRJ - Caixa Postal 68505 Rio de Janeiro

O entendimento da interação do cobre com o silício e com os diversos silicetos faz-se de relevada importância, devido a substituição do alumínio pelo cobre nas interconexões e contatos nos dispositivos eletrônicos. Neste trabalho apresentamos os resultados obtidos com bicamadas de cobalto e cobre, cada uma com 170 nm, depositadas sobre Si(111). Posteriormente as amostras foram tratadas termicamente a temperaturas de 200 à 500°C, sob pressão de  $3 \times 10^{-5}$  mbar durante 30 minutos. A caracterização foi efetuada com difração de raios-x e medidas de resistência de folha. Os resultados nos mostram que a 200°C forma-se  $Cu_3Si$ , enquanto que o siliceto de cobalto apresenta uma evolução de fases segundo a literatura, chegando a formar a fase  $CoSi_2$  à 500°C. No entanto, durante a evolução de fases do siliceto de cobalto ocorre o crescimento e subsequente redução da fase  $Cu_3Si$ , indicando que esta fase é fortemente afetada pelos fluxos do cobalto e do Si.

SUF 130/14.00/6s.

## FORMAÇÃO DE COMPOSTO TERCIÁRIO EM SISTEMAS DE BICAMADAS DE Cu/Nb E Nb/Cu.

N. Mattoso, C. Achete e F. L. Freire Jr.\*

Laboratório de Estudos de Materiais e Interfaces - PEMN/COPPE/UFRJ. Caixa Postal 68.505, Rio de Janeiro.

\* Departamento de Física, Puc-Rio.

A partir de meados da década de 80, um grande número de trabalhos tem surgido na área de bicamadas, principalmente na interação de metais refratários com metais semi-nobres. Neste trabalho estudamos a interação de um metal refratário, o Nióbio, com o único metal nobre que forma compostos estáveis com silício, no caso o Cobre. As amostras foram preparadas pela deposição de filmes finos por evaporação sobre Si(100) tendo espessuras de 250 nm em cada camada. Os tratamentos térmicos foram efetuados a pressão de  $3 \times 10^{-5}$  mbar com temperaturas variando de 200 à 800°C durante 30 minutos. Para a caracterização foram utilizadas a difração de raios-x, a microscopia eletrônica de transmissão, a espectroscopia de elétrons Auger, a espectrometria de retroespalhamento de Rutherford e medidas de resistência de folha. Os resultados evidenciam a formação da fase  $Cu_4Nb_5Si_4$  a 700°C em separação de fase com o siliceto  $NbSi_2$  para o sistema Cu/Nb. Ao invertermos a ordem das camadas observamos camadas distintas dos silicetos  $NbSi_2$  e  $Cu_3Si$ , porém com o início da formação do composto terciário  $Cu_4Nb_5Si_4$  a 800°C na interface dos silicetos de Nióbio e Cobre.

SUF 131/14.00/6s.

## EVOLUÇÃO DE FASES NO SISTEMA DE BICAMADAS DE Co/Fe.

Ney Mattoso e Carlos Achete

Laboratório de Estudos de Materiais e Interfaces  
PEMN/COPPE/UFRJ - Caixa Postal 68505 Rio de Janeiro

Neste trabalho foram depositados filmes finos de Co e Fe sobre Si(111) por evaporação, sofrendo posteriormente tratamentos térmicos de 30 minutos à pressão de  $3 \times 10^{-5}$  mbar com temperaturas variando de 200 à 500°C. A caracterização foi feita com a difração de raios-x e com medidas de resistência de folha. Os resultados revelam que a 300°C inicia-se a reação dos dois metais com a formação das fases  $Fe_3Si$ ,  $FeSi$  e  $Co_3Si$ . A 400°C as duas camadas foram completamente reagidas e a 500°C surgem as fases  $CoSi$  e a fase semicondutora (Beta)- $FeSi$ . A curva da variação da resistência de folha de tratamento térmico se mantém inicialmente entre 200 e 400°C o que nos sugere que talvez haja a formação de uma fase ordenada  $CoFe$ .



SUF 132/14.00/6a.

**STRUTOS DE FERRO FORMADOS EM NITRETAÇÃO DE ANÓDIA CASOSA**

Arnaldo Moura de Figueiredo e Valéria Braga  
Departamento de Física - UFSC - 88049 Florianópolis

Nitreando o aço 1.020 a temperaturas de 430 °C sob fluxo de anóxia, observamos a formação de uma camada amorfa de  $\xi$ -Fe<sub>2</sub>N, cuja cinemática de evolução é acompanhada por espectroscopia Mossbauer de elétrons de conversão - CEMS.

Sob resfriamento rápido das amostras, surgem novas fases paramagnéticas, diferentes daquelas presentes no diagrama Fe-N.

O mecanismo superficial de formação dos strutos se dá pela formação de aglomerados, provavelmente de FeN, os quais evoluem termicamente para  $\xi$ -Fe<sub>2</sub>N.

Obtivemos uma evidência da formação do Fe<sub>3</sub>N ao nitratar um sal de cloreto ferroso também em fluxo de anóxia, a temperaturas de apenas 250 °C.

SUF 133/14.00/6a.

**ESTUDO DO ÍNDICE DE REFRAÇÃO DE FILMES FINOS CRESCIDOS SOBRE SUBSTRATOS SEMICONDUCTORES - JEFERSON LUIZ DE JESUS PRONÇA, THERESINHA DE JESUS SERRA DE MATOS, ENEIDA AMARINO FERNANDES PIZA E MARIA BENY ZAKTA HORUSYNI - UNICAMP.**

Neste trabalho apresentamos os resultados obtidos para o índice de refração de filmes finos transparentes, crescidos sobre substratos semicondutores de GaAs, Si e GaSb.

O método de medida utilizado é uma variação do método de Abêles para materiais não absorvedores. Seu princípio é a obtenção do ângulo de Brewster do material depositado como filme fino sobre o substrato. A amostra, parcialmente coberta com o filme de interesse, é presa ao eixo de um motor que gira com frequência controlada e o conjunto amostra-motor é por sua vez montado sobre um goniômetro. Um feixe de luz monocromática e plano polarizada incide sobre a amostra em movimento. A luz refletida ora pela superfície do substrato ora pelo filme é detectada e analisada por um lock-in em função do ângulo de incidência. A montagem experimental permite que a análise seja feita na faixa de 0,5um até 2,5um. O método apresenta as vantagens de ser simples, preciso e não destrutivo. O sistema foi testado para medidas do índice de refração de materiais conhecidos com excelentes resultados.

Serão apresentadas as curvas de dispersão obtidas para filmes óxidos de GaSb crescidos por eletrodeposição sobre GaSb. Uma observação importante é a dependência do índice de refração com a espessura do filme óxido. Também serão apresentados os resultados obtidos para camadas epitaxiais de GaAlAsSb de diferentes composições crescidas sobre GaSb por crescimento epitaxial.

SUF 134/14.00/6a.

**DEPOSIÇÃO DE FILMES FINOS DE CARBONO AMORFO HIDROGENADO COM PROPRIEDADES TIPO DIAMANTE..**

B.R. de Camargo Jr., D.F. Franceschini, G.A. Acheta (COPPE/UFRJ)

Neste trabalho são apresentados resultados referentes a deposição de filmes finos de carbono amorfo hidrogenado com propriedades tipo diamante, por meio de descarga luminescente auto-polarizada. A deposição dos filmes foi realizada montando-se os substratos sobre o catodo de aço inox de um sistema de deposição por "sputtering", sendo a descarga estabelecida em atmosfera de CH<sub>4</sub> ou CH<sub>4</sub>-N<sub>2</sub>, em diversas condições de pressão e potencial de auto-polarização. Diversos tipos de substratos foram utilizados: Si monocristalino, vidro, polipropileno, PVC e aço inox.

Durante o desenvolvimento do trabalho observou-se que a boa aderência dos filmes obtidos ao substrato depende fortemente de sua natureza química e carece de escrupulosa limpeza do mesmo. Observou-se também que o filme depositado na região aterrada do reator pode resultar na ocorrência de arcos elétricos, em instabilidades ou mesmo na extinção da descarga. Resultados da caracterização de alguns dos filmes obtidos por meio de espectroscopia de infra-vermelho e medidas de micro-dureza Vickers serão também apresentados.

LUIZ BERNARDINO e Carlos Schwab

Laboratório de Estudos de Materiais e Interfaces

PEMM/COPPE/UFRJ - Caixa Postal 68505 Rio de Janeiro

A formação de silicetos metálicos a partir da reação metal com silício cristalino tem sido vastamente estudada. Entretanto, apesar de sua importância na fabricação de contatos para células solares, a interação metal/a-Si:H tem gerado um número reduzido de trabalhos. Neste trabalho é estudada a interação entre cobre e silício amorfo hidrogenado a qual é relatada ocorrer a baixas temperaturas (150 - 200 °C). As amostras foram caracterizadas através da técnica de efusão de  $H_2$ , Espectroscopia de Elétrons Auger (AES) e medidas de resistência de folha. A técnica de efusão é relativamente nova em análise de materiais, e permite caracterizar mudanças estruturais ocorridas em filmes finos através da evolução de gases presentes nas amostras em função da temperatura de aquecimento. Verificou-se que a presença do cobre sobre a superfície do a-Si:H provoca a evolução do hidrogênio a temperaturas muito mais baixas comparadas com o silício amorfo hidrogenado não recoberto com metal. Medidas AES e de resistência de folha indicam que esta evolução está diretamente relacionada com a formação de silicetos.

ESPECTROMETRIA DE MASSA ( $^{252}Cf$ -PDMS) DE AMOSTRAS SÓLIDAS.APLICAÇÃO A FILMES DE  $C_{60}$  E DE ALIZARINA

C.R. Ponceano, J.M.F. Jeronymo, E.F. da Silveira, Depto de Física - PUC-RIO.

S. Della Negra, Institut de Physique Nucléaire - Orsay - França.

Amostras de filmes finos de  $C_{60}$  e de alizarina foram analisadas pelo método PDMS (Particle Description Mass Spectrometry). O espectrômetro de massa empregado foi construído no Laboratório Van de Graaff da PUC-Rio e utiliza uma fonte radioativa de  $Cf-252$  para induzir a desorção de íons positivos e negativos da superfície da amostra. Os espectros de massa foram calibrados tomando-se como referência os picos correspondentes aos íons  $H^+$ ,  $Ca^+$ , e agregados  $(Ca)_nCa^+$  até  $n = 4$  (massas 1172 u), de uma amostra de iodeto de cério. A resolução em massa obtida é de 5/1000. No espectro de uma amostra de  $C_{60}$  não purificado, identifica-se claramente os picos de massa 720 ( $C_{60}$ ) e 840 ( $C_{70}$ ) sobre um pico mais largo (metastáveis). Tais resultados demonstram que este instrumento pode auxiliar na caracterização desse material, por meio desta análise não destrutiva.

Os espectros de massa obtidos de 3 amostras de alizarina ( $C_{14}H_8O_4$ ) preparadas por espargimento elétrico (electrospray), a partir de soluções neutra, ácida e básica, permitem observar modificações na estrutura molecular devidas às reações da alizarina com ácidos e bases.

Apoio: PADCT, SCT, PAPERJ

## ESTUDO COMPARATIVO DO RENDIMENTO DE DESSORÇÃO DE ÍONS INDUZIDA POR FEIXES DE C, N, E O

R.R. Pinho, J.A.M. Pereira, E.F. Del Ponsoo, C.V. Barros Leite, J.M.P. Jeronymo, E.F. da Silveira, Departamento de Física, PUC-Rio

Um espectrômetro de massa tipo tempo-de-voo foi utilizado para analisar os íons desorvidos de algumas amostras orgânicas sob bombardeio iônico.

Feixes de íons de C, N e O, com energia cinética na faixa do MeV foram obtidos no acelerador Van de Graaff da PUC-Rio. No caso de amostras de Fenilalanina (Peso Molecular = 165), um estudo sistemático da desorção de íons secundários foi feito para diversos estados de carga do íon incidente e com energias variando de 1 a 4 MeV. Para uma amostra de Alizarina (P.M. = 240) verificou-se que o rendimento de desorção de  $H^+$  para feixes de 2 MeV de  $C^{++}$  é 50% menor que para feixes de 2 MeV de  $O^{++}$ .

P.C. de Camargo - DF - UFPR.

E.C.P. de Souza e L.O.S. Bulhões - DQ - UFSCAR

O cromo sofre uma transição de fase do estado paramagnético (PM) para Antiferromagnético (AFM) na temperatura de 3°K. Esta transição está associada a uma variação na disponibilidade de elétrons de condução.

Os efeitos de transição PM-AFM sobre as características eletroquímicas da junção cromo-óxido-solução foram investigados.

A técnica utilizada foi a Voltametria cíclica.

Os resultados são analisados e especulações são feitas na tentativa de interpretá-los este experimento é feito no sentido de observar-se efeitos da alteração na estrutura eletrônica de um metal sobre as características de óxido-redução.

-----NOME-----	-----INST-----	GRUPO	DIA	HORA	TIPO	PAG
*ABA ISRAEL COHEN PERSIANO	UFMG	MAC	6a.	14:00	P-062	208
ABA ISRAEL COHEN PERSIANO	UFMG	HET	4a.	14:00	P-082	247
*ADAD S S DUZA	IFQSC	ATO	5a.	14:00	P-001	14
*ADAUTO JOSE FERREIRA DE SOUZA	UFPE	EST	4a.	08:40	O	109
*ADEILSDN PESSOA DE MELO	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-023	103
*ADELINO DE AGUIAR COELMD	UNICAMP	MET	4a.	08:25	O	235
ADELINO DE AGUIAR COELMD	UNICAMP	MAT	4a.	12:10	O	217
ADELINO DE AGUIAR COELHO	UNICAMP	MAT	6a.	09:20	O	218
*ADEMIR RICART ALVES	UPV	SEM	5a.	09:30	O	320
*ADERBAL CARLOS DE OLIVEIRA	UNB	MAG	6a.	14:00	P-054	205
ADERBAL CARLOS DE OLIVEIRA	UNB	MAG	6a.	14:00	P-055	205
*ADILSON JESUS APARECIDO DE OLIVEIRA	UFSCAR	MAG	5a.	08:55	O	197
*ADOLFO NICOLAS POSADAS DURAND	IFQSC	EST	6a.	10:30	O	121
*ADRIANA FRANCA	UNICAMP	ATO	5a.	14:00	P-007	216
*ADRIANA FRANCA BUENO BRAGA	UNICAMP	MAT	6a.	09:00	O	138
*ADRIANA GOMES MOREIRA	UFMG	EST	5a.	14:00	P-045	218
*ADRIANA LUCIA CERRI TRIQUES	UNICAMP	OTI	5a.	12:30	O	261
*ADRIANA LUCIA CERRI TRIQUES	UNICAMP	OTI	4a.	11:45	O	255
*ADRIANO FRANCISCO SIQUEIRA	FTI	MAT	5a.	14:00	P-093	226
*ADRIANO MAURO CANSIAN	IFQSC	OTI	5a.	14:00	P-117	271
*ADRIANO MAURO CANSIAN	IFQSC	OTI	5a.	14:00	P-118	272
*ADRIANO MAURD CANSIAN	IFQSC	INS	5a.	10:15	O	157
*AFONSO HENRIQUES SOUZA DA COSTA E SILVA	UFPE	INS	6a.	10:30	O	162
AFONSO HENRIQUES SOUZA DA COSTA E SILVA	UFPE	INS	4a.	14:00	P-063	169
AGLAE CRISTINA NAVARRO DE MAGALHAES	CBPF	EST	4a.	14:00	P-047	132
AGLAE CRISTINA NAVARRO DE MAGALHAES	CBPF	EST	4a.	14:00	P-046	132
*AGNALDO APARECIDO PRESCHI	UNICAMP	MAT	5a.	14:00	P-116	271
*AGNIESZKA PAWLICKA	IFQSC	POL	5a.	14:00	P-125	286
AGNIESZKA PAWLICKA	IFQSC	POL	5a.	11:15	O	286
*AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA	UNESP-BAUR	POL	5a.	14:00	P-130	296
*AGUSTIN MARIO RODRIGUEZ	CBPF	DEF	6a.	12:10	O	87
AGUSTIN MARIO RODRIGUEZ	CBPF	SEM	6a.	14:00	P-092	346
AGUSTIN MARIO RODRIGUEZ	CBPF	MAT	6a.	11:30	O	220
AGUSTIN MARIO RODRIGUEZ	CBPF	SEM	6a.	14:00	P-097	348
AGUSTIN MARIO RODRIGUEZ	CBPF	SUP	6a.	08:30	O	371
*AILTON CAVALLI	IFQSC	SUP	6a.	11:15	O	379
*AIRTON CARLOS NOTARI	UNIR-RO	SEM	5a.	10:45	O	321
AIRTON CARLOS NOTARI	UNIR-RO	SEM	4a.	12:00	O	319
*ALBA GRACIELA RIVAS DE THEUMANN	UFRGS	EST	4a.	14:00	P-052	134
ALBA GRACIELA RIVAS DE THEUMANN	UFRGS	EST	5a.	14:00	P-065	143
*ALBERTO PASSOS GUIMARAES	CBPF	MAG	5a.	08:40	O	197
*ALBERTO SEBASTIAO DE ARRUDA	UFMT	EST	4a.	14:00	P-033	128
*ALCIONE ROBERTO JURELO	UFPR	SUC	6a.	14:00	P-115	366
*ALCIONE SILVA FERNANDES	UFPR	EST	6a.	14:00	P-052	151
*ALDO FELIX CRAIEVICH	LNLS	CRI	4a.	10:30	O	66
ALDO FELIX CRAIEVICH	LNLS	CRI	4a.	11:10	O	67
*ALEKSANDRA BOSKOVIC	PUC/RJ	OTI	6a.	12:00	O	266
*ALESSANDRA CRISTINA HOLMO	IFQSC	POL	6a.	11:30	O	291
ALESSANDRA CRISTINA HOLMO	IFQSC	POL	5a.	14:00	P-131	297
ALESSANDRA LANG DE ALMEIDA CUNHA	PUC/RJ					
*ALEXANDRE LIMA CORREIA	UNICAMP	OTI	5a.	12:00	D	260
*ALEXANDRE MALTA ROSSETI	CBPF	RES	4a.	09:30	O	302
ALEXANDRE MALTA ROSSETI	CBPF	RES	4a.	14:00	P-098	310
ALEXANDRE MALTA ROSSETI	CBPF	RES	4a.	14:00	P-100	311
ALEXANDRE MALTA ROSSETI	CBPF	RES	4a.	14:00	P-101	312
ALEXANDRE MALTA ROSSI	CBPF	RES	5a.	14:00	P-070	255
ALEXANDRE TADEU GOMES DE CARVALHO	UPV	INS	5a.	14:00	P-088	225
ALEXANDRE TADEU GOMES DE CARVALHO	UPV	MAT	5a.	14:00	P-088	225
*ALEXEI A. KAMSHILIN	UNICAMP	INS	6a.	08:00	O	160
ALEXEI A. KAMSHILIN	UNICAMP	OTI	5a.	14:00	P-116	271
ALEXEI A. KAMSHILIN	UNICAMP	OTI	6a.	08:45	O	262
*ALVARO GUEDES SOARES	UNICAMP	SEM	4a.	14:00	P-110	333
ALVARO GUEDES SOARES	UNICAMP	SEM	5a.	09:45	O	321
*ALVARO JOSE DAMIAO	IEAV/CTA	SUP	6a.	11:00	O	379
ALVARO JOSE DAMIAO	IEAV/CTA	SUP	6a.	14:00	P-123	385
ALVARO JOSE DAMIAO	IEAV/CTA	SUP	6a.	14:00	P-124	385
*ALVARO LUIZ COELHO	IFT	SUC	5a.	09:45	O	360
*ALVARO LUIZ TRONCONI	UNB	RES	4a.	14:00	P-102	312
*ALVARO MACEDO DA SILVA	EMBRAPA	INS	5a.	14:00	P-066	173
*AMADEU JOSE MONTAGNINI LOGAREZZI	UFSCAR	POL	5a.	10:15	O	285
AMANDO SIUITI ITO	IFUSP	INS	6a.	09:20	O	161
AMANDO SIUITI ITO	IFUSP	BIO	6a.	11:30	O	47
AMANDO SIUITI ITO	IFUSP	BIO	6a.	11:50	O	48
AMANDO SIUITI ITO	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-027	104
*AMERICO TRISTAO BERNARDES	IFUSP	EST	5a.	11:00	O	117
AMERICO TRISTAO BERNARDES	IFUSP	EST	5a.	14:00	P-047	137
AMERICO TRISTAO BERNARDES	IFUSP	EST	5a.	14:00	P-048	137
AMILTON DA COSTA LAMAS	TELEBRAS	SEM	6a.	14:00	P-093	346
*AMIR ORDACGI CALDEIRA	UNICAMP	POL	5a.	09:00	D	284
ANA CLAUDIA RIBEIRO DA MOTTA	UNICAMP	RES	4a.	14:00	P-087	307
*ANA LUCIA C. F. SOUTO	IFUSP	BIO	6a.	14:00	P-001	57
*ANA MARIA DE PAULA	UFMG	SEM	4a.	08:30	O	315
*ANA MARIA DE PAULA	UFMG	SEM	4a.	09:15	O	318
*ANA MARIA DO ESPIRITO SANTO	IPEN	DEF	5a.	08:10	O	88
*ANA REGINA BLAK	IFUSP	DEF	4a.	10:50	O	86
ANA REGINA BLAK	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-018	101
ANA REGINA BLAK	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-014	100
ANA REGINA BLAK	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-019	102
ANA REGINA BLAK	IFUSP	DEF	6a.	09:30	O	92
ANA REGINA BLAK	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-027	104
ANA REGINA BLAK	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-020	102
*ANA VALERIA DE FREITAS SILVA	UFF	INS	6a.	14:00	P-057	167

