

IV Conferência de C&T

Documento de Área – Física Estatística e Computacional

1. Estado da arte

1.1 Considerações gerais

Mecânica Estatística é um dos pilares fundamentais da Física, sendo que os conhecimentos gerados nessa área são utilizados em praticamente todos os outros campos da Física, assim como em outras disciplinas. A idéia básica em Mecânica Estatística consiste no estudo de sistemas envolvendo um enorme número de partículas, onde conceitos da teoria de probabilidades são utilizados em conjunto com as leis da mecânica clássica, ou, nos casos extremos de baixas temperaturas, com os princípios da mecânica quântica. A física estatística, aliada a métodos computacionais sofisticados, tem sido aplicada em diversos problemas, desde a física de baixas energias, como por exemplo, no cálculo de propriedades térmicas, elétricas e magnéticas dos sistemas físicos considerados em Física da Matéria Condensada, até em física de altas energias, onde questões como o decaimento de núcleos atômicos a partir de estados altamente excitados são considerados. Mas a aplicação do formalismo e conceitos desenvolvidos nessa área não se restringem unicamente ao campo da Física. Eles tem sido largamente aplicados em química, biologia bem como em áreas muito diferentes da Física, como ciências sociais e econômicas.

A aplicação de métodos estatísticos à física de uma forma mais consistente teve início com o trabalho de Maxwell de 1860, que determinou a distribuição de velocidades das partículas de um gás ideal, e posteriormente com os trabalhos de Boltzmann na década de 1870, quem derivou sua celebre relação entre entropia e número de microestados acessíveis de um sistema. Entretanto, somente após a publicação do livro de Gibbs no ano de 1902, *Elementary Principles in Statistical Mechanics*, a área de Mecânica Estatística tornou-se uma das mais fundamentais da física, dando um suporte microscópico às bem estabelecidas leis da Termodinâmica.

Inicialmente, a teoria dos ensembles estatísticos de Gibbs foi empregada no estudo de gases e mistura de gases diluídos. Com o passar do tempo ela foi estendida a outros sistemas em física da matéria condensada, bem como no estudo da cinética das reações químicas. Um grande progresso nessa área foi conseguido com o advento da mecânica quântica, quando as propriedades termodinâmicas dos sistemas físicos puderam ser descritas em termos das estatísticas de Fermi-Dirac ou de Bose-Einstein. Entretanto, o maior sucesso alcançado pela Mecânica Estatística foi obtido na elucidação dos mecanismos envolvidos nas transições de fase em fluidos e sistemas magnéticos. Os primeiros modelos utilizados foram baseados em teorias bastante simplificadas, como a teoria de van der Waals para os fluidos e teorias de campo médio para os sistemas ferromagnéticos. Um marco na área de Mecânica Estatística foi a solução analítica obtida por Onsager em 1944 para a transição de fase do modelo de Ising em duas dimensões. Embora a solução exata desse modelo tenha sido obtida por Ising em 1924, em uma dimensão espacial, a importância da solução de Onsager para a área deve-se ao fato de ter sido esta a primeira solução exata obtida para um sistema de muitas partículas interagentes com transição de fases numa temperatura diferente de zero.

Infelizmente, o método desenvolvido por Onsager não pôde ser estendido a outros problemas de transições de fase. Diferentes teorias aproximadas surgiram ao longo do século XX, como por exemplo, as expansões em série de baixas e altas temperaturas, para descrever o comportamento crítico dos sistemas físicos. Finalmente, o reconhecimento desta área de pesquisa ocorreu com o desenvolvimento do método do grupo de renormalização, cuja versão definitiva foi estabelecida por Wilson em 1971. Essa teoria permitiu que fenômenos aparentemente tão diferentes como a transição de fase observada em fluidos e em sistemas ferromagnéticos, tivessem comportamentos termodinâmicos semelhantes próximo do ponto de transição. O comportamento dos sistemas físicos nas vizinhanças do ponto crítico pôde ser explicado em termos de algumas poucas variáveis, como a simetria do parâmetro de ordem, o alcance das interações e a dimensionalidade espacial.

