

# **Um estudo sobre o sistema de bolsas de produtividade em pesquisa do CNPq na área de Física e Astronomia**

## **I. Introdução**

O Comitê Assessor de Física e Astronomia (CA-FA) do CNPq realizou, em dezembro de 1996, um trabalho de avaliação do sistema de bolsas de produtividade em pesquisa (BPQ) de sua área. O objetivo primeiro do trabalho foi fazer um levantamento do perfil científico dos pesquisadores em cada nível (2C, 2B, 2A, 1C, 1B e 1A), considerando-se aspectos quantitativos e qualitativos. Ao mesmo tempo, fez-se um levantamento da distribuição dos bolsistas entre as diferentes sub-áreas, bem como entre a pesquisa teórica e a experimental, tanto para o conjunto de todos os bolsistas, quanto por nível de bolsa. Outros aspectos, como as distribuições por faixas etárias, foram também investigados. Assim, foi possível traçar um quadro detalhado da situação da pesquisa em Física e Astronomia no país, pelo menos no que se refere ao sistema de BPQ. Finalmente, com base nas informações recolhidas, o CA-FA pôde identificar e corrigir alguns casos de enquadramento incorreto de pesquisadores.

No momento em que o CNPq divulga os resultados da reclassificação dos bolsistas, torna-se oportuno trazer à comunidade um relatório sobre os resultados do trabalho. Espera-se que este documento contribua para o melhor conhecimento do estágio atual da Física e suas perspectivas no Brasil. É importante registrar que as informações aqui contidas revelam, de forma clara, o papel fundamental que o programa de bolsas de produtividade em pesquisa vem desempenhando como promotor do desenvolvimento científico e tecnológico do país. Justifica-se, portanto, a preocupação com a manutenção e expansão desse programa no Brasil de hoje.

## **II. Classificação dos bolsistas**

A análise das solicitações de bolsa de produtividade em pesquisa baseia-se na avaliação individual dos pesquisadores. Diversos fatores são levados em conta nesta avaliação, tais como:

1. Qualidade, regularidade e volume da produção científica;
2. Independência e maturidade científica, incluindo-se aqui uma apreciação da abrangência da pesquisa científica (em oposição a uma excessiva especialização);
3. Repercussão ou impacto da produção científica;
4. Participação na formação de recursos humanos;
5. Efetiva contribuição à formação de grupos de pesquisa, implantação de laboratórios ou de linhas de pesquisa;
6. Atuação institucional:
  - liderança científica;
  - participação nas diversas esferas administrativas e na captação de recursos para a pesquisa;
7. Atuação nos cenários nacional e internacional:
  - liderança científica;
  - assessoria ou consultoria científica, incluindo arbitragem de publicações;
  - efetiva contribuição ao desenvolvimento científico e tecnológico

Diferentemente do que ocorre nas reuniões semestrais do Comitê, quando apenas uma parte do conjunto de bolsistas é analisada, dessa vez foram considerados todos os pesquisadores que então se encontravam incluídos no sistema, o que possibilitou uma visão mais clara e ampla do conjunto. Os bolsistas foram agrupados por níveis, o que permitiu caracterizar de forma mais adequada os perfis científicos correspondentes a cada nível. Com isso, foi possível identificar e corrigir alguns casos de enquadramento incorreto de pesquisadores.

Cabe aqui uma observação sobre a classificação dos bolsistas. Não se pode perder de vista o fato de os níveis corresponderem, na realidade, a *faixas* ou *intervalos*, cujos limites não podem ser rigorosamente estabelecidos. Assim sendo, é natural que existam situações nas quais o enquadramento de um bolsista neste ou naquele nível não possa ser decidido de forma inequívoca, o que corresponde ao que se poderia denominar um *caso de fronteira*. O problema de enquadramento incorreto, acima mencionado, surge somente quando os desvios na classificação se mostram claros e significativos. Dentre os fatores responsáveis por essa situação, um dos principais é a própria evolução da Física no Brasil, que levou a mudanças nos padrões de definição, ou perfis típicos dos níveis, terminando por tornar tais desvios apreciáveis após intervalos de tempo suficientemente longos.