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	-----INST----	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
ANANIAS MONTEIRO MARIZ	UFRN	EST	4a.	14:00	P-040	130
*ANDERSON BEATRIZ	UFRGS	MET	6a.	11:15	O	242
ANDRE BOHOMOLETZ HENRIQUES	UFUSP	INS	5a.	14:00	P-068	174
*ANDRE CONTI MEDUGNO	PIRELLI	SUC	6a.	14:00	P-110	365
*ANDRE CONTI MEDUGNO	PIRELLI	SUC	6a.	14:00	P-111	365
*ANDRE CONTI MEDUGNO	PIRELLI	SUC	6a.	14:00	P-112	365
*ANDRE CONTI MEDUGNO	PIRELLI	SUC	6a.	14:00	P-113	366
*ANDRE LUIZ MALVEZZI	UFSCAR	EST	5a.	14:00	P-060	141
*ANDRE MAURICIO BRINATTI	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-020	78
*ANDRE MAURICIO CONCEICAO DE SOUZA	UFSE	EST	4a.	14:00	P-040	130
*ANDREA BRITO LATGE	UFF	SEM	5a.	11:45	O	323
ANDREA BRITO LATGE	UFF	OTI	6a.	14:00	P-073	275
ANDREA PAESANO JUNIOR	FUEM					
ANDREW HAROLD BOTT	COPPE/UFRJ	MAT	4a.	09:40	O	214
*ANGELICA AKEMI KONDO	IFOSC	POL	5a.	14:00	P-131	297
*ANGELO LUIZ GOBBI	TELEBRAS	SEM	6a.	14:00	P-093	346
ANGELO LUIZ GOBBI	TELEBRAS	SEM	6a.	09:15	O	325
*ANNA PAULA BECHEPECHE	UFSCAR	MAT	5a.	14:00	P-096	227
ANNETTE GORENSTEIN	UNICAMP	CRI	4a.	09:10	O	65
ANNETTE GORENSTEIN	UNICAMP	SUF	5a.	10:15	O	374
*ANNIBAL DIAS DE FIGUEIREDO NETO	UNB	EST	6a.	14:00	P-038	146
*ANTONIO CALIRI	FCFRP	EST	6a.	09:40	O	120
*ANTONIO CARLOS BENTO	FUEM	MAT	4a.	12:10	O	217
*ANTONIO CARLOS BENTO	FUEM	MAT	6a.	09:20	O	218
*ANTONIO CARLOS BENTO	FUEM	MAT	6a.	09:40	O	219
ANTONIO CARLOS DE FARIA	UFGO	DEF	5a.	14:00	P-040	100
*ANTONIO CARLOS FRANCO DA SILVEIRA	UNICAMP	OTI	6a.	11:15	O	265
ANTONIO CARLOS FRANCO DA SILVEIRA	UNICAMP	OTI	6a.	11:30	O	265
*ANTONIO CARLOS GRAVATO BORDEAUX REGO	TELEBRAS	OTI	6a.	10:30	O	264
*ANTONIO CARLOS HERNANDES	IFOSC	DEF	5a.	10:50	O	90
*ANTONIO CARLOS HERNANDES	IFOSC	DEF	5a.	14:00	P-033	97
*ANTONIO CARLOS HERNANDES	IFOSC	DEF	5a.	14:00	P-034	98
*ANTONIO CARLOS HERNANDES	IFOSC	DEF	5a.	14:00	P-035	98
*ANTONIO CARLOS PEREIRA	UNICAMP	BIO	4a.	11:20	O	43
ANTONIO CARLOS PEREIRA	UNICAMP	BIO	4a.	11:40	O	44
*ANTONIO CESAR DE OLIVEIRA	IFOSC	INS	5a.	10:15	O	157
ANTONIO CLARET SOARES SABIONI	UFOP	MAT	5a.	14:00	P-108	231
*ANTONIO CLEVES NUNES OLIVEIRA	UNB	MET	4a.	14:00	P-084	248
*ANTONIO CLEVES NUNES OLIVEIRA	UNB	OTI	6a.	14:00	P-090	280
*ANTONIO CLEVES NUNES OLIVEIRA	UNB	SEM	5a.	14:00	P-143	341
*ANTONIO CLEVES NUNES OLIVEIRA	UNB	SEM	5a.	14:00	P-144	342
ANTONIO CLEVES NUNES OLIVEIRA	UNB	SEM	4a.	14:00	P-120	336
*ANTONIO FERREIRA ALVES	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-024	103
ANTONIO JEFFERSON DA SILVA MACHADO	FTI	MAT	5a.	14:00	P-095	227
ANTONIO JEFFERSON DA SILVA MACHADO	FTI	MAT	5a.	14:00	P-092	226
ANTONIO JEFFERSON DA SILVA MACHADO	FTI	MAT	5a.	14:00	P-093	226
*ANTONIO JEFFERSON DE DEUS MORENO	UFMA	DEF	4a.	11:30	O	87
*ANTONIO JEFFERSON DE DEUS MORENO	UFMA	MAT	6a.	08:20	O	217
*ANTONIO JOSE PALANGANA	FUEM	LIO	4a.	08:50	O	183
*ANTONIO LUCIANO BAIA NETO	UFF	MET	4a.	14:00	P-086	248
*ANTONIO LUCIANO DE ALMEIDA FONSECA	UNB	ATO	5a.	08:45	O	23
*ANTONIO LUCIANO DE ALMEIDA FONSECA	UNB	ATO	5a.	09:00	O	23
*ANTONIO LUCIANO DE ALMEIDA FONSECA	UNB	SEM	4a.	14:00	P-120	136
ANTONIO LUCIANO DE ALMEIDA FONSECA	UNB	SEM	5a.	14:00	P-143	341
ANTONIO LUCIANO DE ALMEIDA FONSECA	UNB	OTI	6a.	14:00	P-090	280
*ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO	IFUSP	LIO	4a.	10:50	O	185
ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO	IFUSP	LIO	4a.	14:00	O	186
ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO	IFUSP	LIO	4a.	09:50	O	184
ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO	IFUSP	LIO	4a.	08:30	O	183
ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO	IFUSP	LIO	4a.	11:50	O	186
ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO	IFUSP	LIO	4a.	11:00	O	187
ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO	IFUSP	LIO	4a.	11:30	O	186
*ANTONIO NEWTON BORGES	UFGO	SEM	5a.	14:00	P-152	344
*ANTONIO NEWTON BORGES	UFGO	SEM	5a.	14:00	P-153	345
*ANTONIO RICARDO ZANATTA	UNICAMP	SEM	6a.	14:00	P-098	348
*ANTONIO RICARDO ZANATTA	UNICAMP	SUF	5a.	11:30	O	375
*ANTONIO SERGIO TEIXEIRA PIRES	UFMG	MAG	6a.	14:00	P-063	208
ANTONIO SERGIO TEIXEIRA PIRES	UFMG	MAG	6a.	14:00	P-064	208
*ANTONIO TADEU LINO	UFUBERL	SEM	4a.	14:00	P-108	332
*ANTONIO TAVARES DA COSTA JUNIOR	UFF	OTI	5a.	14:00	P-121	273
*ANTONIO VANDERLEI DOS SANTOS	UFSC	MET	4a.	14:00	P-075	245
*ANTONIO YUKIO UETA	INPE	SEM	6a.	14:00	P-095	347
*ARAKEN DOS SANTOS WERNECK RODRIGUES	UNB	ATO	5a.	14:00	P-004	35
*ARANDI GIANE BEZERRA JUNIOR	UFPR	EST	5a.	14:00	P-063	147
*ARLETE RIGHI	UFMG	DEF	6a.	11:50	O	94
*ARMANDO LOPES DE OLIVEIRA	UFMG	POL	6a.	08:30	O	288
*ARMANDO LOPES DE OLIVEIRA	UFMG	SUC	5a.	11:30	O	362
*ARMANDO YOSHIHAKI TAKEUCHI	CBPF	MAG	6a.	14:00	P-060	207
ARTEMIO SCALABRIN	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-086	279
ARTEMIO SCALABRIN	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-085	279
ARTEMIO SCALABRIN	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-089	280
ARTEMIO SCALABRIN	UNICAMP	OTI	5a.	09:00	O	257
ARTEMIO SCALABRIN	UNICAMP	OTI	5a.	09:15	O	257
ARTUR WILSON CARBONARI	IPEN	MAG	5a.	08:10	O	196
*AUGUSTO CESAR DE CASTRO BARBOSA	UFF	MET	6a.	09:25	O	240
*AYRTON ANDRE BERNUSSI	TELEBRAS	SEM	5a.	14:00	P-155	345
*AYRTON ANDRE BERNUSSI	TELEBRAS	SEM	6a.	09:15	O	325
*AYRTON ANDRE BERNUSSI	TELEBRAS	OTI	6a.	10:30	O	264
*BACHIR HALLOUCHE	UFRGS	SUF	6a.	09:10	O	377
*BASILIO BASEIA	UPPB	OTI	6a.	14:00	P-071	274
*BASILIO BASEIA	UPPB	OTI	6a.	14:00	P-072	274
*BASILIO BASEIA	UPPB	OTI	6a.	14:00	P-073	275

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	-----INST-----	GRUPO	DIA	HORA	TIPO	PAG
*BASILIO BASEIA	UFPB	OTI	6a.	14:00	P-074	275
BASILIO BASEIA	UFPB	OTI	6a.	14:00	P-078	276
BASILIO BASEIA	UFPB	OTI	6a.	14:00	P-075	275
*BEATRIZ MARIA BOECHAT PONCIANO	UFF	EST	4a.	14:00	P-037	129
BELITA KOILLER	PUC/RJ	EST	4a.	12:00	O	113
BELITA KOILLER	PUC/RJ	SEM	6a.	11:30	O	327
BELITA KOILLER	PUC/RJ	EST	6a.	09:25	O	120
*BENEDITO JONAS DE OLIVEIRA FRANCO	UFMG	EST	6a.	14:00	P-048	149
BENEDITO RENE FISCHER	UNESP	INS	6a.	10:45	O	162
*BERNARDO DE ASSUNCAO MELLO	UNICAMP	OTI	5a.	14:00	P-120	272
BERNARDO LAKS	UNICAMP	POL	5a.	08:45	O	283
BERNARDO LAKS	UNICAMP	MET	4a.	08:55	O	235
*BERNARDO RUEGGER ALMEIDA NEVES	UFMG	SEM	5a.	09:00	O	320
*BERNARDO RUEGGER ALMEIDA NEVES	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-145	342
*BERNHARD JOHANNES LESCHE	UFRJ	OTI	4a.	10:00	O	253
*BERNHARD JOHANNES LESCHE	UFRJ	OTI	4a.	12:30	O	256
*BISMARCK VAZ DA COSTA	UFMG	MAG	4a.	12:15	O	196
BISMARCK VAZ DA COSTA	UFMG	POL	5a.	14:00	P-128	296
BISMARCK VAZ DA COSTA	UFMG	MAG	4a.	12:00	O	193
*CAIO MARIO CASTRO CASTILHO	UFBA	SUF	6a.	08:15	O	371
*CAIO MARIO CASTRO CASTILHO	UFBA	SUF	6a.	09:00	O	377
CAIO MARIO CASTRO CASTILHO	UFBA	SUF	6a.	14:00	P-127	386
CANDIDA INES ECHETTINI DA COSTA E SILVA	UFPE	SUC	5a.	10:30	O	361
*CARLA FIGUEIRA DE MORISSON FARIA	UFSC	EST	4a.	14:00	P-080	277
*CARLITO CARLUCCI	UFSC	CRI	4a.	14:00	P-014	76
*CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	5a.	09:45	O	373
CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	6a.	10:15	O	378
CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	6a.	14:00	P-131	387
CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	6a.	14:00	P-130	387
CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	6a.	14:00	P-129	387
CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	5a.	11:45	O	375
CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	6a.	14:00	P-135	389
CARLOS ALBERTO ACHETE	COPPE/UFRJ	SUF	6a.	14:00	P-134	389
*CARLOS ALBERTO DOS SANTOS	UFRN	MAG	4a.	11:15	O	194
*CARLOS ALBERTO DOS SANTOS	UFRN	MAT	6a.	08:00	O	217
CARLOS ALBERTO DOS SANTOS	UFRN	MAG	6a.	14:00	P-053	205
CARLOS ALBERTO KUHNER	UFSC	MET	6a.	08:55	O	239
CARLOS ALBERTO KUHNER	UFSC	CRI	4a.	14:00	P-075	245
CARLOS ALESSANDRO ALVES DA SILVA	FTI	MAT	5a.	14:00	P-095	227
*CARLOS ANTONIO PEREIRA VIANNA	UNB	DEF	5a.	14:00	P-039	99
CARLOS ANTONIO PEREIRA VIANNA	UFUSP	DEF	6a.	14:00	P-018	101
CARLOS BENEDICTO RAMOS PARENTE	IPEN	CRI	4a.	14:00	P-027	80
CARLOS BENEDICTO RAMOS PARENTE	IPEN	MAG	4a.	10:30	O	193
*CARLOS DE OLIVEIRA PAIVA SANTOS	UNESP	CRI	4a.	14:00	P-011	75
*CARLOS EDUARDO FELLOWS	UFF	ATO	4a.	14:00	P-007	33
*CARLOS EDUARDO FELLOWS	UFF	ATO	4a.	14:00	P-008	33
*CARLOS EUGENIO FOERSTER	UFRGS	MET	4a.	09:25	O	236
*CARLOS EUGENIO IMBASSAHY CARNEIRO	UFUSP	EST	4a.	10:30	O	111
*CARLOS FREDERICO DE OLIVEIRA GRAEFF	UNICAMP	SUF	5a.	11:00	O	374
*CARLOS FREDERICO DE SOUZA CASTRO	UNB	ATO	5a.	14:00	P-006	36
*CARLOS FREDERICO OLDEHUS	UFF	OTI	5a.	14:00	P-122	273
*CARLOS HENRIQUE BARBERINO	UFUSP	CRI	4a.	14:00	P-012	75
CARLOS HENRIQUE BARBERINO	UFUSP	INS	5a.	10:45	O	158
CARLOS HENRIQUE BARBERINO	UFUSP	INS	5a.	10:30	O	157
CARLOS HENRIQUE COSTA MOREIRA	UFMG					
CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ	UNICAMP	SEM	6a.	11:45	O	327
CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ	UNICAMP	OTI	5a.	14:00	P-109	269
CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ	UNICAMP	OTI	5a.	11:30	O	260
CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ	UNICAMP	OTI	5a.	12:30	O	261
CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ	UNICAMP	OTI	4a.	11:45	O	255
*CARLOS HENRIQUE WESTPHAL	UFUSP	SUC	6a.	14:00	P-114	366
CARLOS JESIVAN MARQUES ALBUQUERQUE	IPD	INS	5a.	14:00	P-086	180
*CARLOS JOSE LEOPOLDO CONSTANTINO	UFSC	SUF	6a.	11:30	O	380
*CARLOS KAZUO INOKI	UNICAMP	SEM	6a.	14:00	P-109	333
*CARLOS KOITI TAKATA	UFUSP	INS	6a.	09:20	O	161
CARLOS LARICA	UFES	SUF	6a.	08:45	O	376
CARLOS LENZ CESAR	UNICAMP	OTI	5a.	11:15	O	359
CARLOS LENZ CESAR	UNICAMP	OTI	4a.	10:30	O	253
CARLOS LENZ CESAR	UNICAMP	SEM	5a.	12:00	O	123
CARLOS LENZ CESAR	UNICAMP	OTI	5a.	12:00	O	260
*CARLOS MAURICIO G. F. CHAVES	PUC/RJ	EST	6a.	09:25	O	120
*CARLOS RENATO ZACHARIAS	UNESP-FEG	CRI	5a.	09:30	O	69
*CARLOS RENATO ZACHARIAS	UNESP-FEG	CRI	5a.	09:40	O	69
*CARLOS ROBERTO GRANDINI	UNESP-BAUR	MAT	4a.	09:00	O	214
*CARLOS ROBERTO GRANDINI	UNESP-BAUR	MET	4a.	14:00	P-080	246
CARLOS ROBERTO GRANDINI	UNESP-BAUR	MAT	5a.	14:00	P-100	229
CARLOS ROBERTO GRANDINI	UNESP-BAUR	MAT	5a.	14:00	P-097	228
CARLOS ROBERTO GRANDINI	UNESP-BAUR	MAT	4a.	08:40	O	213
*CARLOS ROBERTO MARTINS DA CUNHA	UFUSP	SEM	5a.	11:00	O	328
*CARLOS ROBERTO MENDES DE OLIVEIRA	UNICAMP	SEM	5a.	12:00	O	327
CARLOS SCHWAB	IEAV/JTA	OTI	5a.	09:00	O	257
CARLOS SEIHIITI ORII YOKOI	UFUSP	EST	5a.	14:00	P-055	140
CARLOS SEIHIITI ORII YOKOI	UFUSP	EST	4a.	14:00	P-030	127
CARLOS VIEIRA DE BARROS LEITE FILHO	PUC/RJ	MAT	5a.	14:00	P-108	231
CARLOS VIEIRA DE BARROS LEITE FILHO	PUC/RJ	SUF	6a.	14:00	P-137	389
*CARMEN BEATRIZ PEDROSO	UNICAMP	MAT	5a.	14:00	P-101	229
*CARMEN LUCIA CARDOSO OCHI	CBPP	MAG	6a.	14:00	P-066	209
*CARMEN PIMENTEL CINTRA DO PRADO	UFUSP	EST	6a.	12:00	O	123
*CARMEN PIMENTEL CINTRA DO PRADO	UFUSP	EST	5a.	14:00	P-050	138
*CARMEN SILVIA DE MOYA PARTITI	UFUSP	RES	4a.	14:00	P-091	308
*CARMEN SILVIA DE MOYA PARTITI	UFUSP	RES	4a.	14:00	P-090	308
*CASSIO RICARDO NAIGHIG MAULE	UFSC	INS	5a.	14:00	P-074	176