Paralelamente aos estudos relativos às transições de fase, outros avanços foram obtidos na área de Mecânica Estatística, particularmente aqueles voltados ao estudo das propriedades físicas de sistemas fora do equilíbrio termodinâmico. O ponto de partida nesses estudos é a equação de transporte de Boltzmann que tem sido utilizada para determinar propriedades de transporte dos materiais, tais como a viscosidade e as condutividades elétrica e térmica dos sistemas nos estados sólido, líquido e gasoso.

Além do formalismo baseado na equação de transporte de Boltzmann, outras descrições têm sido empregadas no estudo de sistemas fora do equilíbrio termodinâmico. No caso das transições de fase cinéticas, uma abordagem baseada na dinâmica estocástica, como por exemplo, o formalismo da equação de Langevin, tem sido bastante utilizada como ponto de partida para descrever as equações para a evolução temporal das distribuições de probabilidade dos sistemas físicos. Levando-se em conta taxas de transições entre os estados possíveis de um sistema, equações mestras e de Fokker-Planck são muito utilizadas na determinação da transição de fase entre estados ativos e absorventes. Esse procedimento tem sido aplicado no estudo da propagação de epidemias e reações catalíticas, tráfego urbano, compra e venda de ações em bolsas de valores, etc. Esses tópicos, e muitos outros, fazem parte de uma linha de pesquisa em Mecânica Estatística, denominada Sistemas Complexos, com núcleos de pesquisa atuantes na maioria dos centros de pesquisa do Brasil. É oportuno mencionar aqui a existência, desde fins de 2008, do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Complexos, sediado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, aglutinando atividades de 34 cientistas e tecnólogos de 18 instituições do país, assim como de alguns jovens cientistas.

Podemos dizer que a pesquisa realizada na área de Mecânica Estatística no Brasil cobre todos os tópicos que têm sido considerados nas reuniões trienais de Física Estatística da *IUPAP*. Nos temas considerados fundamentais, destacamos as pesquisas diretamente voltadas aos resultados rigorosos e soluções exatas, onde são estudados modelos exatamente integráveis de sistemas interagentes. Relativamente aos fundamentos da Mecânica Estatística e Termodinâmica, um grupo de pesquisadores brasileiros desenvolve, desde 1988, pesquisas sobre mecânica estatística não extensiva, focalizando sistemas fora de equilíbrio, sistemas com interações de longo alcance, e outros sistemas complexos (Bibliografia: <http://tsallis.cat.cbpf.br/biblio.htm>).

Entre as aplicações oriundas das teorias e métodos desenvolvidos em Mecânica Estatística, destacamos a continuidade dos estudos acerca das transições de fase e fenômenos críticos em equilíbrio (especialmente sistemas magnéticos ordenados e desordenados) e fora do equilíbrio termodinâmico (modelos epidêmicos e catalíticos entre outros). Uma outra linha de pesquisa que tem recebido atenção especial é o de problemas com motivação biológica. Nesse caso, os problemas investigados vão desde o estudo de moléculas complexas, polímeros, cristais líquidos, membranas, microemulsões, colóides carregados, soluções eletrolíticas, canais iônicos,

enovelamento de proteínas, até a investigação de motores moleculares, modelos de evolução e genética de populações.

Temas como a formação de padrões espaciais e temporais em sistemas fora do equilíbrio termodinâmico, processos de crescimento, onde são investigadas as propriedades de escala de interfaces, reações químicas, e turbulência também têm sido estudados com as técnicas usuais da Mecânica Estatística. Transições de fase em modelos quânticos, condensação de Bose-Einstein e sistemas eletrônicos fortemente correlacionadas também têm sido alvo de investigação de pesquisadores brasileiros.

Além da aplicação da Mecânica Estatística em problemas relativos às ciências da natureza, tópicos interdisciplinares têm recebido a atenção de diferentes grupos de pesquisa, entre os quais citamos problemas de tráfego urbano, análises de séries temporais, econofísica, e redes complexas com aplicações em diversas áreas, entre elas, as ciências sociais.