Existem ainda casos de pesquisadores que apresentam algumas das características correspondentes a níveis acima do seu. Promoções, no entanto, ocorrem apenas quando se considera que todas as demais características associadas ao nível imediatamente acima estão preenchidas.

### **III. Distribuição dos bolsistas e perfis científicos**

A Figura 1 apresenta a distribuição dos bolsistas nos diversos níveis, no início de 1996 e após a reclassificação (dezembro de 1996). Deve-se assinalar que foram excluídos do processo de reclassificação os membros do Comitê Assessor, que tampouco foram computados na distribuição final. Observa-se que, após a reclassificação, a curva de distribuição passa a ter seu máximo no nível 2A, enquanto que o máximo da distribuição anterior estava no nível 2B. O CA-FA entende que isto representa uma melhoria na classificação dos bolsistas, refletindo o sensível aprimoramento na qualificação e produção científica dos pesquisadores que ingressam no sistema.

Findo o trabalho de análise de todo o sistema, foi então possível traçar o perfil científico dos bolsistas em cada nível.

Em termos qualitativos, verificou-se que, atualmente, o nível 2C corresponde, tipicamente, a pesquisadores recém-formados, com produção científica decorrente de seus doutoramentos e pós-doutoramentos.

O nível 2B corresponde a pesquisadores com produção científica regular e de boa qualidade, que evidenciam crescente grau de maturidade e independência científica. Isto se reflete na participação na formação de recursos humanos em nível de pós-graduação e na própria produção científica.

Os pesquisadores no nível 2A apresentam independência e maturidade científicas consolidadas, e comprovada capacidade de formação de pessoal em nível de pós-graduação. Apresentam produção científica regular, com um significativo número de publicações em revistas de qualidade. Correspondem a pesquisadores plenos.

O nível 1C está ocupado por pesquisadores plenos e com atuações científicas destacadas, exercendo ou compartilhando a liderança em seus grupos de pesquisa. Suas contribuições científicas são reconhecidas como relevantes dentro de suas áreas de atuação, tendo, muitas vezes, desempenhado papel importante na formação ou consolidação de grupos, de linhas de pesquisa ou de laboratórios em suas instituições.

Os pesquisadores no nível 1B, além das características correspondentes ao nível 1C, têm destacada atuação no cenário nacional, sólida experiência em pesquisa e na formação de pós-graduandos, e expressiva produção científica, a qual desfruta de reconhecimento na comunidade nacional de físicos.

Finalmente, os pesquisadores no nível 1A somam às características do nível 1B o fato de terem uma trajetória de liderança científica, com destacada contribuição ao desenvolvimento científico e tecnológico, tendo alcançado reconhecimento nacional e internacional.

A caracterização dos perfis científicos envolve ainda indicadores quantitativos. No que se segue, são apresentados alguns dados referentes à produção científica e à participação na formação de recursos humanos.

A Figura 2 exibe o número médio de artigos em revistas nacionais e internacionais arbitradas, para cada um dos níveis. Esses números são por si próprios muito expressivos. Verifica-se que na Física e Astronomia os bolsistas de pesquisa têm publicado seus trabalhos quase que exclusivamente em revistas internacionais arbitradas. Estas publicações correspondem, em média, a mais de 93% do volume de artigos em periódicos com corpo de árbitros. Observa-se ainda que a média do número total de artigos cresce de forma acelerada quando se passa do nível mais baixo (2C) ao mais alto (1A) (há uma clara relação quadrática entre as duas variáveis).