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	-----INST-----	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
*CELIA B. ANTENEODO DE PORTO	CBPF	BIO	6a.	11:10	O	47
*CELIA B. ANTENEODO DE PORTO	CBPF	BIO	6a.	14:00	P-003	57
*CELIA CORTEZ MAGHELY	CBPF	BIO	5a.	14:00	P-022	54
*CELIA MARIA ALVES DANTAS	IFQSC	OTI	6a.	14:00	P-078	275
*CELINA MARIA DE SOUZA COSTA	CBPF	BIO	6a.	14:00	P-003	57
*CELSO PINTO DE MELO	UPFE	POL	5a.	08:30	O	283
*CELSO PINTO DE MELO	UPFE	POL	5a.	09:15	O	284
*CELSO PINTO DE MELO	UPFE	POL	6a.	08:45	O	288
*CELSO PINTO DE MELO	UPFE	POL	6a.	09:00	O	288
*CELSO YUJI MATUO	IFUSP	LIQ	4a.	11:50	O	186
*CESAR CANESIN COLUCCI	UNICAMP	MAG	4a.	08:55	O	192
CESAR CANESIN COLUCCI	UNICAMP	MAG	6a.	14:00	P-062	206
CESAR CANESIN COLUCCI	UNICAMP	MAG	4a.	08:40	O	191
CESAR CANESIN COLUCCI	UNICAMP	MAG	4a.	08:10	O	191
*CESAR RENATO SIMENES DA SILVA	UFRGS	DEF	4a.	09:10	O	85
*CESAR RENATO SIMENES DA SILVA	UFRGS	MAT	4a.	08:00	O	213
*CHEN YING AN	INPE	DEP	5a.	14:00	P-031	97
*CHRISTIANE PHILIPPINI FERREIRA BORGES	IFQSC	BIO	6a.	14:00	P-011	60
*CHRISTIANO PEREIRA GUERRA	UNICAMP	OTI	6a.	09:45	O	263
*CICLAMIO LEITE BARRETO	UFRN	SEM	6a.	14:00	P-106	351
*CID BARTOLOMEU DE ARAUJO	UPFE	INS	5a.	08:50	O	155
*CID BARTOLOMEU DE ARAUJO	UPFE	OTI	4a.	11:00	O	254
*CID BARTOLOMEU DE ARAUJO	UPFE	OTI	5a.	09:45	O	258
*CID BARTOLOMEU DE ARAUJO	UPFE	OTI	5a.	10:30	O	259
*CID BARTOLOMEU DE ARAUJO	UPFE	OTI	5a.	11:00	O	259
*CID BARTOLOMEU DE ARAUJO	UPFE	OTI	5a.	11:45	O	260
*CID BARTOLOMEU DE ARAUJO	UPFE	OTI	5a.	10:00	O	258
*CLAUDIA CARLA VIANNA OLIVEIRA	UFMG	EST	4a.	14:00	P-048	133
CLAUDIA CARLA VIANNA OLIVEIRA	UFMG	EST	6a.	14:00	P-048	149
*CLAUDIA WENDES MAHLMANN	UFSC	4a.	14:00	O	212	
*CLAUDIO BENEDITO SILVA FURTADO	UPFE	EST	5a.	14:00	P-054	139
*CLAUDIO GONCALVES CARVALHAES	UFF	EST	4a.	14:00	P-051	134
*CLAUDIO HENRIQUE LEPIENSKI	UFPR	EST	6a.	14:00	P-051	150
*CLAUDIO JOSE DE LIMA	IFQSC	DEP	5a.	14:00	P-032	97
*CLAUDIO JOSE DE LIMA	IFQSC	INS	5a.	14:00	P-073	176
CLAUDIO JOSE DE LIMA	IFQSC	INS	5a.	09:20	O	156
*CLAUDIO JOSE MAGON	IFQSC	RES	5a.	08:10	O	304
CLAUDIO JOSE MAGON	IFQSC	RES	4a.	14:00	P-093	309
CLAUDIO JOSE MAGON	IFQSC	MAG	6a.	14:00	P-056	206
CLAUDIO JOSE MAGON	IFQSC	RES	4a.	14:00	P-095	309
*CLAUDIO SABURO SHIDA	IFUSP	BIO	6a.	14:00	P-002	57
*CLAUDIO SANTOS	UNICAMP	INS	4a.	14:00	P-064	170
*CLAUDIO SCHERER	UFRGS	EST	6a.	08:10	O	119
*CLAUDIO SCHERER	UFRGS	EST	6a.	14:00	P-039	146
CLAUDIO SCHERER	UFRGS	EST	6a.	14:00	P-040	147
CLAUDIO SCHERER	UFRGS	EST	4a.	09:10	O	85
CLAUDIO SCHERER	UFRGS	SUP	6a.	14:00	P-120	384
CLAUDIO SCHERER	UFRGS	MET	4a.	11:00	O	238
*CLAUDIO SERGIO SARTORI	UNICAMP	ATO	5a.	11:30	O	26
*CDELI MARIA BASTOS LOPES	PUC/RJ	BIO	6a.	10:50	O	47
*CONCEICAO APARECIDA BRAGA SALLES COSTA	UNICAMP	SEM	5a.	09:45	O	321
*CONSTANTINO TSALIS	CBPF	EST	6a.	09:55	O	121
*CONSTANTINO TSALIS	CBPF	EST	6a.	12:15	O	123
*CONSTANTINO TSALIS	CBPF	EST	6a.	14:00	P-050	150
*CONSTANTINO TSALIS	CBPF	EST	6a.	08:40	O	119
*CRISOGONO RODRIGUES DA SILVA	UFAL	EST	4a.	14:00	P-031	127
*CRISTIANA SCHIMM	UNICAMP	SEM	6a.	14:00	P-105	350
*CRISTIANE SILVEIRA HERNANDES	UNICAMP	SEM	4a.	14:00	P-118	336
*CRISTINA TOBLER DE SOUSA	UPBA	SUP	6a.	14:00	P-127	386
*D I SVERGUN	EXTERIOR	CRI	5a.	10:10	D	70
*DAILTON DE FREITAS	FTI	MAT	5a.	14:00	P-089	225
*DANIEL ADRIAN STARIOLO	CBPF	EST	5a.	10:30	O	116
*DANIEL ADRIAN STARIOLO	CBPF	EST	5a.	11:15	O	117
*DANIEL PEREIRA	UNICAMP	OTI	5a.	09:15	O	257
DANIEL PEREIRA	UNICAMP	OTI	5a.	09:00	O	257
DANIEL PEREIRA	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-086	279
DANIEL PEREIRA	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-085	279
DANIEL PEREIRA	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-089	280
*DANIEL RODRIGUES VENTURA	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-137	339
*DANTE FERREIRA FRANCESCINI FILHO	COPEP/UFPR	SUP	5a.	11:45	O	375
DANTE FERREIRA FRANCESCINI FILHO	COPEP/UFPR	SUP	6a.	14:00	P-134	388
*DANTE HOMERO MOSCA JUNIOR	UFRGS	MAG	5a.	14:45	O	200
*DANTE HOMERO MOSCA JUNIOR	UFRGS	MAG	5a.	12:00	D	201
DANTE HOMERO MOSCA JUNIOR	UFRGS	SUP	6a.	09:15	O	377
*DARCI MOTTA DE SOUZA ESQUIVEL	CBPF	BIO	5a.	14:00	P-030	56
DAVID JASMIN	UPFE	OTI	5a.	08:00	D	256
*DAVID RENATO CARRETA DOMINGUEZ	UFRGS	EST	4a.	08:55	O	109
*DEBORA GONCALVES	IFQSC	POL	5a.	09:45	O	285
DECILIO DE MADEIRDS SALES	IPD	INS	5a.	14:00	P-071	175
*DEISY PIEDADE MUNHOZ FISCHER	UNESP	INS	5a.	10:45	O	162
*DELSON UBIRATAN DA SILVA SCHRAMM	CBPF	RES	4a.	14:00	P-100	311
*DENIS LUIS DE PAULA SANTOS	UFSCAR	CRI	4a.	09:50	O	66
*DENIS LUIS DE PAULA SANTOS	UFSCAR	MAT	4a.	10:30	O	215
*DENIS LUIS DE PAULA SANTOS	UFSCAR	MAT	4a.	10:50	O	215
*DENIS LUIS DE PAULA SANTOS	UFSCAR	MAT	6a.	09:45	O	125
*DENIS LUIS DE PAULA SANTOS	UFSCAR	SEM	6a.	09:45	O	125
*DENIS LUIS DE PAULA SANTOS	UFSCAR	SUP	6a.	14:00	P-119	383
DENISE CRISTIANO REIGADA	UFF	OTI	5a.	14:00	P-121	273
*DENISE FERNANDES DE MELLO	UNICAMP	MET	4a.	14:00	P-085	248
*DENISE MARIA ZEZZEL	UNICAMP	BIO	6a.	08:30	O	45
*DENISE RIBEIRO DOS SANTOS	UNICAMP	CRI	4a.	09:30	O	66
*DIANA J. R. GUENZBURGER	CBPF	MAG	5a.	09:10	O	197
DIANA J. R. GUENZBURGER	CBPF	ATO	5a.	11:00	O	25

\* - EXPOSITOR

NOME	INST	GRUPO	DIA	HORA	TIPO	PAG
DIANA J. R. GUENZBURGER	CBPF	MET	6a.	08:25	O	239
*DIANA LIMA MAIA	UFBA	EST	6a.	14:00	P-034	145
*DILSON SILVA DOS SANTOS	COPPE/UFRJ	MAT	4a.	10:00	O	215
*DIMAS ROBERTO VOLLET	UNESP	CRI	4a.	14:00	P-028	80
*DINIS GOMES TRAGHETTA	IFOSC	BIO	6a.	09:30	O	46
*DIOMAR DA ROCHA SANTOS BITTENCOURT	IFUSP	CRI	4a.	08:30	O	65
*DIOMAR DA ROCHA SANTOS BITTENCOURT	IFUSP	POL	6a.	11:00	O	291
*DIONICARLOS SOARES DE VASCONCELOS	UFBA	CRI	6a.	09:10	O	72
*DIONICARLOS SOARES DE VASCONCELOS	UFBA	CRI	6a.	08:30	O	71
*DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-022	103
*DOUGLAS FERREIRA DE ALBUQUERQUE	UFPE	EST	4a.	14:00	P-035	128
*DUCINEI GARCIA	IFUSP	MAT	6a.	10:00	O	219
*EDIO JOSE FRANCA	IFUSP	SEM	6a.	14:00	P-108	351
*EDILSON SERGIO SILVEIRA	UNICAMP	DEF	6a.	10:50	O	93
*EDNILTON MORAIS CAVALCANTE	UNESP-I.S.	POL	6a.	09:15	O	289
*EDISON PUIG MALDONADO	IPEN	OTI	5a.	12:15	O	261
*EDISON ZACARIAS DA SILVA	UNICAMP	MET	6a.	08:40	O	239
*EDJAR MARTINS TELLES	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-085	279
EDJAR MARTINS TELLES	UNICAMP	OTI	5a.	09:15	O	257
EDMAR AVELLAR SOARES	UPMG	SUP	6a.	14:00	P-128	386
*EDSON DE AQUINO BARROS	CTA-ITA	MAT	5a.	14:00	P-103	230
*EDSON DE PINHO DA SILVA	CBPF	EST	6a.	08:40	O	119
*EDUARDO ACEDO BARBOSA	UNICAMP	OTI	6a.	08:45	O	262
*EDUARDO CHAVES MONTENEGRO	PUC/RJ	ATO	4a.	11:15	O	22
*EDUARDO CHAVES MONTENEGRO	PUC/RJ	ATO	4a.	10:00	O	22
*EDUARDO DI MAURO	UEL	RES	4a.	19:10	O	302
*EDUARDO ERNESTO CASTELLANO	IFSC	CRI	4a.	08:50	O	65
*EDUARDO ERNESTO CASTELLANO	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-015	76
*EDUARDO ERNESTO CASTELLANO	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-013	75
*EDUARDO FERNANDEZ DEL PELOSO	PUC/RJ	SUP	6a.	14:00	P-137	389
*EDUARDO LUIZ AUGUSTO MACCHIONE	IFUSP	INS	6a.	11:30	O	163
*EDUARDO LUIZ AUGUSTO MACCHIONE	IFUSP	INS	5a.	10:45	O	158
*EDUARDO LUIZ AUGUSTO MACCHIONE	IFUSP	INS	4a.	14:00	P-073	173
*EDUARDO LUIZ AUGUSTO MACCHIONE	IFUSP	INS	5a.	11:00	O	158
*EDUARDO LUIZ AUGUSTO MACCHIONE	IFUSP	CRI	4a.	14:00	P-012	75
*EDUARDO LUIZ AUGUSTO MACCHIONE	IFUSP	INS	5a.	10:30	O	157
*EDUARDO PARENTE RIBEIRO	PUC/RJ	INS	5a.	14:00	P-080	178
*EDUARDO PARENTE RIBEIRO	PUC/RJ	BIO	5a.	14:00	P-028	56
*ELCIO CORREIA DE SOUZA TAVARES	UFPR	MAT	6a.	11:10	O	220
*ELIANE WAJNBERG	CBPF	BIO	6a.	09:30	O	46
*ELIANE WAJNBERG	CBPF	BIO	6a.	11:10	O	47
*ELIANE WAJNBERG	CBPF	BIO	6a.	14:00	P-007	59
*ELIS HELENA DE CAMPOS PINTO SINNECKER	UNICAMP	MAG	4a.	08:40	O	191
*ELIS HELENA DE CAMPOS PINTO SINNECKER	UNICAMP	MAG	4a.	08:55	O	192
*ELISA MARIA BAGGIO SAITOVITCH	CBPF	SUP	6a.	08:45	O	376
*ELISA MARIA BAGGIO SAITOVITCH	CBPF	SUC	4a.	09:45	O	356
*ELISA MARIA BAGGIO SAITOVITCH	CBPF	MAT	4a.	08:20	O	213
*ELISA MARIA BAGGIO SAITOVITCH	CBPF	MET	6a.	09:55	O	241
*ELISABETH ANDREOLI OLIVEIRA	IFUSP	LIO	4a.	14:00	O	186
*ELISABETH ANDREOLI OLIVEIRA	IFUSP	LIO	4a.	15:00	O	187
*ELISABETH APARECIDA PAVAO DE CASTRO	UFSCAR	BIO	5a.	14:00	P-025	55
*ELISABETH APARECIDA PAVAO DE CASTRO	UFSCAR	BIO	5a.	14:00	P-027	55
*ELISABETH APARECIDA PAVAO DE CASTRO	UFSCAR	DEF	4a.	10:10	O	58
*ELISABETH MATEUS YOSHIMURA	UFSC	SEM	5a.	09:00	O	320
ELMO SALOMAO ALVES	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-145	342
ELMO SALOMAO ALVES	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-145	342
*ELOI DA SILVA FEITOSA	IBILCE	BIO	4a.	09:30	O	42
*ELOI DA SILVA FEITOSA	IBILCE	BIO	5a.	14:00	P-021	54
*ELONEID FELIPE VASCONCELOS	UFCE	OTI	5a.	14:00	P-124	274
*ELSO DRIGO FILHO	IBILCE	BIO	5a.	14:00	P-020	53
ELZA DA COSTA CRUZ VASCONCELLOS	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-087	279
*EMERSON PIRES LEAL	UFSCAR	ATO	5a.	14:00	P-011	37
*EMERSON PIRES LEAL	UFSCAR	ATO	5a.	14:00	P-009	37
EMERSON PIRES LEAL	UFSCAR	ATO	5a.	14:00	P-017	101
EMICO OKUNO	IFUSP	DEF	4a.	10:30	O	86
EMICO OKUNO	IFUSP	DEF	4a.	11:10	O	86
EMICO OKUNO	IFUSP	DEF	4a.	09:30	O	85
EMICO OKUNO	IFUSP	DEF	4a.	14:00	P-029	105
*ENEIDA FIGUEIREDO KOURY	PUC/RJ	SUP	6a.	14:00	P-136	389
*ENIO FROTA DA SILVEIRA	PUC/RJ	SUP	6a.	14:00	P-121	384
*ENIO FROTA DA SILVEIRA	PUC/RJ	SUP	6a.	14:00	P-137	389
*ENRIQUE VICTORIANO ANDA	UFF	SUC	5a.	09:00	O	359
*ENZO GRANATO	INPE	EST	5a.	10:45	O	111
*ENZO GRANATO	INPE	SEM	5a.	14:00	P-154	345
*ERASMO ASSUMPCAO DE ANDRADA E SILVA	INPE	SEM	5a.	09:15	O	320
*ERASMO ASSUMPCAO DE ANDRADA E SILVA	INPE	SEM	5a.	12:15	O	323
*ERASMO ASSUMPCAO DE ANDRADA E SILVA	INPE	SEM	5a.	14:00	P-154	345
*ERIVALDO MONTARROFOS RODRIGUES DE LIMA	UFPE	MAG	5a.	10:10	O	199
*ERONIDES FELISBERTO DA SILVA JR	UFPE	INS	4a.	14:00	P-063	169
*ERONIDES FELISBERTO DA SILVA JR	UFPE	SEM	6a.	08:10	O	304
*ERONIDES FELISBERTO DA SILVA JR	UFPE	INS	5a.	08:50	O	155
*ESMERINDO DE SOUZA BERNARDES	IFOSC	ATO	4a.	09:00	O	19
*EUCLYDES MAREGA JUNIOR	IFOSC	ATO	4a.	09:45	O	20
*EUCLYDES MAREGA JUNIOR	IFOSC	ATO	4a.	14:00	P-002	31
*EUCLYDES MAREGA JUNIOR	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-081	277
*EUGENIO LERNER	UPRJ	SUP	4a.	10:30	O	373
*EUGENIO LERNER	UPRJ	INS	4a.	14:00	P-074	173
*EUSEBIO CASTOR TORRES TAPIA	UPRJ	MAG	4a.	10:45	O	194
*EUSTAQUIO GALVAO DA SILVA	UPMG	MET	6a.	08:25	O	239
*EVALDO MENDONCA FLEURY CURADO	CBPF	EST	4a.	14:00	P-046	132
*EVALDO MENDONCA FLEURY CURADO	CBPF	EST	5a.	14:00	P-044	136
*EVALDO MENDONCA FLEURY CURADO	CBPF	MAG	6a.	14:00	P-069	210
*EVALDO MENDONCA FLEURY CURADO	CBPF	EST	5a.	11:15	O	117