A física estatística promoveu grandes avanços da Ciência e Tecnologia no último século e meio. A partir dos anos 1950, os métodos desenvolvidos pela Física Estatística foram apropriados pela comunidade científica e computacional, acelerando o desenvolvimento do que se designou Física Computacional. As portas abertas por este feliz encontro levou ao desenvolvimento de várias novas frentes de trabalho como a aplicação em análise de dados relativos a inteligência, previsões atmosféricas e projeções climáticas, entre outros. Espera-se que dentro de muito pouco tempo a supercomputação, associada aos desenvolvimentos inerentes da física estatística, leve a acelerar a pesquisa científica em áreas como biologia, medicina, geofísica e astrofísica. Para situar a importância da física estatística e computacional no desenvolvimento científico e tecnológico basta observar o investimento feito no mundo em computação de alto desempenho. Entre os 500 centros com computadores de mais alto desempenho no mundo encontramos a Arábia Saudita com 2, a Itália com 6, o Canadá com 8, a França com 23 e os Estados Unidos com 291. O Brasil não aparece nesta resenha. A China revelou no dia 30/10/2009 que acaba de montar um supercomputador, o Tianhe, com capacidade de até 1 petaflop (Um quatrilhão de operações de ponto flutuante por segundo!), rivalizando com os mais rápidos computadores do mundo (<http://www.top500.org>). No último encontro patrocinado pela IUPAP sobre Física Computacional realizado em Ouro Preto, agosto de 2008, houve uma sessão especial sobre computação em petaflops (<http://www.ccp2008.ufop.br/site/welcome.php>). É necessário enfatizar que desde o início do desenvolvimento da física computacional nossa capacidade de solucionar problemas cresceu enormemente. Este crescimento é devido em parte ao aumento no desempenho dos computadores, no entanto, o desenvolvimento de novos algoritmos superou em muito a contribuição devida a novos processadores.

Uma modelagem computacional é um programa de computador que procura descrever o comportamento de um sistema particular. Exemplos de modelagem computacional podem ser achados nos mais diversos campos da Ciência e da Tecnologia. Por exemplo, o estudo do fluxo de água em reatores nucleares, extração de petróleo, tráfego, mercado financeiro, modelamento estrutural de proteínas, desenvolvimento de novos materiais, transições de fase quânticas, e muitas outras. Para modelar tais situações a mecânica estatística é instrumento fundamental no desenvolvimento dos aplicativos computacionais. As técnicas e os avanços feitos em física estatística são rapidamente incorporados ao universo da modelagem de modo a tornar o código desenvolvido mais eficiente. Hoje é consenso que a modelagem computacional desempenha um papel complementar indispensável às formas clássicas de investigação. Sistemas com algum

ingrediente estocástico, para os quais contingências ocorridas no decorrer de sua evolução dinâmica são fundamentais, são tratados através da geração de números pseudoaleatórios. Nesse caso, diz-se que o tratamento computacional é uma simulação.

Os métodos mais comuns de simulação usam duas técnicas principais conhecidas como Dinâmica Molecular (DM) e Monte Carlo (MC). A DM é um procedimento que usa as interações entre partículas (átomos, moléculas, spins, etc.) para escrever as equações de movimento do sistema físico de interesse. As equações resultantes são integradas numericamente e a evolução do sistema pode ser acompanhada e visualizada a cada instante de tempo da simulação. A repetição deste processo para diferentes condições iniciais gera um conjunto de sistemas sobre os quais os métodos de mecânica estatística podem ser usados para obter a termodinâmica do sistema. Os métodos de DM são limitados por dois problemas intrínsecos: Os métodos de integração numérica que levam a um acúmulo de erros quando aplicados a tempos longos, e pelo tempo de computação que depende primariamente da complexidade das forças de interação presentes no problema.

Os métodos de MC são muito usados quando todos os métodos analíticos falham. Eles se caracterizam pelo uso de variáveis aleatórias para obter amostragens do sistema para o qual se quer computar os resultados de interesse. Como é um método que se baseia em tomar amostragens do espaço de interesse, ele é mais adequado quando o número de graus de liberdade do sistema é muito grande. As noções de mecânica estatística são essenciais ao método de simulação de Monte Carlo, em especial os conceitos de distribuição de probabilidades, o teorema central do limite e suas generalizações, a cadeia de Markov, a equação mestra, a geração eficiente de números pseudoaleatórios e a análise de erros em medidas. Grande número dos exemplos acima se referem aos sistemas ergódicos em equilíbrio, para os quais qualquer possível estado do sistema num dado instante pode ser substituído por qualquer outro estado igualmente provável, sem que tal troca tenha influência na evolução temporal futura das quantidades macroscópicas de interesse. Essa propriedade permite que se estude diretamente a evolução temporal das distribuições de probabilidade, no lugar da evolução temporal dos estados sucessivos em que o sistema se encontra em cada instante. De forma simplista, o estado atual pode ser substituído pela "média" de todos os possíveis estados. Isso se faz através de equações diferenciais do tipo Boltzmann, Fokker-Planck, de difusão ou as próprias equações de movimento de Newton ou Schrödinger como é o caso da DM. Portanto, estão excluídos dessa classe relativamente simples toda uma gama de importantes fenômenos em que a própria história passada do sistema em estudo deve ser levada em conta para descrever a citada evolução. Em geral são sistemas em que algum grau de hereditariedade entre gerações sucessivas está presente, evolução biológica, de linguagens, de comportamentos sociais, econômicos, etc.