\* - EXPOSITOR







-----NOME-----		-----INST-----	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
IRIS C. LINARES DE TORRIANI	UNICAMP	CRI	4a.	11:30	O	67	
IRIS C. LINARES DE TORRIANI	UNICAMP	CRI	4a.	09:30	O	66	
IRIS C. LINARES DE TORRIANI	UNICAMP	CRI	5a.	09:40	O	69	
IRIS C. LINARES DE TORRIANI	UNICAMP	CRI	5a.	09:30	O	69	
IRIS C. LINARES DE TORRIANI	UNICAMP	SEM	6a.	14:00	P-099	348	
*ISABEL CRISTINA DOS SANTOS CARVALHO	PUC/RJ	OTI	4a.	12:15	O	255	
*ISABELA PORTO CAVALCANTE	IFUSP	INS	5a.	11:00	O	158	
ISABELA PORTO CAVALCANTE	IFUSP	INS	4a.	14:00	P-073	173	
ISABELA PORTO CAVALCANTE	IFUSP	INS	6a.	11:30	O	163	
ISRAEL J. R. BAUMVOL	UFRGS	SUF	6a.	09:45	O	378	
ISRAEL J. R. BAUMVOL	UFRGS	SUF	6a.	10:30	O	378	
ISRAEL J. R. BAUMVOL	UFRGS	MAG	5a.	10:45	O	199	
ISRAEL J. R. BAUMVOL	UFRGS	MAG	5a.	11:00	O	199	
*IVAN FERREIRA DA COSTA	UNICAMP	OTI	5a.	14:00	P-119	272	
*IVAN FERREIRA DA COSTA	UNICAMP	OTI	6a.	10:00	O	264	
*IVAN FREDERICO LUPIANO DIAS	UEL	SEM	5a.	14:00	P-139	340	
IVAN FREDERICO LUPIANO DIAS	UEL	SEM	6a.	12:00	O	328	
IVANA APARECIDA BORIN	FFCLRP	EST	6a.	14:00	P-044	148	
*IVETTE C OPPENHEIM	IFUSP	SUF	5a.	08:45	O	371	
*IVO ALEXANDRE HUMMELGEN	UFPR	DEF	5a.	11:30	O	90	
*IVON PALMEIRA FITTIPALDI	UFPE	EST	4a.	11:00	O	112	
JACO IZIDRO DE MOURA	IPEN	MAT	5a.	14:00	P-107	231	
*JACOB SCHAFF	UFRGS	MAG	6a.	14:00	P-058	206	
*JACOB SCHAFF	UFRGS	SUC	4a.	11:00	O	357	
JACOB SCHAFF	UFRGS	SUC	4a.	10:45	O	357	
*JAFPERSON KAMPHORST LEAL DA SILVA	UFSC	EST	6a.	11:00	O	357	
JAFPERSON KAMPHORST LEAL DA SILVA	UFMG	EST	5a.	14:00	P-045	136	
JAFPERSON KAMPHORST LEAL DA SILVA	UFMG	EST	5a.	14:00	P-048	137	
*JAILTON CAETANO DE SOUZA	UFBA	SEM	6a.	14:00	P-096	347	
*JAIIME A FREITAS JR	SEM	SACHS	6a.	09:30	O	325	
*JAIIME FREJLICH	UNICAMP	OTI	6a.	08:00	O	261	
JAIIME FREJLICH	UNICAMP	OTI	5a.	14:00	P-120	272	
JAIIME FREJLICH	UNICAMP	OTI	6a.	09:00	O	262	
JAIIME FREJLICH	UNICAMP	OTI	5a.	14:00	P-116	271	
JAIIME FREJLICH	UNICAMP	OTI	6a.	08:45	O	262	
*JAIR BALTAZAR RODRIGUES	UFSCAR	MAT	6a.	10:30	O	219	
*JAIR LIBERO CADORIN	IFUSP	EST	5a.	14:00	P-055	140	
*JAIR RICARDO ROCHA DE OLIVEIRA	UFPE	OTI	5a.	14:00	P-110	269	
JARBAS CAIADO DE CASTRO NETO	IFOSC	OTI	6a.	09:15	O	263	
*JEFFERSON JACOB ARENZON	UFRGS	EST	4a.	14:00	P-050	133	
JEFFERSON JACOB ARENZON	UFRGS	EST	4a.	14:00	P-049	133	
*JEFFERSON LUIZ DE JESUS PROENCA	UNICAMP	SUF	6a.	14:00	P-133	388	
*JEREMIAS BORGES DA SILVA	IFOSC	EST	5a.	09:25	O	115	
*JOAO ALBERTO MESQUITA PEREIRA	PUC/RJ	SUF	6a.	14:00	P-137	389	
*JOAO ANTONIO CORREA FILHO	UFMG	SEM	4a.	09:45	O	316	
*JOAO CARLOS BOTELHO CARRERO	IFUSP	RES	4a.	14:00	P-092	308	
*JOAO CARLOS SILOS MORAES	UNESP-I.S.	ATO	4a.	09:15	O	20	
JOAO CARLOS SILOS MORAES	UNESP-I.S.	OTI	5a.	09:15	O	257	
*JOAO EDUARDO MACHADO PEREA MARTINS	UNESP-BAUR	INS	6a.	08:50	O	160	
*JOAO FLORENCIO JUNIOR	EXTERIOR	EST	4a.	09:10	O	110	
*JOAO FRANCISCO JUSTO FILHO	IFUSP	SEM	6a.	14:00	P-117	335	
*JOAO GUILHERME NOGUEIRA MATIAS	UFCE	SEM	6a.	14:00	P-091	346	
JOAO LUIZ ALEXANDRE	UFRGS	SUF	6a.	09:45	O	378	
*JOAO MONTEIRO DE FIGUEIREDO NETO	UPF	EST	4a.	14:00	P-034	128	
*JOAO PAULO SINNECKER	UNICAMP	MAG	4a.	09:55	O	193	
*JOAO PETRUCIO MEDEIROS DA SILVA	UNICAMP	OTI	5a.	14:00	P-111	269	
*JOAO RUGGIERO NETO	IBILCE	BIO	4a.	08:50	O	41	
JOAO RUGGIERO NETO	IBILCE	BIO	4a.	09:10	O	42	
*JOAO VICTOR BOECHAT GOMIDE	UNICAMP	ATO	5a.	09:45	O	28	
*JOAO VICTOR BOECHAT GOMIDE	UNICAMP	OTI	5a.	08:45	O	257	
*JOAO VICTOR BOECHAT GOMIDE	UNICAMP	OTI	6a.	12:15	O	266	
*JOAO VICTOR BOECHAT GOMIDE	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-083	278	
*JOAQUIM JOSE SOARES NETO	UNB	ATO	5a.	09:15	O	24	
JOAQUIM JOSE SOARES NETO	UNB	ATO	5a.	14:00	P-003	35	
*JOAQUIM NESTOR BRAGA DE MORAES	UFSC	EST	5a.	14:00	P-057	140	
*JOHNNY RIZZIERI OLIVIERI	IBILCE	CRI	5a.	11:40	O	71	
*JOHNNY VILCARRONERO LOPEZ	UNICAMP	SEM	6a.	10:30	O	326	
*JORGE CHAHINE	IBILCE	EST	4a.	14:00	P-043	131	
*JORGE IULEK	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-029	81	
*JORGE LUIZ DA SILVA LINO	ITA	ATO	5a.	11:45	O	26	
*JORGE RICARDO DE ARAUJO KASCHNY	UFRGS	POL	5a.	11:00	O	286	
JOSE ALBERTO GIACCONETTI	IFOSC	POL	6a.	10:45	O	290	
JOSE ALBERTO GIACCONETTI	IFOSC	POL	6a.	11:15	O	291	
JOSE ALBERTO GIACCONETTI	IFOSC	POL	6a.	14:00	P-131	297	
*JOSE ALBINO OLIVEIRA DE AGUIAR	UFPE	MAG	5a.	12:15	O	201	
JOSE ALBINO OLIVEIRA DE AGUIAR	UFPE	SUC	5a.	10:30	O	361	
JOSE ALBINO OLIVEIRA DE AGUIAR	UFPE	SUC	5a.	09:30	O	360	
*JOSE ALEXANDRE ROMANO	UNICAMP	RES	4a.	14:00	P-087	307	
*JOSE ALEXANDRINO DE SOUZA	UFSCAR	POL	6a.	11:45	O	292	
*JOSE AMERICO DE MIRANDA NETO	UFPE	EST	4a.	12:15	O	113	
JOSE AMERICO DE MIRANDA NETO	UFPE	EST	5a.	14:00	P-062	142	
*JOSE AMERICO DE SOUSA MOURA	UFPE	MAG	6a.	14:00	P-053	205	
JOSE ANTONIO EIRAS	UFSCAR	MAT	6a.	10:00	O	219	
JOSE ANTONIO EIRAS	UFSCAR	MAT	6a.	10:30	O	219	
JOSE ANTONIO EIRAS	UFSCAR	MAT	6a.	10:50	O	220	
JOSE ANTONIO EIRAS	UFSCAR	MAT	5a.	14:00	P-091	226	
*JOSE ANTONIO FORNES	UFGO	BIO	5a.	14:00	P-015	51	
JOSE ANTONIO FORNES	UFGO	BIO	5a.	14:00	P-016	52	
JOSE ANTONIO FORVERSI	UNICAMP	OTI	4a.	09:45	O	253	
*JOSE ANTONIO TRINDADE BORGES DA COSTA	UFSM	EST	6a.	14:00	P-040	147	
JOSE ANTONIO TRINDADE BORGES DA COSTA	UFSM	MET	4a.	11:00	O	238	
*JOSE ARNALDO REDINZ	CBPP	EST	4a.	14:00	P-046	132	

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	-----INST-----	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
JOSE ATILIO VANIN	IOUSP					
*JOSE BOHLAND FILHO	UFSC	MET	6a.	08:55	O	239
*JOSE CARLOS OLIVEIRA DE JESUS	UFSE	MAG	5a.	09:40	O	198
*JOSE CARLOS SARTORELLI	IFUSP	INS	4a.	14:00	P-071	172
JOSE D'ALBUQUERQUE E CASTRO	UFF	MET	4a.	14:00	P-078	246
JOSE O'ALBUQUERQUE E CASTRO	UFF	MET	6a.	09:25	O	240
JOSE D'ALBUQUERQUE E CASTRO	UFF	MET	4a.	14:00	P-086	248
JOSE DAVIO MANGUEIRA VIANNA	UNB	BST	6a.	14:00	P-036	145
JOSE DAVIO MANGUEIRA VIANNA	UNB	ATO	5a.	14:00	P-004	35
*JOSE EDUARDO DE ALBUQUERQUE	UFV	BID	4a.	12:00	O	44
JOSE EDUARDO MARTINHO HORNOS	IFQSC	ATO	4a.	09:00	O	19
JOSE EDUARDO MARTINHO HORNOS	IFQSC	ATO	4a.	10:45	O	21
JOSE EDUARDO MARTINHO HORNOS	IFQSC	ATO	5a.	14:00	P-001	34
JOSE EDUARDO MARTINHO HORNOS	IFQSC	ATO	5a.	14:00	P-002	34
JOSE ELIZEU BENIGNO RAMOS	IFQSC	INS	5a.	10:15	O	157
*JOSE ENRIQUE RODAS OURAN	FFCLRP	BIO	5a.	14:00	P-013	51
*JOSE ENRIQUE RODAS OURAN	FFCLRP	INS	5a.	14:00	P-078	177
*JOSE ENRISTO RODRIGUES COSTA	UFMG	MAG	4a.	12:00	O	195
*JOSE FERNANDES DE LIMA	UFSE	DEF	4a.	11:10	O	86
JOSE FERNANDES DE LIMA	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-022	103
JOSE FERNANDES DE LIMA	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-021	102
JOSE FERNANDES DE LIMA	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-024	103
*JOSE FERNANDO FRAGALLI	IFQSC	SEM	6a.	14:00	P-101	349
JOSE FERNANDO FRAGALLI	IFQSC	OTI	6a.	08:30	O	262
JOSE FERNANDO FRAGALLI	IFQSC	SEM	6a.	14:00	P-102	349
JOSE FRANCISCO DE SAMPAIO	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-136	319
JOSE FRANCISCO DE SAMPAIO	UFMG	SEM	5a.	09:00	O	320
JOSE FRANCISCO DE SAMPAIO	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-145	342
JOSE FRANCISCO DE SAMPAIO	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-137	339
JOSE FRANCISCO JULIAO	UFCE	SEM	6a.	14:00	P-091	346
*JOSE GUILHERME MARTINS ALVES MOREIRA	UFMG	EST	5a.	14:00	P-047	137
JOSE GUILHERME MARTINS ALVES MOREIRA	UFMG	EST	5a.	14:00	P-048	137
JOSE GUILHERME MARTINS ALVES MOREIRA	UFMG	BST	5a.	14:00	P-049	138
*JOSE HUMBERTO DE ARAUJO	UFRN	MET	4a.	14:00	P-077	245
JOSE HUMBERTO DE ARAUJO	UFRN	MAG	6a.	14:00	P-058	206
*JOSE IRINEU KUNRATH	UFRGS	MAG	6a.	14:00	P-057	206
JOSE IRINEU KUNRATH	UFRGS	MAG	6a.	14:00	P-058	206
*JOSE JOAQUIM LUNAZZI	UNICAMP	OTI	6a.	09:30	O	263
JOSE LEONIL DUARTE	UEL	SEM	5a.	14:00	P-139	340
*JOSE LINO GONCALVES	UNICAMP	SEM	4a.	14:00	P-121	337
*JOSE LUIS FABRIS	IFQSC	INS	4a.	14:00	P-060	168
JOSE LUIS FABRIS	IFQSC	DEF	6a.	14:00	P-028	105
*JOSE MANUEL MARTINS RIOS	UNICAMP	OTI	4a.	11:45	O	255
JOSE MANUEL MARTINS RIOS	UNICAMP	OTI	5a.	12:30	O	261
JOSE MARCILIO CAVALCANTE FERREIRA	UPPE	SUC	5a.	10:30	O	361
JOSE MARCILIO CAVALCANTE FERREIRA	UPPE	SUC	5a.	09:30	O	360
*JOSE MARCOS AMORAE FIGUEIREDO	UFMG	LIO	4a.	09:30	O	184
*JOSE MESTNIK FILHO	IPEN	MAT	5a.	14:00	P-107	231
*JOSE NICODEMOS TEIXEIRA RABELO	UFQO	DEF	4a.	08:50	O	85
*JOSE NICODEMOS TEIXEIRA RABELO	UFQO	OEP	5a.	14:00	P-040	100
*JOSE NILSON FRANCO DE HOLANDA	FTI	MAT	5a.	14:00	P-094	227
JOSE PAULO RODRIGUES FURTADO DE MENDONCA	UFJF	OTI	4a.	10:00	O	263
*JOSE PEDRO DONOSO GONZALEZ	IFQSC	POL	5a.	14:00	P-127	295
*JOSE PEDRO DONOSO GONZALEZ	IFQSC	RES	4a.	08:30	O	301
JOSE PEDRO DONOSO GONZALEZ	IFQSC	INS	5a.	14:00	P-069	174
JOSE RACHID MOHALLEM	UFMG	ATO	5a.	09:45	O	24
*JOSE RAMON BELTRAN ABBREGO	IBILCE	CRI	5a.	12:00	O	71
*JOSE RENATO JURKEVCZ OELSEN	IFQSC	SUC	5a.	10:45	O	361
JOSE RICARDO DE ARRUDA MIRANDA	FFCLRP	BIO	5a.	14:00	P-014	51
*JOSE ROBERTO FALEIRO FERREIRA	UFMG	BST	4a.	14:00	P-039	130
*JOSE ROBERTO IGLESIAS	UFRGS	EST	4a.	14:00	P-054	135
*JOSE RODOLFO SOUZA	PUC/RJ	OTI	5a.	14:00	P-113	270
*JOSE SILVERIO EDMUNDO GERMANO	ITA	ATO	5a.	14:00	P-012	38
JOSE SILVERIO EDMUNDO GERMANO	ITA	ATO	5a.	11:45	O	26
*JOSE SOARES DE CARVALHO JUNIOR	UFSCAR	MET	4a.	14:00	P-081	247
*JOSE THADER PINTO DANTAS CAVALCANTE	CBPP	INS	6a.	11:00	O	163
*JOSE VICENTE CALVANO	COPPE/UFRJ	INS	4a.	14:00	P-070	172
*JOSE WEBERSZPIL	CBPP	MAT	6a.	11:30	O	220
JOSE WEBERSZPIL	CBPP	SEM	6a.	14:00	P-092	346
*JOSE WELLINGTON ROCHA TABOSA	UPPE	ATO	6a.	09:30	O	27
JOSE WELLINGTON ROCHA TABOSA	UPPE	OTI	5a.	09:45	O	258
*JOSUE MENDES FILHO	UFCE	DEF	4a.	11:50	O	87
JOSUE MENDES FILHO	UFCE	OEP	6a.	10:50	O	93
JOSUE MENDES FILHO	UFCE	OEP	6a.	11:30	O	94
JOSUE MENDES FILHO	UFCE	DEF	6a.	12:10	O	94
*JULIO FLEMING NETO	IFQSC	OTI	5a.	14:00	P-088	280
*JURGEN FRITZ STILCK	UFSC	EST	6a.	09:10	O	180
JURGEN FRITZ STILCK	UFSC	EST	6a.	14:00	P-033	144
*KATIA CALLIGARIS ROORIGUES	IPEN	MAG	4a.	10:30	O	193
KEVIN BEDELL	UFSCAR					
KIYOMI KOIDE	IFUSP	CRI	4a.	14:00	P-012	75
KIYOMI KOIOE	IFUSP	INS	6a.	11:30	O	163
KIYOMI KOIDE	IFUSP	INS	5a.	10:30	O	157
KIYOMI KOIDE	IFUSP	INS	5a.	11:45	O	159
KIYOMI KOIOE	IFUSP	INS	5a.	11:00	O	158
KIYOMI KOIOE	IFUSP	INS	4a.	14:00	P-073	173
KIYOMI KOIDE	IFUSP	INS	5a.	08:45	O	158
KLINGER MARCOS BORBOSA ALVES	UFSE	MAG	5a.	08:40	O	197
*LADARIO DA SILVA	CBPP	MAG	6a.	14:00	P-069	210
*LADISLAU MARTIN NETO	EMBRAPA	BIO	6a.	09:10	O	45
LADISLAU MARTIN NETO	EMBRAPA	BIO	6a.	14:00	P-007	59

\* - EXPOSITOR

NOME	INST	GRUPO	DIA	HORA	TIPO	PAG
LADISLAU MARTIN NETO	EMBRAPA	BIO	6a.	09:30	O	46
*LAURENT EMMANUEL DARDENNE	UNB	BIO	4a.	08:10	O	41
*LEANDRO HOSTALACIO FREIRE DE ANDRADE	UNICAMP	OTTI	5a.	14:00	P-109	269
*LEANDRO HOSTALACIO FREIRE DE ANDRADE	UNICAMP	SEM	6a.	11:45	O	327
*LENI CAMPOS AKCELTRUD	UFRJ	POL	6a.	08:15	O	287
*LEO DEGREVE	FFCLRP	EST	6a.	14:00	P-043	148
*LEO DEGREVE	FFCLRP	POL	5a.	14:00	P-130	296
*LEO DEGREVE	FFCLRP	EST	6a.	14:00	P-044	148
*LEONARDO GREGORY BRUNET	UFRGS	MET	4a.	14:00	P-083	247
*LIA QUEIROZ DO AMARAL	IFUSP	CRI	5a.	09:10	O	69
*LIA QUEIROZ DO AMARAL	IFUSP	CRI	5a.	11:20	O	70
*LIA QUEIROZ DO AMARAL	IFUSP	CRI	5a.	08:50	O	68
*LIA QUEIROZ DO AMARAL	IFUSP	LIO	4a.	10:30	O	185
*LIA QUEIROZ DO AMARAL	IFUSP	EST	4a.	11:30	O	112
*LIA QUEIROZ DO AMARAL	IFUSP	POL	6a.	08:15	O	287
*LIACIR DOS SANTOS LUCENA	POL	5a.	11:45	O	287	
*LIACIR DOS SANTOS LUCENA	UFRN	EST	6a.	09:55	O	121
*LIGIA DE OLIVEIRA	IFQSC	SUF	6a.	14:00	P-126	386
*LIGIA DE OLIVEIRA	IFQSC	POL	5a.	11:30	O	287
*LILIANE VENTURA	IFQSC	BIO	5a.	14:00	P-027	55
*LINO MISOGUTI	IFQSC	OTTI	6a.	08:30	O	262
*LINO MISOGUTI	IFQSC	SEM	6a.	14:00	P-101	349
*LINO MISOGUTI	IFQSC	SEM	6a.	14:00	P-102	349
*LINO MISOGUTI	IFQSC	SEM	6a.	11:15	O	327
*LIVIO AMARAL	UFRGS	SEM	4a.	14:00	P-119	336
*LIVIO AMARAL	UFRGS	SEM	4a.	09:15	O	376
*LIVIO AMARAL	UFRGS	SUF	6a.	08:30	O	318
*LIVIO AMARAL	UFRGS	MAT	4a.	10:50	O	215
*LIVIO AMARAL	UFRGS	SEM	6a.	09:45	O	325
*LIVIO AMARAL	UFRGS	SUF	6a.	14:00	P-119	383
*LIVIO AMARAL	UFRGS	MAT	4a.	10:30	O	215
*LIVIO AMARAL	UFRGS	CRI	4a.	09:50	O	66
*LIVIO AMARAL	UFRGS	MET	4a.	09:25	O	236
*LIVIO AMARAL	UFRGS	POL	5a.	11:00	O	286
*LIVIO AMARAL	UFRGS	POL	5a.	10:45	O	286
*LUCI FORTUNATA MOTTER BRAUN	UFRGS	ATO	4a.	14:00	P-001	31
*LUCIA PRADO	UFRGS	DEF	6a.	08:50	O	92
*LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UPEN	POL	5a.	13:45	O	287
*LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UPEN	EST	6a.	09:55	O	121
*LUCILA HELENA D. CESCATO	UNICAMP	OTTI	6a.	10:00	O	264
*LUCILA HELENA D. CESCATO	UNICAMP	OTTI	5a.	14:00	P-119	272
*LUCILA HELENA D. CESCATO	UNICAMP	OTTI	6a.	09:45	O	263
*LUCILIA MARQUES DOS REIS	FFCLRP	BIO	5a.	14:00	P-019	53
*LUILIA D'ALMEIDA ANDRADE	IPUSP	POL	6a.	08:15	O	287
*LUIS ARTUR BERNARDES	LNLS	CRI	4a.	11:30	O	67
*LUIS ARTUR BERNARDES	LNLS	CRI	4a.	11:10	O	67
*LUIS CRACO	UFRGS	MET	4a.	10:45	O	237
*LUIS FERNANDO DELBONI	IFQSC	CRI	4a.	14:00	P-013	75
*LUIS GUILHERME DE CARVALHO REGO	UNICAMP	SEM	4a.	09:30	O	316
*LUIS GUSTAVO DIAS	IQUSP	BIO	5a.	14:00	P-023	54
*LUIS GUSTAVO MARCASSA	IFQSC	OTTI	6a.	14:00	P-079	277
*LUIS GUSTAVO MARCASSA	IFQSC	ATO	6a.	08:45	O	27
*LUIS GUSTAVO MARCASSA	IFQSC	ATO	6a.	10:00	O	28
*LUIS GUSTAVO MARCASSA	IFQSC	ATO	6a.	10:15	O	28
*LUIS VICENTE DE ANDRADE SCALVI	IFQSC	SEM	4a.	11:45	O	318
*LUIZA MARIA RIBEIRO SCOLFARO	IFUSP	SEM	5a.	14:00	P-135	339
*LUIZA MARIA RIBEIRO SCOLFARO	IFUSP	SEM	5a.	14:00	P-138	340
*LUIZ ADOLFO DE MELLO	IFUSP	MET	4a.	14:00	P-076	245
*LUIZ ANTONIO BASSORA	UFSCAR	MAT	5a.	14:00	P-091	226
*LUIZ ANTONIO FERREIRA BERNARDINO	COPPE/UFRJ	SUF	6a.	14:00	P-135	389
*LUIZ CARLOS BARBOSA	UNICAMP	OTTI	4a.	10:30	O	253
*LUIZ CARLOS BARBOSA	UNICAMP	OTTI	5a.	11:15	O	259
*LUIZ CARLOS BARBOSA	UNICAMP	DEF	5a.	09:10	O	89
*LUIZ CARLOS BARBOSA	UNICAMP	DEF	5a.	08:50	O	88
*LUIZ CARLOS BARBOSA	UNICAMP	DEF	4a.	11:50	O	87
*LUIZ CARLOS DONIZETTI GONCALVES	IFUSP	INS	5a.	14:00	P-068	174
*LUIZ CARLOS GUEDES VALENTE	CEPEL	INS	5a.	11:15	O	158
*LUIZ CARLOS MAGALHAES LAVRAS	IEAV/CTA	SUF	6a.	14:00	P-124	385
*LUIZ CARLOS SCAVARDA DO CARMO	PUC/RJ	DEF	5a.	11:50	O	91
*LUIZ EUGENIO MACIADO	UFSCAR	ATO	5a.	14:00	P-009	37
*LUIZ EUGENIO MACIADO	UFSCAR	ATO	5a.	14:00	P-010	37
*LUIZ EUGENIO MACIADO	UFSCAR	ATO	5a.	14:00	P-011	37
*LUIZ FELIPE DE SOUZA COELHO	UFRJ	ATO	4a.	14:00	P-004	32
*LUIZ FERNANDO SCHELP	UFRGS	MAG	5a.	11:15	O	200
*LUIZ HENRIQUE MACHADO BARBOSA	UFU	MET	4a.	14:00	P-079	246
*LUIZ MARCO BRESANSIN	UNICAMP	ATO	5a.	14:00	P-011	37
*LUIZ ROBERTO EVANGELISTA	FUEN	LIO	4a.	09:10	O	184
*LUIZ ROBERTO EVANGELISTA	FUEN	LIO	4a.	08:50	O	183
*LUIZA SELIGMAN	UFRGS	ATO	4a.	14:00	P-009	33
*LYGIA CHRISTINA DE MOURA WALMSLEY	UNESP	RES	4a.	10:10	O	302
*LYGIA CHRISTINA DE MOURA WALMSLEY	UNESP	POL	5a.	14:00	P-125	295
*M CREMONA	PUC/RJ	DEF	5a.	11:50	O	91
*MADAN MOHAN SHUKLA	UNESP-BAUR	MET	4a.	08:40	O	235
*MADAN MOHAN SHUKLA	UNESP-BAUR	MET	4a.	08:25	O	235
*MANON D'ASSUNCAO LOURENCO	UFMG	SEM	6a.	08:45	O	234
*MANUEL ALMEIDA ANDRADE NETO	UNICAMP	OTTI	4a.	09:45	O	253
*MARCEL TABAK	IFQSC	BIO	6a.	14:00	P-012	60
*MARCEL TABAK	IFQSC	BIO	5a.	14:00	P-026	55
*MARCEL TABAK	IFQSC	BIO	6a.	14:00	P-013	61
*MARCEL TABAK	IFQSC	BIO	6a.	14:00	P-011	60
*MARCEL TABAK	IFQSC	BIO	6a.	14:00	P-007	59
*MARCEL TABAK	IFQSC	BIO	6a.	14:00	P-010	60

\* - EXPOSITOR

NOME	INST	GRUPO	DIA	HORA	TIPO	PAG
MARCEL TABAK	IFOSC	BIO	6a.	14:00	P-009	59
*MARCELO ANDRADE MACEDO	IFOSC	SUF	6a.	10:45	O	379
MARCELO ANDRES FOSSEY	IBILCE	BIO	4a.	09:10	O	42
*MARCELO APARECIDO MARCHIOLLI	UPFCAR	EST	6a.	14:00	P-046	149
*MARCELO ASSAOKA HAYASHI	UNICAMP	SEM	4a.	14:00	P-113	334
*MARCELO GERALDO DESTRO	IEAV/CTA	OTI	5a.	09:00	O	257
*MARCELO GIORGAN	UNICAMP	ATO	5a.	14:00	P-005	35
*MARCELO HENRIQUE ROMANO TRAGTENBERG	UFSC	EST	4a.	14:00	P-030	127
*MARCELO KNOBEL	UNICAMP	MAG	4a.	09:40	O	193
MARCELO KNOBEL	UNICAMP	MAG	4a.	09:55	O	193
*MARCELO LOBATO MARTINS	UPV	EST	5a.	14:00	P-052	139
*MARCELO MULATO	UNICAMP	SEM	6a.	14:00	P-099	348
*MARCELO NELSON PAES CARRENO	POLI-USP	SEM	6a.	14:00	P-103	350
MARCELO NELSON PAES CARRENO	POLI-USP	SEM	6a.	11:00	O	326
*MARCIA APARECIDA FOGARIN DESTRO	IEAV/CTA	SUF	6a.	14:00	P-123	385
MARCIA APARECIDA FOGARIN DESTRO	IEAV/CTA	SUF	6a.	11:00	O	379
*MARCIA CARVALHO DE ABREU FANTINI	IFUSP	CRI	4a.	09:10	O	65
MARCIA CARVALHO DE ABREU FANTINI	IFUSP	SUC	6a.	14:00	P-113	366
MARCIA CARVALHO DE ABREU FANTINI	IFUSP	SEM	6a.	11:00	O	326
MARCIA CARVALHO DE ABREU FANTINI	IFUSP	SEM	6a.	14:00	P-103	350
MARCIA CARVALHO DE ABREU FANTINI	IFUSP	SUC	6a.	14:00	P-110	365
*MARCIA CRISTINA BERNARDES BARBOSA	UFRGS	EST	4a.	08:10	O	109
*MARCIA HELENA BIAGGI	IFUSP	BIO	6a.	12:10	O	48
MARCIA HITOMI SAKANOU	IFUSP	INS	5a.	11:45	O	159
MARCIA HITOMI SAKANOU	IFUSP	INS	5a.	10:45	O	158
MARCIA HITOMI SAKANOU	IFUSP	CRI	4a.	14:00	P-012	75
*MARCIA MULLER	IFOSC	DEF	6a.	14:00	P-028	105
MARCIA MULLER	IFOSC	INS	4a.	14:00	P-060	168
MARCIO ADRIANO RODRIGUES SOUZA	UFGO	DEF	4a.	08:50	O	85
*MARCIO FRANCISCO COLOMBO	IBILCE	BIO	4a.	09:50	O	42
MARCIO FRANCISCO COLOMBO	IBILCE	BIO	4a.	09:50	O	42
*MARCIO HENRIQUE FRANCO BETTEGA	UNICAMP	ATO	5a.	09:30	O	24
MARCO ANTONIO AMATO	UNB	SEM	4a.	14:00	P-115	335
MARCO ANTONIO AMATO	UNB	LIO	4a.	14:40	O	187
MARCO ANTONIO AMATO	UNB	SEM	4a.	14:00	P-120	336
MARCO ANTONIO C. G. DE MOURA	UPFE	OTI	5a.	14:00	P-110	269
*MARCO ANTONIO SALA MINUCCI	IEAV/CTA	ATO	4a.	10:30	O	21
*MARCO AURELIO BOSELLI	UNICAMP	MET	4a.	08:40	O	235
*MARCO AURELIO LISBOA LEITE	IFUSP	INS	5a.	10:45	O	158
*MARCO AURELIO LISBOA LEITE	IFUSP	INS	5a.	11:45	O	159
MARCOS ANTONIO DE CASTRO	UPFE	ATO	5a.	10:30	O	25
*MARCOS ANTONIO Z. VASCONCELLOS	UFRGS	SUF	6a.	14:00	P-120	384
MARCOS ANTONIO Z. VASCONCELLOS	UFRGS	SUF	6a.	09:45	O	378
MARCOS ANTONIO Z. VASCONCELLOS	UFRGS	MET	4a.	11:00	O	239
*MARCOS ASSUNCAO PIMENTA	UFMG	DEF	6a.	11:00	O	93
MARCOS ASSUNCAO PIMENTA	UFMG	EST	6a.	14:00	P-048	149
MARCOS ASSUNCAO PIMENTA	UFMG	DEF	5a.	08:30	O	88
MARCOS ASSUNCAO PIMENTA	UFMG	EST	4a.	14:00	P-048	133
*MARCOS CESAR SANTOS ORIA	IFOSC	ATO	4a.	08:15	O	19
MARCOS CESAR SANTOS ORIA	IFOSC	OTI	5a.	14:00	P-114	270
MARCOS CESAR SANTOS ORIA	IFOSC	ATO	6a.	09:15	O	27
MARCOS CESAR SANTOS ORIA	IFOSC	ATO	6a.	10:15	O	28
MARCOS CESAR SANTOS ORIA	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-082	278
MARCOS CESAR SANTOS ORIA	IFOSC	ATO	6a.	08:45	O	27
MARCOS CESAR SANTOS ORIA	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-079	277
*MARCOS DE CASTRO CARVALHO	IPD	INS	4a.	14:00	P-069	171
MARCOS DE CASTRO CARVALHO	IPD	INS	4a.	14:00	P-085	180
*MARCOS DE CASTRO CARVALHO	IPD	INS	5a.	14:00	P-086	180
MARCOS DIAS DA SILVA	INPE	POL	5a.	14:00	P-126	295
*MARCOS DUARTE	IPEN	DEF	6a.	08:10	O	91
MARCOS DUARTE	IPEN	DEF	6a.	08:30	O	91
*MARCOS LUIZ ANDREAZZA	UFRGS	INS	4a.	14:00	P-067	171
MARCOS MASSI	ITA/CTA	MAT	5a.	14:00	P-103	230
*MARCOS ROBERTO DA SILVA TAVARES	UPFCAR	SEM	5a.	14:00	P-146	342
*MARCOS ROBERTO DE MATTOS FONTES	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-016	76
MARCOS SERGIO FIGUEIRA DA SILVA	UPFE	MET	4a.	09:40	O	236
*MARCOS TAVARES DE MELO	UPFE	SUC	5a.	09:30	O	360
MARCOS TAVARES DE MELO	UPFE	SUC	5a.	10:30	O	361
*MARCOS YAMAGUTI	IFUSP	EST	5a.	14:00	P-050	138
*MARCUS BASTOS DE LACERDA SANTOS	UNB	INS	4a.	14:00	P-072	172
MARCUS BASTOS DE LACERDA SANTOS	UNB	LIO	4a.	14:40	O	187
MARCUS BASTOS DE LACERDA SANTOS	UNB	LIO	4a.	15:00	O	187
MARCUS VINICIUS GICHTO	RES	RES	4a.	08:50	O	301
*MARCUS VINICIUS TOVAR COSTA	UPFE	MET	4a.	14:00	P-078	246
MARIA AMELIA PIRES	UNICAMP	RES	4a.	10:30	O	303
MARIA AMELIA PIRES	UNICAMP	RES	4a.	10:50	O	303
*MARIA AMELIA PIRES	UNICAMP	RES	4a.	14:00	P-099	311
*MARIA AUGUSTA MARTINS DAVIDOVICH	PUC/RJ	SEM	5a.	14:00	P-142	341
MARIA AUGUSTA MARTINS DAVIDOVICH	PUC/RJ	SEM	6a.	14:00	P-094	347
*MARIA BENY ZAKIA MOROSINI	UNICAMP	OTI	6a.	11:30	O	265
MARIA BENY ZAKIA MOROSINI	UNICAMP	SEM	6a.	12:15	O	268
MARIA BENY ZAKIA MOROSINI	UNICAMP	OTI	6a.	11:15	O	265
*MARIA BENY ZAKIA MOROSINI	UNICAMP	SUF	6a.	14:00	P-133	388
MARIA CELIA PIRES COSTA	UPFA	EST	5a.	14:00	O	118
*MARIA CLAUDIA CERCHIARI CUSTODIO	IFUSP	INS	5a.	14:00	P-084	179
*MARIA CRISTINA FIGUEIREDO LIMA E LARA	IFOSC	BIO	6a.	14:00	P-006	58
MARIA CRISTINA NONATO	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-018	77
MARIA CRISTINA SOARES ROSA	IFUSP	INS	4a.	14:00	P-071	172
*MARIA CRISTINA TERRILE	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-095	309
MARIA CRISTINA TERRILE	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-094	309
MARIA CRISTINA TERRILE	IFOSC	MAG	6a.	14:00	P-070	210
*MARIA DE FATIMA DA SILVA	IFUSP	LIQ	4a.	11:30	O	186