Em um tal sistema, uma vez estabelecido o estado particular em que se encontra num dado instante (geração), apenas uma parte ínfima dos possíveis estados do mesmo sistema são acessíveis num instante subsequente (geração seguinte): apenas aqueles compatíveis com os resultados potenciais da regra de hereditariedade aplicada àquele estado particular anterior já estabelecido. Trata-se da filtragem hereditária que reduz enormemente o número de estados possíveis. Nesse caso a substituição do estado particular atual pela "média" não faz sentido, o sistema guarda memória de longo prazo que envolve todo o seu passado ancestral. Como resultado, não há em princípio equações diferenciais possíveis que traduzam as regras microscópicas diretamente na evolução temporal das grandezas macroscópicas de interesse. Assim, não existe uma "equação de Darwin".

Mais recentemente, os métodos da física estatística têm sido aplicados também a estes problemas, através dos modelos de agentes, que são dinâmicas de populações em que as características de cada indivíduo são armazenadas na memória do computador, e atualizadas sucessivamente a medida em que as gerações se sucedem segundo as regras microscópicas de

hereditariedade impostas. Essas regras são programadas no computador. Contingências ao longo da evolução são decididas pelo sorteio de números pseudo-aleatórios. Não se realizam médias intermediárias, ao estado inicial é aplicada a regra de evolução programada durante muitas gerações, sem médias. Estatísticas macroscópicas são obtidas através da evolução de diferentes estados iniciais, e/ou diferentes sequências de números pseudo-aleatórios, sendo a média realizada apenas entre os respectivos estados finais. Em física estatística diversos foram os problemas estudados usando-se técnicas de simulação.

1.2 Desafios e perspectivas

Desafios: sistemas fortemente correlacionados, novos materiais, nanotubos de carbono, transições de fase quânticas, sistemas caóticos, previsão do tempo, sistemas abertos e fora do equilíbrio, sistemas financeiros.

1.3 Brasil na área

A tabela seguinte mostra de maneira aproximada o número de profissionais que atuam na área de física estatística e simulação computacional. A física estatística é muito tradicional no Brasil, que contribuiu com grandes progressos e avanços na área. Pode-se dizer, de modo geral, que nos anos 1970 uma pequena comunidade de físicos brasileiros iniciou estudos em física estatística atacando problemas experimentais e teóricos em transições de fases magnéticas e fenômenos críticos. A física computacional, por outro lado, só chegou ao Brasil no final dos anos 1980, sendo portanto muito nova. No entanto, muito esforço foi feito no sentido de trazer para o Brasil uma nova área que se mostraria dentro de pouco tempo indispensável em qualquer iniciativa científica. Apesar deste esforço, inicialmente poucos pesquisadores arriscaram-se a entrar na área. Existem várias razões para isto, sendo a principal delas, talvez, a reserva de mercado da informática nos anos 80 que inviabilizou a participação dos pesquisadores brasileiros em programas mais arrojados. O efeito imediato foi provocar uma paralisia nos pesquisadores e um consequente atraso de vários anos na área. A infra-estrutura computacional no Brasil ainda é muito incipiente. Não há desenvolvimento de programas científicos realmente inovadores feitos genuinamente por cientistas brasileiros. São pouquíssimos os profissionais em física que sabem produzir códigos paralelos de forma eficiente. Nossos centros de "alto desempenho" não passam de ajuntamentos de computadores ou CPU's que a maior parte do tempo fazem programação sequencial. Nossa opinião é que os recursos gastos para formar centros de alto desempenho espalhados pelo país, deveriam ser usados em uns poucos centros, sob a direção de cientistas que sejam da área de pesquisa em física computacional. Estes locais deveriam funcionar como centros de treinamento para estudantes e profissionais, além de prestar assessoria para o desenvolvimento de software. Para que o centro fique livre de intervenções políticas locais ou que seu potencial seja desviado para serviços administrativos, sugere-se que a sua estrutura seja feita nos moldes do LNLC e não seja especialmente vinculada a Universidades. Não menos importante é estimular nossos estudantes a usar o computador como um instrumento para a solução de diversos problemas em ciência.