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	---INST---	GRUPO	DIA	HORA	TIPO	PAG
*MARIA DE FATIMA SATUF REZENDE	UFMG	MET	4a.	14:00	P-082	247
*MARIA ELIZABETH DE GOUVEIA ABURACHID	UFMG	MAG	6a.	14:00	P-064	208
*MARIA INES TEIXEIRA DE OLIVEIRA	UFUSP	MAT	5a.	14:00	P-104	230
MARIA INES TEIXEIRA DE OLIVEIRA	UFUSP	MAT	5a.	14:00	P-105	230
MARIA INES TEIXEIRA DE OLIVEIRA	UFUSP	MAT	5a.	14:00	P-106	231
*MARIA LUCIA NETTO GRILLO	UERJ	DEF	5a.	14:00	P-037	99
*MARIA OSWALD MACHADO DE MATOS	PUC/RJ	MET	4a.	11:15	O	238
*MARIA OSWALD MACHADO DE MATOS	PUC/RJ	SEM	6a.	14:00	P-094	347
MARIA OSWALD MACHADO DE MATOS	PUC/RJ	SUF	6a.	14:00	P-121	384
MARIA REGINA KAWAMURA	UFUSP	BIO	6a.	11:30	O	47
MARIA REGINA DUBEUX KAWAMURA	UFUSP	BIO	6a.	14:00	P-001	57
*MARIA SALETE SARTORIO LOURAL	UNICAMP	SEM	6a.	12:15	O	328
MARIA SALETE SARTORIO LOURAL	UNICAMP	OTI	6a.	11:30	O	265
MARIA SALETE SARTORIO LOURAL	UNICAMP	OTI	6a.	11:15	O	265
MARIA SUZANA PRATAVIEIRA FRANCISCO	IFOSC	ATO	5a.	14:00	P-002	34
MARIA TERESA LAMY-FREUND	IFUSP	BIO	6a.	12:10	O	48
*MARIA ZAVIN	UFSCAR	POL	6a.	10:45	O	290
*MARILIA EMURA	IFUSP	MAG	4a.	09:10	O	192
*MARILIA EMURA	IFUSP	MAG	4a.	09:25	O	192
MARILIA JUNQUEIRA CALDAS	IFUSP	SEM	4a.	12:15	O	319
MARILIA JUNQUEIRA CALDAS	IFUSP	SEM	4a.	08:45	O	315
MARILIA JUNQUEIRA CALDAS	IFUSP	SEM	4a.	14:00	P-117	332
MARILIA JUNQUEIRA CALDAS	IFUSP	SEM	4a.	14:00	P-116	335
*MARILIA FAIXAO LINHARES	UFRJ	BIO	6a.	10:30	O	46
*MARINONIO LOPES CORNELIO	IBILCE	BIO	6a.	08:10	O	44
*MARIO ENGELSBERG	UFPE	RES	4a.	08:10	O	301
*MARIO ERNESTO GIROLDO VALERIO	UFSE	DEF	6a.	09:30	O	92
*MARIO ERNESTO GIROLDO VALERIO	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-019	102
MARIO ERNESTO GIROLDO VALERIO	UFSE	DEF	4a.	09:30	O	85
MARIO ERNESTO GIROLDO VALERIO	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-023	103
*MARIO EUZEBIO FOGLIO	UNICAMP	MET	4a.	09:40	O	236
MARIO EUZEBIO FOGLIO	UNICAMP	MET	4a.	09:55	O	237
*MARIO JOSE DE OLIVEIRA	IFUSP	EST	6a.	08:55	O	119
MARIO JOSE DE OLIVEIRA	IFUSP	EST	4a.	11:30	O	112
*MARIO NORBU TAMASHIRO	IFUSP	EST	4a.	09:55	O	121
*MARIO NORBERTO BATECHN	UFSE	MAG	5a.	10:45	O	270
MARIO NORBERTO BAIBICH	UFRGS	SUF	6a.	14:00	P-120	284
*MARIO SERGIO PEIRA RUFFINO	IFOSC	MAG	6a.	14:00	P-070	210
*MARIVALDO PARMA	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-089	280
*MARIO JOSE DO COUTO BOMFIM	UNICAMP	SEM	6a.	14:00	P-104	350
*MARLY BUENO DE CAMARGO	IPEN	DEF	6a.	14:00	P-026	104
MARTA BUENO DE MORAES	IFOSC	POL	6a.	09:15	O	289
*MARTHA LIMA DE OLIVEIRA	COPPE/UFRJ	SUF	5a.	11:15	O	374
MATEUS ROHEIRO AQUINO	FTI	MAT	5a.	14:00	P-095	227
*MAURICIO DOMINGUES COUTINHO FILHO	UFPE	EST	5a.	08:40	O	114
*MAURICIO DOMINGUES COUTINHO FILHO	UFPE	EST	5a.	09:10	O	115
*MAURICIO DOMINGUES COUTINHO FILHO	UFPE	EST	6a.	11:15	O	122
*MAURICIO MASSADI WATANABE	IFUSP	MAG	5a.	10:45	O	199
*MAURICIO PAMPTONA PIRES	PUC/RJ	INS	6a.	09:15	O	161
*MAURICIO PEREIRA CANTAO	UNICAMP	SUF	5a.	10:45	O	374
*MAURO GOMES ROBBARD	UFPR	EST	5a.	14:00	P-064	143
*MAURO MASILI	IFOSC	ATO	4a.	10:45	O	21
*MAURO MELCHIADES DORIA	PUC/RJ	SUC	4a.	09:15	O	355
*MAURO MELCHIADES DORIA	PUC/RJ	SUC	4a.	09:30	O	355
*MAURO MIGUEL COSTA	UFMT	POL	6a.	10:30	O	290
*MEENA VIPIN	INPE	EST	6a.	14:00	P-030	143
*MENILTON MENEZES	UFSE	DEF	6a.	14:00	P-020	102
*MERCIA PRATES BARBOSA	IFUSP	EST	6a.	14:00	P-033	144
MIGUEL ANGELO CAVALHEIRO GUSMAO	UFRGS	MET	4a.	14:00	P-083	247
MIGUEL ANGELO CAVALHEIRO GUSMAO	UFRGS	MET	4a.	10:30	O	237
MIGUEL ANGELO CAVALHEIRO GUSMAO	UFRGS	MET	4a.	10:45	O	242
MIGUEL ANGELO CAVALHEIRO GUSMAO	UFRGS	MET	6a.	11:15	O	242
*MIGUEL COIFMAN BRACHTEIN	UFRGS	EST	4a.	14:00	P-049	133
MIKIYA MURAMATSU	IFUSP	INS	6a.	09:05	O	161
*MILED HASSAN YOUSSEF MOUSSA	IFOSC	EST	6a.	14:00	P-047	149
*MILED HASSAN YOUSSEF MOUSSA	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-071	274
*MILTON SERGIO FERNADES DE LIMA	IPEN	MET	4a.	09:10	O	236
MIRIAM ZERBETTO	UNICAMP	BIO	4a.	11:20	O	43
*MOMOTARO IMAIZUMI	UNESP-BAUR	MET	4a.	08:55	O	235
*MONICA DE MESQUITA LACERDA	PUC/RJ	OTI	4a.	12:00	O	255
*MONICA PEREIRA BAHIANA	UFRJ	BIO	4a.	08:30	O	41
*MONICA SILVA DOS SANTOS	IFOSC	OTI	6a.	12:30	O	266
*MONTSEERRAT FREIXA PASCUAL	UFGO	EST	6a.	14:00	P-049	150
*MUCIO AMADO CONTINENTINO	UFF	MAG	4a.	11:45	O	195
*MUCIO AMADO CONTINENTINO	UFF	SEM	6a.	14:00	P-092	146
MUCIO AMADO CONTINENTINO	UFF	MAG	6a.	14:00	P-065	208
MUCIO AMADO CONTINENTINO	UFF	SUC	5a.	10:15	O	360
MUCIO AMADO CONTINENTINO	UFF	EST	4a.	14:00	P-037	129
*MURILIO PEREIRA DE ALMEIDA	UFCE	EST	5a.	12:15	O	118
*NAGIB MIGUEL HAZBUN	IFOSC	EST	6a.	14:00	P-032	144
NAVIN B. PATEL	UNICAMP	SEM	6a.	12:15	O	328
NAVIN B. PATEL	UNICAMP	OTI	6a.	11:30	O	265
NAVIN B. PATEL	UNICAMP	OTI	6a.	11:15	O	265
*NEIDE KAZUE KUROMOTO	UFPR	MAT	4a.	09:20	O	214
NELIA FERREIRA LEITE	INPE	POL	5a.	14:00	P-126	295
NELSON STUART FILHO	UFSCAR	SEM	6a.	14:00	P-109	352
NELSON STUART FILHO	UFSCAR	SEM	5a.	14:00	P-148	343
NELSON STUART FILHO	UFSCAR	SEM	5a.	14:00	P-147	343
NELSON STUART FILHO	UFSCAR	SEM	5a.	14:00	P-151	344
*NERI ALVES	UNESP-P.P.	POL	6a.	11:15	O	291
NERI ALVES	UNESP-P.P.	POL	6a.	11:30	O	291

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	---INST---	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
*NESTOR CATICHA	IFUSP	EST	5a.	09:55	O	116
*NESTOR CATICHA	IFUSP	EST	5a.	10:45	O	116
NESTOR CATICHA	IFUSP	EST	5a.	14:00	P-046	137
NESTOR CATICHA	IFUSP	EST	6a.	14:00	P-043	131
*NESTOR SANTOS CORREIA	UNB	ATO	5a.	10:45	O	25
*NEY LEMKE	UPRGS	EST	5a.	11:30	O	122
*NEY PEREIRA MATTOSO FILHO	COPPE/UFRRJ	SUP	6a.	10:15	O	378
*NEY PEREIRA MATTOSO FILHO	COPPE/UFRRJ	SUP	6a.	14:00	P-129	387
*NEY PEREIRA MATTOSO FILHO	COPPE/UFRRJ	SUP	6a.	14:00	P-130	387
*NEY PEREIRA MATTOSO FILHO	COPPE/UFRRJ	SUP	6a.	14:00	P-131	387
*NIELS FORTES LIHA	IFUSP	EST	6a.	14:00	P-041	147
*NIKLAUS URSUS WETTER	IPEN	OTI	5a.	12:15	O	261
NILO MARIUCHI	UNB	BIO	4a.	08:10	O	41
*NILSON DIAS VIEIRA JUNIOR	IPEN	INS	5a.	08:00	O	155
*NILSON DIAS VIEIRA JUNIOR	IPEN	DEF	6a.	08:50	O	92
NILSON DIAS VIEIRA JUNIOR	IPEN	DEF	6a.	09:10	O	92
NILSON DIAS VIEIRA JUNIOR	IPEN	DEF	6a.	14:00	P-025	104
NILSON DIAS VIEIRA JUNIOR	IPEN	OTI	5a.	12:15	O	261
*NILSON SENA DE ALMEIDA	UPFRN	MAG	5a.	14:00	P-067	209
NILSON SENA DE ALMEIDA	UPFRN	OTI	5a.	14:00	P-124	274
NILTON PENHA SILVA	UPFNG	EST	4a.	14:00	P-039	130
*NOELIO OLIVEIRA DANTAS	IFUSP	MAT	5a.	14:00	P-105	230
*NOELIO OLIVEIRA DANTAS	IFUSP	MAT	5a.	14:00	P-106	231
NOELIO OLIVEIRA DANTAS	IFUSP	MAT	5a.	14:00	P-104	230
*NORBERTO ARANHA	UNICAMP	DEF	5a.	08:50	O	87
NORBERTO ARANHA	UNICAMP	DEF	5a.	09:10	O	89
*NORBERTO ARANHA	UNICAMP	DEF	5a.	09:10	O	89
NORBERTO CELLA	IPRJ	INS	6a.	09:50	O	162
NORBERTO CELLA	IPRJ	BIO	4a.	11:40	O	44
NORBERTO CELLA	IPRJ	BIO	4a.	11:20	O	43
*NORBERTO MAJLIS	UPF	EST	5a.	14:00	P-058	141
NORBERTO MAJLIS	UPF	MAG	6a.	14:00	P-066	209
NORBERTO MAJLIS	UPF	EST	5a.	14:00	P-059	141
*ODILA FLORENCIO	UFSCAR	MAT	5a.	14:00	P-100	229
ODILA FLORENCIO	UFSCAR	MAT	4a.	09:00	O	214
ODILA FLORENCIO	UFSCAR	MAT	5a.	14:00	P-097	228
ODILA FLORENCIO	UFSCAR	MAT	4a.	08:40	O	213
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO	UNB	ATO	5a.	18:40	O	229
*OLISIA DE OLIVEIRA DAMASCENO	UPFNG	MAT	6a.	08:30	P-102	288
OLISIA DE OLIVEIRA DAMASCENO	UPFNG	POL	6a.	08:30	O	288
OMAR BARBOSA CAMPOS	IPD	INS	5a.	14:00	P-071	175
*OMAR TESCHKE	UNICAMP	BIO	5a.	14:00	P-017	52
*OMAR TESCHKE	UNICAMP	DEF	5a.	14:00	P-038	99
OMAR TESCHKE	UNICAMP	MAT	5a.	14:00	P-098	228
*ORLANDO DI LORENZO FILHO	UPFB	OTI	5a.	08:30	O	256
*ORLANDO DI LORENZO FILHO	UPFB	OTI	6a.	14:00	P-084	278
ORLANDO DI LORENZO FILHO	UPFB	OTI	5a.	08:00	O	256
*ORNELLA MARIA PORCU	UFSCAR	CRI	4a.	14:00	P-015	76
OSAME KINOUCI FILHO	IFUSP	EST	5a.	09:55	O	116
*OSCAR HIPOLITO	IFOSC	SEM	4a.	09:00	O	315
*OSCAR HIPOLITO	IFOSC	SEM	4a.	14:00	P-106	332
*OSCAR HIPOLITO	IFOSC	SEM	6a.	14:00	P-107	332
OSCAR HIPOLITO	IFOSC	SEM	4a.	14:00	P-107	332
OSCAR HIPOLITO	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-153	345
OSCAR HIPOLITO	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-152	344
*OSMAR DE SOUZA E. SILVA JUNIOR	UNICAMP	ATO	5a.	14:00	P-008	36
*OSSAMU NAKAMURA	UFBA	MAT	6a.	11:50	O	221
*OSVALDO EDUARDO AIELO	FFCLRP	BIO	5a.	14:00	P-018	52
*OSVALDO NOVAIS DE OLIVEIRA JUNIOR	IFOSC	SUP	6a.	11:45	O	380
OSVALDO NOVAIS DE OLIVEIRA JUNIOR	IFOSC	POL	5a.	09:45	O	283
OSVALDO NOVAIS DE OLIVEIRA JUNIOR	IFOSC	SUP	6a.	11:15	O	379
OSVALDO NOVAIS DE OLIVEIRA JUNIOR	IFOSC	SUP	6a.	14:00	P-118	383
*OSVALDO BAPPA FILHO	FFCLRP	BIO	5a.	14:00	P-014	51
OSVALDO BAPPA FILHO	FFCLRP	DEF	6a.	14:00	P-016	101
OSVALDO BAPPA FILHO	FFCLRP	INS	5a.	14:00	P-079	178
OSVALDO BAPPA FILHO	FFCLRP	BIO	5a.	14:00	P-026	56
OSVALDO BAUMGARTEN FILHO	UPRGS	EST	6a.	14:00	P-039	146
OSVALDO FELLIPE JUNIOR	IQUSP					
OSVALDO LUIZ ALVES	UNICAMP	DEF	5a.	08:50	O	88
OSVALDO LUIZ ALVES	UNICAMP	OTI	5a.	11:15	O	259
OSVALDO LUIZ ALVES	UNICAMP	OTI	4a.	10:30	O	253
OSVALDO LUIZ ALVES	UNICAMP	DEF	5a.	09:10	O	89
OSVALDO LUIZ ALVES	UNICAMP	DEF	4a.	11:50	O	87
*OSVALDO LUIZ BUENO MARTINS	IFUSP	OTI	5a.	14:00	P-123	273
*OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	BIO	6a.	14:00	P-007	59
*OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	BIO	6a.	14:00	P-008	59
*OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-096	310
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	POL	5a.	14:00	P-125	295
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-094	309
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-094	309
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	BIO	6a.	14:00	P-010	60
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	CRI	4a.	08:50	O	65
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	BIO	6a.	09:50	O	46
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	RES	4a.	08:30	O	301
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	BIO	6a.	14:00	P-009	59
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	BIO	6a.	09:30	O	46
OTACIRO RANGEL NASCIMENTO	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-095	309
*P SINGH	INPE	SUC	4a.	10:15	O	356
*PABLO ANTONIO VENEGAS URENDA	UNICAMP	MET	6a.	11:30	O	242
*PASCHOAL RIZZO	UPRJ	INS	5a.	14:00	P-077	177
*PATRICIA LUSTOZA DE SOUZA	PUC/RJ	SEM	5a.	11:15	O	322
*PAULO ATSUSHI SUZUKI	IFUSP	SUC	6a.	14:00	P-113	366