O total de pesquisadores e estudantes na área, de acordo com o banco de dados do CNPq, encontra-se na tabela abaixo. Pesquisadores (PESQ) e estudantes (EST).

	PESQ	%	EST	%
TOTAL	299	100	344	100
NORTE	17	6	24	7
NORDESTE	82	27	123	36
CENTRO-OESTE	12	4	10	3
SUDESTE	149	50	141	41
SUL	39	13	46	13

2 Relevância para a Sociedade

2.1 Formação de Pessoal

Os métodos e técnicas usados em física computacional, em particular em simulações, estão intimamente relacionados com os métodos de física estatística. De fato, não há como pensar em um cientista na área de simulação sem que se o associe à física estatística, uma vez que os métodos usados em simulação são tipicamente derivados da física estatística. Ainda é bastante incipiente o uso de métodos computacionais para a solução de problemas em nossos cursos tradicionais nas universidades e no segundo grau. No segundo grau é fácil de entender, uma vez que as escolas, com exceção de algumas particulares, não têm nem laboratórios nem pessoal capacitado para fazer este tipo de trabalho. Nas universidades, apesar de já haver laboratórios com computadores em número e qualidade suficiente para iniciar este processo, não existe um número suficiente de livros textos que abordem os problemas partindo de uma perspectiva computacional.

Uma solução relevante seria estimular nossos professores a darem seus cursos dentro desta perspectiva e, além disso, estimulá-los a escreverem textos nesta direção.

Pessoal formado dentro desta perspectiva passaria de simples usuário de produtos comprados no exterior, para produtor de programas de uso fundamental. Em segundo lugar, uma vez que o uso de técnicas de simulação se tornasse comum, seria muito mais simples para profissionais de ciência e tecnologia usarem estas técnicas em busca da solução de problemas até então insolúveis por outras técnicas. Exemplo disso é a possibilidade de descoberta de novos materiais, testes não destrutivos de novas tecnologias, etc.

Para que isto ocorra de forma organizada, é necessário que se inicie imediatamente um programa nas escolas, de segundo e terceiro graus. Além disso é necessário implementar imediatamente alguns grandes centros de computação de alto desempenho, não necessariamente ligados a universidades, e com capacidade não só para gerenciar os próprios centros, mas com capacidade para auxiliar os usuários nos primeiros anos de uso. Os centros devem também ter certa independência gerencial e orçamentária para contratar por tempo determinado profissionais para auxiliar no desenvolvimento e manutenção do centro. Os usuários dos centros devem ser entendidos como toda a comunidade científica e tecnológica do país. Nunca é demais lembrar que um centro como o proposto deve atualizar seus equipamentos pelo menos a cada 2 anos.

No curto prazo espera-se que o Brasil se torne auto-suficiente na formação de mão de obra especializada na área de simulações. Para que isto ocorra será necessário aumentar o número de profissionais atualmente nas Universidades e contratar um número significativo para os novos centros de computação de alto desempenho.

2.2 Desenvolvimento científico e tecnológico

O desenvolvimento e descoberta de novos materiais, a recuperação e exploração de petróleo em águas profundas são exemplos de problemas importantes e atuais para o Brasil. As soluções para todos estes problemas complexos requerem o conhecimento detalhado de suas propriedades intrínsecas. Até vinte anos atrás não havia solução ou predição teórica para estes problemas.

Esta situação mudou drasticamente com a descoberta de novas aproximações analíticas e o desenvolvimento de várias técnicas em Física Estatística. Aliado a isto, o desenvolvimento e o aumento dramático no poder computacional permitiu a vários grupos científicos, baseados em universidades, centros de pesquisa e empresas, a previsão e descoberta de propriedades de grande relevância física, com interesse econômico, científico e tecnológico.