\* - EXPOSITOR



-----NOME-----		---INST---	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
PAULO	ATSUSHI SUZUKI	IFUSP	SUC	6a.	14:00	P-110	365
*PAULO	CESAR DE CAMARGO	UPPR	SUF	6a.	14:00	P-138	390
PAULO	CESAR DE CAMARGO	UPPR	MET	4a.	14:00	P-081	247
PAULO	CESAR DE CAMARGO	UPPR	SUF	6a.	14:00	P-125	385
PAULO	CESAR DE CAMARGO	UPPR	MET	6a.	10:30	O	241
PAULO	CESAR DE CAMARGO	UPPR	MAG	5a.	08:55	O	197
PAULO	CESAR DE OLIVEIRA	UNB	LIQ	4a.	11:10	O	185
*PAULO	CESAR DE OLIVEIRA	UPPE	OTI	5a.	08:00	O	256
*PAULO	CESAR PIQUINI	IPUSP	ATO	5a.	11:15	O	26
*PAULO	COSTA RIBEIRO	PUC/RJ	BIO	5a.	14:00	P-028	56
PAULO	COSTA RIBEIRO	PUC/RJ	INS	5a.	14:00	P-080	178
*PAULO	DANIEL EMMEL	UFSCAR	SEM	5a.	14:00	P-132	338
*PAULO	EDUARDO DE BRITO	UNB	MAG	4a.	11:30	O	195
*PAULO	EDUARDO FORNASARI FARINAS	UFSCAR	SEM	5a.	14:00	P-148	343
*PAULO	EMILIO VALADAO DE MIRANDA	COPEPE/UPRJ	MAT	4a.	09:40	O	214
PAULO	EMILIO VALADAO DE MIRANDA	COPEPE/UPRJ	MAT	4a.	10:00	O	215
PAULO	EMILIO VALADAO DE MIRANDA	COPEPE/UPRJ	MAT	4a.	09:20	O	214
PAULO	FULCO	UFRN	MAG	6a.	14:00	P-067	209
*PAULO	HENRIQUE DE SOUZA	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-093	309
PAULO	HENRIQUE DIONISIO	UPRGS	SUF	6a.	09:30	O	377
PAULO	HENRIQUE PORCHETO DOMINGUES	UFRJ	MAG	4a.	10:45	O	194
*PAULO	HENRIQUE RIBEIRO BARBOSA	PUC/RJ	EST	4a.	14:00	P-041	130
*PAULO	LOUREIRO DE SOUSA	PFCLRP	INS	5a.	14:00	P-079	178
PAULO	MACHADO MORS	UPRGS	EST	6a.	11:30	O	122
*PAULO	MAGNO DE PAIVA GARCIA	UNICAMP	OTI	6a.	09:00	O	262
PAULO	MAGNO DE PAIVA GARCIA	UNICAMP	OTI	6a.	08:00	O	261
*PAULO	MASCARELLO BISCH	CBPP	BIO	4a.	10:30	O	43
*PAULO	MASCARELLO BISCH	CBPP	BIO	4a.	11:00	O	43
PAULO	MASCARELLO BISCH	CBPP	BIO	5a.	14:00	P-021	53
PAULO	MASCARELLO BISCH	CBPP	BIO	5a.	14:00	P-022	54
PAULO	MASCARELLO BISCH	CBPP	EST	5a.	12:00	O	118
PAULO	MASCARELLO BISCH	CBPP	BIO	6a.	14:00	P-003	57
*PAULO	MONTEIRO VIEIRA BRAGA BARONE	UPJP	POL	5a.	08:15	O	283
PAULO	MONTEIRO VIEIRA BRAGA BARONE	UPJP	POL	5a.	09:30	O	284
*PAULO	MOTISUKE	UNICAMP	DEF	5a.	11:10	O	90
PAULO	MOTISUKE	UNICAMP	SEM	5a.	14:00	P-134	338
PAULO	MOTISUKE	UNICAMP	SEM	4a.	14:00	P-110	333
PAULO	MOTISUKE	UNICAMP	SEM	5a.	14:00	P-140	340
PAULO	MOTISUKE	UNICAMP	SEM	5a.	09:45	O	321
*PAULO	MURILLO CASTRO DE OLIVEIRA	UPF	EST	5a.	14:00	P-042	135
PAULO	MURILLO CASTRO DE OLIVEIRA	UPF	EST	5a.	09:40	O	115
PAULO	MURILLO CASTRO DE OLIVEIRA	UPF	EST	4a.	14:00	P-051	134
PAULO	MURILLO CASTRO DE OLIVEIRA	UPF	EST	4a.	14:00	P-034	128
PAULO	MURILLO CASTRO DE OLIVEIRA	UPF	EST	6a.	14:00	P-050	133
*PAULO	PUREUR NETO	UFRGS	SUC	5a.	11:15	O	362
PAULO	PUREUR NETO	UFRGS	SUC	4a.	10:45	O	357
PAULO	PUREUR NETO	UFRGS	SUC	4a.	11:00	O	357
*PAULO	RICARDO GARCIA FERNANDES	IFUSP	LIQ	4a.	09:50	O	184
*PAULO	ROBERTO COLARES GUIMARAES	UPV	MAT	6a.	08:40	O	218
*PAULO	ROBERTO DE JESUS SILVA	CBPP	SEM	6a.	14:00	P-097	348
PAULO	ROBERTO DE JESUS SILVA	CBPP	SUF	5a.	08:30	O	371
PAULO	ROBERTO DE JESUS SILVA	CBPP	DEP	4a.	12:10	O	87
PAULO	ROBERTO DE JESUS SILVA	CBPP	MAT	6a.	11:30	O	220
PAULO	ROBERTO DE JESUS SILVA	CBPP	SEM	6a.	14:00	P-092	346
*PAULO	ROBERTO KRBS	UFRGS	EST	4a.	14:00	P-053	134
*PAULO	ROBERTO SILVA	UFMG	POL	5a.	14:00	P-128	296
*PEDRO	AUGUSTO DE PAULA NASCENTE	UNICAMP	SUF	5a.	09:30	O	372
PEDRO	AUGUSTO DE PAULA NASCENTE	UNICAMP	SUF	5a.	09:15	O	372
PEDRO	AUGUSTO DE PAULA NASCENTE	UNICAMP	SUF	5a.	09:00	O	372
*PEDRO	AUGUSTO MATOS RODRIGUES	UNICAMP	SEM	5a.	11:30	O	322
*PEDRO	GERALDO PASCUTTI	IFUSP	BIO	6a.	14:00	P-013	61
*PEDRO	LICINIO DE MIRANDA BARBOSA	UPMG	EST	6a.	11:45	O	122
PEDRO	LICINIO DE MIRANDA BARBOSA	UPMG	EST	4a.	14:00	P-048	133
PEDRO	LICINIO DE MIRANDA BARBOSA	UPMG	EST	6a.	14:00	P-048	149
*PEDRO	PAULO DE MELLO VENEZUELA	IFUSP	SEM	4a.	14:00	P-116	335
*PEDRO	RODRIGUES JUNIOR	UPRGS	SUC	4a.	10:45	O	357
PEDRO	RODRIGUES JUNIOR	UPRGS	SUC	4a.	11:00	O	357
PEDRO	RODRIGUES JUNIOR	UPRGS	SUC	5a.	11:15	O	362
*PIERRE	BASMAJI	IFOSC	SEM	4a.	12:00	O	319
PIERRE	BASMAJI	IFOSC	SEM	5a.	10:45	O	321
PIERRE	BASMAJI	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-140	340
*PIOTR	TRZESNIAK	IFUSP	DEP	4a.	09:30	O	85
*PIOTR	TRZESNIAK	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-017	101
*PRASANTA KUMAR MUKHERJEE		UPPE	ATO	5a.	08:15	O	23
RAFAEL CALVO		ARGENTINA	MAG	6a.	14:00	P-061	207
RAFAEL CALVO		ARGENTINA	CRI	4a.	08:50	O	65
RAFAEL CALVO		ARGENTINA	RES	4a.	14:00	P-094	309
*RAPPAELE	AMAZONAS NOVELLINO	UAM	SEM	5a.	14:00	P-134	338
*RAIMUNDO	ROCHA DOS SANTOS	PUC/RJ	EST	5a.	08:55	O	114
RAIMUNDO	ROCHA DOS SANTOS	PUC/RJ	EST	4a.	14:00	P-041	130
*RAM	KICHORE	SEM	5a.	14:00	P-154	345	
RAMAYANA	GAZZINELLI	UFMG					
*RAUL	EDGARDO RAPP	UPRJ	MAG	6a.	14:00	P-061	207
RAUL	EDGARDO RAPP	UPRJ	INS	6a.	11:45	O	164
REGINA	CELIA DA SILVA BARROS ALLIL	IPD	INS	5a.	14:00	P-071	175
*REGINA	CELIA DE SOUZA	UFMA	DEP	6a.	11:30	O	94
REGINA	PINTO DE CARVALHO	UPMG	SEM	4a.	09:45	O	316
REGINA	PINTO DE CARVALHO	UPMG	MAT	5a.	14:00	P-088	225
REGINA	SIMPLICIO CARVALHO	UFV	MAT	5a.	14:00	P-088	225
*RENATO	AMARO ZANGARO	FVE	INS	5a.	09:20	O	156
RENATO	AMARO ZANGARO	FVE	INS	4a.	14:00	P-056	167
RENATO	AMARO ZANGARO	FVE	INS	4a.	14:00	P-068	171

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	-----INST----	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
*RENATO MELCHIADES DORIA	UCP	SUC	4a.	11:45	O	358
*RENATO PENHA CAMATA	IFUSP	SEM	5a.	14:00	P-138	340
RENE AYRES CARVALHO	IFOSC	MAG	6a.	14:00	P-070	210
*RENE BRENZIKOFER	UNICAMP	BIO	5a.	14:00	P-024	54
REYNALDO DANIEL PINTO	IFUSP	INS	4a.	14:00	P-071	172
*RICARDO ANTONIO DESSIMONI ZANON	UPF	INS	4a.	14:00	P-058	168
*RICARDO DE PAULA E SILVA MASETTI LOBO	UPFG	POL	6a.	10:30	O	390
*RICARDO DE PAULA E SILVA MASETTI LOBO	UPFG	DEF	6a.	10:30	O	93
*RICARDO FUJWARA	IFOSC	ATO	5a.	14:00	P-002	34
*RICARDO GARGANO	UNB	ATO	5a.	14:00	P-003	35
*RICARDO J HOROWICZ	PUC/RJ	OTI	4a.	08:30	O	251
*RICARDO LUIS BRITTO COSTA	UPF	EST	4a.	14:00	P-047	132
RICARDO MACHADO LEITE DE BARROS	UNICAMP	BIO	5a.	14:00	P-024	54
*RICARDO MARQUES RIBEIRO	PUC/RJ	SEM	6a.	11:15	O	327
*RICARDO MORITZ CAVALCANTI	PUC/RJ	EST	5a.	14:00	P-053	139
*RICARDO REGO BORDALO CORREIA	OTI	5a.	09:30	O	258	
RICARDO REGO BORDALO CORREIA	UPFRGS	ATO	4a.	09:30	O	20
*RICHARD LANDERS	UNICAMP	SUF	5a.	09:15	O	372
RICHARD LANDERS	UNICAMP	INS	4a.	14:00	P-064	170
RICHARD LANDERS	UNICAMP	SUF	5a.	09:30	O	372
RICHARD LANDERS	UNICAMP	SUF	5a.	09:00	O	372
RICHARD LANDERS	UNICAMP	SEM	6a.	14:00	P-103	350
RICHARD LANDERS	UNICAMP	SEM	6a.	11:00	O	326
*RITA MARIA CUNHA DE ALMEIDA	UPFRGS	EST	5a.	14:00	P-043	136
RITA MARIA CUNHA DE ALMEIDA	UPFRGS	EST	6a.	11:30	O	122
RITA MARIA CUNHA DE ALMEIDA	UPFRGS	EST	4a.	14:00	P-050	133
RITA MARIA CUNHA DE ALMEIDA	UPFRGS	EST	4a.	14:00	P-054	135
RITA MARIA CUNHA DE ALMEIDA	UPFRGS	EST	4a.	14:00	P-049	133
*ROBERTA NUDES ATTILI	IPEN	MAG	5a.	08:10	O	196
*ROBERTO CLAUDINO DA SILVA	IFUSP	SEM	4a.	14:00	P-112	334
*ROBERTO CONSIGLIO	UPFRGS	MET	4a.	10:30	O	237
ROBERTO DE TOLEDO ASSUMPCAO	UNICAMP	MAT	6a.	09:00	O	218
*ROBERTO DINIZ	ITA	ITA	4a.	10:45	P-066	170
*ROBERTO EUGENIO LAGOS MONACO	UNICAMP	MET	6a.	11:00	O	242
*ROBERTO EUGENIO LAGOS MONACO	UNICAMP	MET	6a.	11:00	O	242
*ROBERTO FERNANDES DA SILVA ANDRADE	UPFA	EST	5a.	11:45	O	118
*ROBERTO FERNANDES DA SILVA ANDRADE	UPFA	EST	6a.	14:00	P-035	145
*ROBERTO FERNANDES DA SILVA ANDRADE	SUP	6a.	14:00	P-127	366	
ROBERTO FERNANDES DA SILVA ANDRADE	UPFA	EST	6a.	14:00	P-034	145
*ROBERTO HIROKI MIWA	IFUSP	SEM	4a.	14:00	P-111	333
*ROBERTO LUIZ MOREIRA	UPFG	DEF	6a.	10:30	O	93
ROBERTO LUIZ MOREIRA	UPFG	SEM	4a.	09:45	O	316
ROBERTO LUIZ MOREIRA	UPFG	POL	6a.	10:15	O	290
ROBERTO LUIZ MOREIRA	UPFG	POL	5a.	14:00	P-128	296
*ROBERTO MENDONCA FARIA	IFOSC	POL	5a.	11:15	O	286
ROBERTO MENDONCA FARIA	IFOSC	POL	6a.	09:45	O	289
ROBERTO MENDONCA FARIA	IFOSC	POL	6a.	09:30	O	289
ROBERTO MENDONCA FARIA	IFOSC	POL	5a.	14:00	P-125	295
ROBERTO MENDONCA FARIA	IFOSC	POL	5a.	09:45	O	285
ROBERTO MENDONCA FARIA	IFOSC	POL	5a.	14:00	P-127	295
*ROBERTO NICOLAU ONODY	IFOSC	EST	6a.	14:00	P-031	144
ROBERTO NICOLAU ONODY	IFOSC	EST	6a.	14:00	P-032	144
ROBERTO NICOLAU ONODY	IFOSC	EST	6a.	10:30	O	121
*RODOLFO EUSEBIO LAGOS MONACO	UNICAMP	ATO	4a.	08:45	O	19
*RODOLFO EUSEBIO LAGOS MONACO	UNICAMP	EST	6a.	14:00	P-045	148
*RODOLFO POLITANO	IFUSP	MAG	4a.	08:25	O	191
*ROGERIO JOSE BAERLE	IFUSP	SEM	4a.	08:45	O	315
ROGERIO LUIS MALTEZ	UPFRGS	POL	5a.	10:45	O	286
*ROGERIO MAGALHAES PANIAGO	UPFG	MAG	6a.	14:00	P-068	210
ROGERIO MAGALHAES PANIAGO	UPFG	MAG	5a.	08:25	O	196
*ROMEO TAVARES DA SILVA	IFUSP	EST	5a.	14:00	P-046	137
*ROMUEL FIGUEIREDO MACHADO	UPFG	EST	5a.	14:00	P-049	138
*RONALDO MOTA	UPFSM	SUC	4a.	10:30	O	356
RONALDO PEREIRA DE MELO JUNIOR	JPPE	OTI	5a.	11:00	O	259
RONALDO PEREIRA DE MELO JUNIOR	UPFE	INS	5a.	08:50	O	155
*ROSA BERNSTEIN SCORZELLI	CBPF	SUC	4a.	09:45	O	356
ROSA BERNSTEIN SCORZELLI	CBPF	MAG	4a.	11:00	O	194
*ROSA MARIA FERNANDES	UNESP-BAUR	MAT	4a.	08:40	O	213
*ROSA MARIA FERNANDES	UNESP-BAUR	MAT	5a.	14:00	P-097	228
ROSANE RIERA FREIRE	PUC/RJ	EST	4a.	14:00	P-044	131
*ROSANGELA ITRI	IFUSP	CRI	5a.	08:50	O	68
ROSANGELA ITRI	IFUSP	LIO	4a.	10:30	O	185
*RUBEM LUIS SOMMER	UPSM	MAG	5a.	09:55	O	198
*RUBENS BARRETO DA SILVA	INS	4a.	14:00	P-068	171	
*RUBENS DE ANDRADE JUNIOR	UNICAMP	SUC	4a.	11:30	O	358
*RUBENS DO AMARAL NETO	TELEBRAS	OTI	6a.	11:00	O	264
RUBENS DO AMARAL NETO	TELEBRAS	OTI	6a.	10:30	O	264
*RUBERLEY RODRIGUES DE SOUZA	IFOSC	MAG	6a.	14:00	P-056	206
RUBERLEY RODRIGUES DE SOUZA	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-095	309
*RUDSON RIBEIRO ALVES	UNICAMP	SEM	5a.	14:00	P-140	340
*RUIVALDO REGIS SOBRAL	CBPF	RES	4a.	14:00	P-101	311
*SABINO JOSE FERREIRA NETO	UPFG	EST	4a.	11:15	O	112
*SAID SALEM SUGUI JUNIOR	UNICAMP	SUC	4a.	11:15	O	357
SAID SALEM SUGUI JUNIOR	UNICAMP	SUC	5a.	11:00	O	361
*SALVIANO DE ARAUJO LEAO	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-107	332
SALVIANO DE ARAUJO LEAO	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-153	345
SALVIANO DE ARAUJO LEAO	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-152	344
*SANCLAYTON GERALDO CARVALHO MOREIRA	UPCE	DEF	6a.	12:10	O	94
*SANDRA CRISTINA ZERBETTO	UNICAMP	OTI	6a.	14:00	P-087	279
*SANDRA FERREIRA	IFUSP	MET	6a.	09:40	O	240
SANDRA SAMPAIO VIANA	UPFE	OTI	5a.	10:00	O	258
SANDRA SAMPAIO VIANA	UPFE	OTI	5a.	09:45	O	258

\* - EXPOSITOR

-----NOME-----	-----INST----	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
*SANDRO MENDES SINI	IFUSP	INS	5a.	10:30	O	157
SANDRO MENDES SINI	IFUSP	CRI	4a.	14:00	P-012	75
SARAH DE CASTRO BARBOSA ANDRADE	PUC/RJ					
*SAULO SOARES DE SOUZA	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-014	100
*SEBASTIAO VICENTE CANEVAROLO JUNIOR	UFSCAR	POL	6a.	12:00	O	292
*SEBASTIAO WILLIAM DA SILVA	UFSCAR	SUF	6a.	14:00	P-125	385
*SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	ATO	6a.	09:15	O	27
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	ATO	6a.	10:15	O	28
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	INS	4a.	14:00	P-062	169
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	OTI	4a.	14:00	P-080	277
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	ATO	6a.	10:00	O	28
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	ATO	4a.	09:45	O	20
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-081	277
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	ATO	4a.	14:00	P-002	31
SERGIO CARLOS ZILIO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-079	277
*SERGIO DA COSTA SAAB	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-094	309
*SERGIO EDUARDO MICHELIN	UFSCAR	ATO	5a.	14:00	P-010	37
*SERGIO GALVAO COUTINHO	UFPE	EST	4a.	09:40	O	110
SERGIO GALVAO COUTINHO	UFPE	EST	4a.	14:00	P-038	129
SERGIO GALVAO COUTINHO	UFPE	MAG	6a.	14:00	P-069	210
SERGIO GAMA	UNICAMP	MAG	4a.	08:55	O	192
SERGIO GAMA	UNICAMP	MAG	4a.	08:40	O	191
SERGIO GAMA	UNICAMP	MAG	4a.	08:10	O	191
SERGIO GAMA	UNICAMP	MAG	6a.	14:00	P-062	208
SERGIO GAMA	UNICAMP	MAG	4a.	10:30	O	191
*SERGIO GARCIA MAGALHAES	UFSP	EST	5a.	14:00	P-065	143
*SERGIO GONZALO BESVIEVSKI GLIKBERG	UNICAMP	INS	5a.	11:30	O	159
*SERGIO GUSTAVO DE AGUIAR QUADROS	IFUSP	EST	4a.	14:00	P-036	129
*SERGIO K. DE FIGUEIREDO	IFUSP	SEM	5a.	11:00	O	322
*SERGIO LUIZ MORELHAO	UNICAMP	DEF	5a.	09:30	O	89
SERGIO LUIZ TALIM	UFOP	EST	5a.	14:00	P-056	140
*SERGIO MACHADO REZENDE	UFPE	MAG	5a.	11:30	O	200
SERGIO MACHADO REZENDE	UFPE	MAG	6a.	14:00	P-053	205
SERGIO MACHADO REZENDE	UFPE	MAG	5a.	09:40	O	198
*SERGIO TSUDA	UNICAMP	OTI	5a.	11:30	O	260
SERGIO TSUDA	UNICAMP	OTI	4a.	11:45	O	255
*SHAN HO TSAI	IFUSP	EST	4a.	11:45	O	113
*SILAS LENZ CESAR	UFPE	SEM	4a.	14:00	P-149	331
*SILVANIA FELIX PEREIRA	UFPE	OTI	4a.	08:00	O	251
SILVIA MARIA KUVA	IFUSP	EST	5a.	10:45	O	116
*SILVIA SELZER	UFF	EST	5a.	14:00	P-059	141
SILVIA SELZER	UFF	EST	5a.	14:00	P-058	141
SILVIO ANTONIO TONISSI JR	IFOSC	OTI	6a.	12:30	O	266
SILVIO ANTONIO TONISSI JR	IFOSC	INS	5a.	10:15	O	157
SILVIO CRESTANA	EMBRAPA	EST	6a.	10:30	O	121
*SILVIO LUIZ SOUZA CUNHA	UFRGS	ATO	4a.	09:30	O	20
SILVIO LUIZ SOUZA CUNHA	UFRGS	OTI	5a.	09:30	O	258
*SILVIO RENATO DAHMEN	UFSCAR	EST	5a.	14:00	P-061	142
SILVIO ROBERTO DE AZEVEDO SALINAS	IFUSP	EST	4a.	09:55	O	111
SILVIO ROBERTO DE AZEVEDO SALINAS	IFUSP	EST	4a.	14:00	P-036	129
SILVIO ROBERTO DE AZEVEDO SALINAS	IFUSP	EST	4a.	11:45	O	113
SILVIO ROBERTO DE AZEVEDO SALINAS	IFUSP	EST	4a.	14:00	P-046	137
*SIMONE MACIEL DE MEDEIROS	UFMG	SEM	5a.	14:00	P-136	319
*SOCRATES DE OLIVEIRA DANTAS	UFJF	POL	5a.	09:30	O	284
*SOLANGE BESSA CAVALCANTI	UFAL	EST	4a.	09:25	O	110
SOLANGE BESSA CAVALCANTI	UFAL	OTI	4a.	11:30	O	254
SOLON PEREIRA DA CRUZ FILHO	PUC/RS	MAG	4a.	09:55	O	193
*SONIA PROTA PESSOA	IFUSP	MAG	5a.	09:25	O	198
SONIA RENAUX WANDERLEY LOURO	PUC/RJ	BIO	6a.	10:50	O	47
SONIA RENAUX WANDERLEY LOURO	PUC/RJ	BIO	6a.	11:10	O	47
*SUELY REIS NOGUEIRA DA SILVA	UFRJ	ATO	5a.	11:00	O	25
SUZANA MARIA MOSS DE OLIVEIRA	UFF	EST	4a.	14:00	P-034	128
*SYLVIO GOULART ROSA JUNIOR	IFOSC	EST	4a.	14:00	P-042	131
SYLVIO ROBERTO ACCIOLY CANUTO	UFPE	ATO	4a.	11:15	O	26
SYLVIO ROBERTO ACCIOLY CANUTO	UFPE	SEM	4a.	11:30	O	318
SYLVIO ROBERTO ACCIOLY CANUTO	UFPE	ATO	5a.	10:30	O	25
*TADASHI SHIOSAWA	UNICAMP	POL	5a.	10:30	O	285
TADASHI SHIOSAWA	UNICAMP	DEF	5a.	14:00	P-038	99
*TAEKO YONAMINE	IFUSP	MAG	5a.	11:00	O	199
*TANIA CRISTINA ARANTES MACEDO	UNESP-FEG	SEM	4a.	11:15	O	318
*TANIA TOME MARTINS DE CASTRO	IFUSP	EST	5a.	11:30	O	117
*TANIA TOYOMI TOMINAGA	IFOSC	BIO	6a.	14:00	P-009	59
*TARCISIO MARCIANO DA ROCHA FILHO	UNB	EST	6a.	14:00	P-037	146
TARCISIO MARCIANO DA ROCHA FILHO	UNB	EST	6a.	14:00	P-038	146
*TEODOSIO KROIN	UFSC	LIO	4a.	14:20	O	187
*THADEU JOSINO PEREIRA PENNA	UFF	EST	5a.	09:40	O	115
THADEU JOSINO PEREIRA PENNA	UFF	EST	5a.	14:00	P-051	138
THADEU JOSINO PEREIRA PENNA	UFF	EST	4a.	14:00	P-052	134
THADEU JOSINO PEREIRA PENNA	UFF	EST	5a.	14:00	P-052	139
THADEU JOSINO PEREIRA PENNA	UFF	EST	4a.	14:00	P-050	133
*THOMAS BRAUN	UFRGS	OTI	4a.	09:15	O	252
THOMAS BRAUN	UFRGS	ATO	4a.	14:00	P-001	31
*TITO JOSE BONAGAMBA	IFOSC	RES	4a.	08:50	O	301
*TITO JOSE BONAGAMBA	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-088	307
*TITO JOSE BONAGAMBA	IFOSC	RES	4a.	14:00	P-089	307
TITO JOSE BONAGAMBA	IFOSC	RES	4a.	08:30	O	301
TITO JOSE BONAGAMBA	IFOSC	POL	5a.	14:00	P-127	295
*TOMAZ CATUNDA	IFOSC	OTI	5a.	14:00	P-115	271
*TOME MAURO SCHMIDT	IFUSP	SEM	4a.	12:15	O	319
TOME MAURO SCHMIDT	IFUSP	SEM	6a.	14:00	P-116	325
UILAME UMBELINO GOMES	UFRN	HAT	5a.	11:40	O	220
UILAME UMBELINO GOMES	UFRN	HAT	5a.	14:00	P-089	225

• - EXPOSITOR

-----NOME-----	---INST---	GRUPO	DIA	HORA-	TIPO-	PAG
UILAME UMBELINO GOMES	UFRN	MAT	5a.	14:00	P-094	227
ULISSÉS AZEVEDO LEITAO	UFMG	DEF	6a.	11:50	O	94
UMBELINO DE FREITAS NETO	UFPPB	SEM	5a.	14:00	P-151	344
*URIEL MEDEIROS DE SOUZA COSTA	UFAL	EST	6a.	10:00	P-050	150
*VACLAV SPICKA	IMEF	SEM	4a.	10:30	O	317
*WAGNER EUSTAQUIO DE CARVALHO	UFMG	INS	5a.	14:00	P-075	176
*WAGNER EUSTAQUIO DE CARVALHO	UFMG	SUP	6a.	14:00	P-128	386
*WALDERES DRAGO	UFSC	SUP	6a.	14:00	P-132	388
*VALDIR CARLOS COLUSSI	IFOSC	ATO	6a.	10:00	O	28
*VALENTIN OBAC RODA	IFOSC	INS	5a.	14:00	P-081	178
*VALENTIN OBAC RODA	IFOSC	INS	5a.	14:00	P-082	179
*VALENTIN OBAC RODA	IFOSC	INS	5a.	14:00	P-083	179
*VALENTIN OBAC RODA	IFOSC	INS	6a.	11:15	O	163
VALENTIN OBAC RODA	IFOSC	INS	5a.	14:00	P-067	174
VALENTIN OBAC RODA	IFOSC	INS	5a.	14:00	P-066	173
VALENTIN OBAC RODA	IFOSC	INS	6a.	10:45	O	162
*VALQUIRIA VILLAS BOAS	IFOSC	MAG	6a.	14:00	P-059	207
*VALTENCIA ZUCOLOFFO	IFOSC	POL	5a.	14:00	P-131	297
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	ATO	6a.	08:45	O	27
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	ATO	4a.	14:00	P-003	31
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-082	278
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-088	280
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-075	275
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	ATO	4a.	09:45	O	20
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-081	277
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	ATO	4a.	14:00	P-002	31
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	12:30	O	266
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	INS	4a.	14:00	P-062	169
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-080	277
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	SEM	6a.	14:00	P-101	349
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	18:00	O	263
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	SEM	6a.	11:15	O	327
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	ATO	6a.	09:15	O	27
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	ATO	6a.	10:00	O	28
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	SEM	6a.	14:00	P-102	149
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	ATO	6a.	10:15	O	28
*VANDERLEI SALVADOR BAGNATO	IFOSC	OTI	6a.	14:00	P-079	277
*VERA BOHOMOLTZ HENRIQUES	IFUSP	EST	4a.	11:30	O	112
VERA LUCIA MAZZOCCHI	IPEN	MAG	4a.	10:30	O	193
*VIATCHESLAV IVANOVITCH ZUBOV	UFGO	EST	5a.	08:10	O	114
VIATCHESLAV IVANOVITCH ZUBOV	UFGO	EST	6a.	14:00	P-049	150
VIATCHESLAV IVANOVITCH ZUBOV	UFGO	DEF	5a.	14:00	P-040	100
VIATCHESLAV IVANOVITCH ZUBOV	UFGO	DEF	4a.	08:50	O	85
*VICENTE ROBERTO DUMKE	UFPR	POL	5a.	14:00	P-129	296
*VICENTE ROBERTO DUMKE	UFPR	SUC	4a.	10:00	P-115	366
*VICTOR ANTONIO PENA RODRIGUES	CBPF	MAT	4a.	08:20	O	213
*VICTOR CIRO SOLANO REYNOSO	UNICAMP	DEF	5a.	09:10	O	89
*VICTOR DE BARROS BRASIL	UFRJ	MAT	5a.	14:00	P-099	228
*VIPIN SRIVASTAVA	INPE	SEM	5a.	08:30	O	319
VIPIN SRIVASTAVA	INPE	EST	6a.	14:00	P-030	143
*VITOR ALEXANDRE DA SILVA	FTI	MAT	5a.	14:00	P-095	227
*VITOR HUGO GARCIA	UFRGS	MAT	4a.	11:00	O	238
*VITORIO ALBERTO DEL LORENCI	UFV	MAT	5a.	14:00	P-088	225
*VLADIMIR JESUS TRAVAAIROLDI	INPE	SUP	5a.	12:00	O	375
*VLADISLAV BASYUL	UFRJ	SUC	6a.	14:00	P-116	367
WAGNER FIGUEIREDO	UFSC	EST	5a.	14:00	P-057	140
WAGNER FIGUEIREDO	UFSC	EST	4a.	14:00	P-033	128
WAGNER FIGUEIREDO	UFSC	EST	5a.	14:00	P-058	141
*WAGNER WILSON FURTADO	UFGO	DEF	5a.	10:30	O	89
*WALDENAR BONVENTI JUNIOR	IFUSP	DEF	6a.	14:00	P-027	104
*WALDYR MAGARAO MENDES	PUC/RJ	SEM	6a.	12:00	O	328
WALDYR MAGARAO MENDES	PUC/RJ	SEM	5a.	14:00	P-139	340
*WALTAIR VIEIRA MACHADO	UAM	SEM	4a.	10:45	O	317
*WALTER FIGUEIRA DE AZEVEDO JR	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-021	78
*WALTER FIGUEIRA DE AZEVEDO JR	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-022	78
*WALTER FIGUEIRA DE AZEVEDO JR	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-023	79
*WALTER FIGUEIRA DE AZEVEDO JR	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-024	79
*WALTER FIGUEIRA DE AZEVEDO JR	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-025	79
*WALTER FIGUEIRA DE AZEVEDO JR	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-026	80
*WALTER MAIGON PONTUSCHKA	IFUSP	DEF	5a.	14:00	P-036	98
WALTER MAIGON PONTUSCHKA	IFUSP	DEF	5a.	14:00	P-037	99
WALTER MAIGON PONTUSCHKA	IFUSP	MAT	5a.	14:00	P-104	230
*WALTER MANUEL ORELLANA MUNOZ	IFUSP	SEM	4a.	11:00	O	317
*WALTER MARIO SOLANO REYNOSO	UNICAMP	BTO	6a.	14:00	P-004	58
*WALTER MARIO SOLANO REYNOSO	UNICAMP	BTO	6a.	14:00	P-005	58
*WASHINGTON LUIZ CARVALHO LIMA	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-141	341
*WASHINGTON LUIZ DE BARROS MELO	UNESP-I.S.	INS	6a.	08:35	O	160
WASHINGTON LUIZ DE BARROS MELO	UNESP-I.S.	POL	5a.	11:15	O	286
WILK MARCELINO GONCALVES	IFUSP	INS	4a.	14:00	P-071	172
*WIDO H. SCHREINER	UFRGS	SUP	6a.	09:15	O	377
WIDO H. SCHREINER	UFRGS	MAG	5a.	10:45	O	199
WIDO H. SCHREINER	UFRGS	MAG	5a.	11:00	O	199
WIDO H. SCHREINER	UFRGS	SUP	6a.	09:30	O	377
WIDO H. SCHREINER	UFRGS	SUP	6a.	10:30	O	378
WIDO H. SCHREINER	UFRGS	MAG	6a.	14:00	P-053	205
*WILFREDO M. IRRAZABAL URRUCHI	FVE	INS	5a.	14:00	P-087	180
WILLI PENDL JUNIOR	IEEN	MAG	5a.	08:10	O	196
WILMA MACHADO SOARES SANTOS	UFRJ	INS	5a.	14:00	P-077	177
WILSON AIRES ORTIZ	UFSCAR	SUC	5a.	08:30	O	358
WILSON AIRES ORTIZ	UFSCAR	MAG	5a.	08:55	O	197
*WILSON BARBOSA DA COSTA	IFOSC	SEM	5a.	14:00	P-151	344
*WILTON NEY DO AMARAL PEREIRA	UNITAU	INS	5a.	14:00	P-071	175

\* - EXPOSITOR

NOME	INST	GRUPO	DIA	HORA	TIPO	PAG
WILTON NEY DO AMARAL PEREIRA	UNITAU	INS	4a.	14:00	P-069	171
*WLODZIMIERZ ALEKSANDER KELLER	UPBA	CRI	6a.	08:50	O	72
WLODZIMIERZ ALEKSANDER KELLER	UPBA	CRI	6a.	09:10	O	72
WLODZIMIERZ ALEKSANDER KELLER	UPBA	CRI	6a.	08:30	O	71
*KIA SLKE	CBPF	MET	6a.	09:55	O	241
*YARA RIDENTE	IFUSP	BIO	6a.	11:50	O	48
*YUONG LIU	UFPE	OTI	4a.	09:30	O	252
*YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-017	77
*YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	5a.	08:10	O	68
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-018	77
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-020	78
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-026	80
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-023	79
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-022	78
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-021	78
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-025	79
YVONE PRIMERANO MASCARENHAS	IFOSC	CRI	4a.	14:00	P-024	79
*ZEEV GIDON KIPERVASER SAPIRO	FPCLRP	BIO	5a.	14:00	P-029	56
ZEEV GIDON KIPERVASER SAPIRO	FPCLRP	BIO	5a.	14:00	P-014	51
*ZOLACIR TRINDADE DE OLIVEIRA JUNIOR	UNB	EST	6a.	14:00	P-036	145
*ZOSIA ANGELICA DE SANT'ANA	IFUSP	LIQ	4a.	08:30	O	183

\* - EXPOSITOR