O Brasil é um país que entra tardiamente na era de alta tecnologia. Tivemos um grande avanço na área teórica que não foi seguido por um avanço estratégico em computação de alto desempenho. Para recuperar o tempo perdido será necessário investir pesadamente na área de computação de alto desempenho, em particular na área de física computacional.

2.3 Impacto na economia

Economicamente o impacto pode ocorrer de varias maneiras diretas principais:

a) Pelo desenvolvimento de programas que permitam fazer testes não destrutivos.

Métodos não destrutivos fazem parte de um grande grupo de técnicas que permitem a inspeção de propriedades de materiais ou processos sem causar dano ao meio no qual se faz o teste. Bastante comuns são as previsões para implantes radioativos em tratamento de câncer e testes em dutos de usinas nucleares.

b) Na exploração de situações de interesse tecnológico de difícil acesso por outros meios.

A quantidade total de petróleo contida em uma reserva é diferente da quantidade que se pode retirar do poço, e esta limitação ocorre devido a diversos fatores. Técnicas de simulação têm sido usadas para estudar procedimentos que permitam aumentar o rendimento de um poço.

c) Barateando o custo final de testes de interesse tecnológico.

Já existem atualmente vários programas que podem prever propriedades físicas, sem que sejam sempre indispensáveis análises como microscopia eletrônica, difração de raios-x e calorimetria.

d) Prevendo o comportamento de novos materiais.

O uso de técnicas de simulação como Monte Carlo e Dinâmica Molecular pode levar ao desenvolvimento de novos produtos bem como desvendar novas propriedades de materiais existentes no mercado, inclusive no mercado farmacológico.

No curto prazo, o principal interesse tecnológico está no desenvolvimento de novos materiais, biomedicina e predição de estruturas de proteínas.

Infraestrutura

Muito provavelmente por causa da reserva de mercado em informática dos anos 70 e 80, o Brasil é um país atrasado no uso e desenvolvimento de aplicativos científicos para computadores de alta eficiência. Quase todos os aplicativos utilizados por nossos pesquisadores foram desenvolvidos no exterior, fazendo com que os grupos de pesquisa tivessem pouco interesse no desenvolvimento de softwares, e a nossa indústria apenas replicasse máquinas para uso pessoal. Nenhum desenvolvimento significativo foi feito no sentido de se produzir máquinas dedicadas a realizar computação de alto desempenho. Por essas razões, nossa infraestrutura computacional, física e de desenvolvimento de códigos, é ainda muito dependente do que vem do exterior. Essa dependência é bastante ruim, além do que em certos casos, a venda de máquinas e softwares está condicionada a não realização de certos tipos de pesquisas, consideradas estratégicas pelos vendedores desses bens.

Inclusão Social

Uma mudança no paradigma do ensino no país, fazendo-se um desvio na direção de se ensinar a resolver problemas com o uso direto do computador, terá como imediata consequência a introdução de todos os estudantes em um mundo tecnologicamente mais avançado, permitindo que o patamar de instrução mude drasticamente. Dentro da perspectiva de que o mundo necessita cada vez mais de pessoal especializado nas novas tecnologias é fácil observar-se o grande potencial que desempenhará uma mudança na forma de se lecionar e aprender nos ensinamentos básico, médio e superior.

Recomendações

Qualquer plano estratégico de médio ou longo prazo para ciência e tecnologia passa pelo desenvolvimento de estratégias que invistam fortemente em centros de excelência em Física

Estatística e Computacional. É necessário que formemos cientistas que possuam um bom conhecimento em estatística e programação científica, assim como em métodos analíticos, para que possam desenvolver a área de física computacional. Para que isto ocorra de forma consistente, esse aprendizado deve começar o mais cedo possível, ainda antes do estudante ingressar no terceiro grau. Para aproveitar todo o potencial desenvolvido recomendamos:

1. Investimento em centros de computação de alto desempenho, não vinculados necessariamente a Universidades,
2. Contratação de pessoal, no Brasil e exterior, com experiência comprovada na área para atuar nesses centros,
3. Investimento no ensino superior para o desenvolvimento de textos que usem física computacional como técnica para a solução de problemas.

Rio de Janeiro, 23 de Fevereiro de 2010

João Antônio Plascak
Paulo Murilo Castro de Oliveira
Wagner Figueiredo
Bismarck Vaz da Costa (Vice-Coordenador)
Constantino Tsallis (Coordenador)