É importante registrar a existência de flutuações em torno dos valores médios apresentados na Figura 2. Essas flutuações não são idênticas em todos os níveis: as distribuições de pesquisadores por número de trabalhos publicados são bastante distintas nos diversos níveis. A Figura 3 mostra essas distribuições para os seis níveis de bolsa, sendo que, em cada caso, o valor médio e o desvio médio quadrático correspondentes são indicados. Os números que aparecem entre parênteses, nos casos dos níveis 2C, 2B, 2A e 1C, foram obtidos excluindo-se da distribuição alguns poucos pesquisadores cujas produções científicas encontram-se muito afastadas da média do nível. Justamente por serem poucos, essa exclusão não afeta significativamente as médias, mas altera os desvios médios quadráticos. Assim, no nível 2C foram excluídos os pesquisadores com mais de 30 trabalhos, no nível 2B todos os com mais de 50 trabalhos e nos níveis 2A e 1C, aqueles com mais de 50 e 100 trabalhos, respectivamente. A Tabela 1 sumariza os resultados obtidos para médias e desvios.

<b>Nível</b>	<b>Média de publicações</b>	<b>Desvio</b>
<b>2C</b>	<b>14 (11,6)</b>	<b>15 (4,7)</b>
<b>2B</b>	<b>20 (19,0)</b>	<b>10 (6,8)</b>
<b>2A</b>	<b>28 (27,1)</b>	<b>11 (8,6)</b>
<b>1C</b>	<b>42 (40)</b>	<b>20 (15)</b>
<b>1B</b>	<b>60</b>	<b>24</b>
<b>1A</b>	<b>81</b>	<b>35</b>

**Tabela 1:** Número médio de publicações arbitradas e desvios médios quadráticos em cada um dos níveis de bolsa.

Cabe salientar que as distribuições de pesquisadores por número de publicações podem ainda ser analisadas levando-se em conta outros fatores, como as sub-áreas da Física, a natureza da pesquisa (se teórica ou experimental) ou mesmo as regiões geográficas.

As distribuições na Figura 3 e os números na Tabela 1 revelam um aspecto bastante significativo na classificação dos bolsistas. Partindo do nível 2C, verifica-se que, quando se consideram níveis mais altos, as dispersões em torno das médias se tornam mais pronunciadas. Isto reflete o fato de que a classificação de pesquisadores nesses últimos níveis depende fortemente de outros fatores além do número de publicações.

Outra informação importante é a razão entre o número de publicações arbitradas pelo número de anos desde a titulação (doutoramento). Esse indicador fornece uma estimativa da taxa média anual de publicação. Os resultados correspondentes a cada nível são mostrados na Figura 4, para artigos tanto em revistas nacionais quanto internacionais. Observa-se que essa taxa é quase uniforme entre os níveis, valendo aproximadamente 2,8 trabalhos/ano (produção total). Esse valor elevado reflete, por um lado, a evolução na qualificação e produtividade da Física no Brasil, decorrente, em grande parte, da criação do sistema de Bolsas de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Por outro lado, deixa claro o grau de seletividade e consequente competitividade atualmente existente no sistema.

Cumprir aqui uma reflexão sobre esse último ponto, tendo em vista o contexto da vida acadêmica nacional. É inegável que a existência de critérios seletivos e de competitividade são aspectos positivos e mesmo necessários ao desenvolvimento científico. Não seria difícil encontrar exemplos de situações onde a ausência desses fatores mostrou-se ou mostra-se prejudicial às atividades de pesquisa e de formação de recursos humanos. No entanto, a questão para a qual deseja-se chamar a atenção é a da exclusão do sistema de bolsas, cuja importância para a estabilidade da atividade de pesquisa é indiscutível, de cientistas produtivos e necessários, unicamente pela inexistência de bolsas em número suficiente. Este é um problema que vem ocorrendo na área da Física e que precisa ser devidamente tratado.

Finalmente, em relação às atividades de formação de recursos humanos em nível de pós-graduação, verifica-se que a participação dos bolsistas na área de Física e Astronomia tem sido significativa. A Figura 5 mostra, para cada nível, o número médio de teses de mestrado e de doutorado orientadas. Também aqui, observa-se que esses números crescem de forma acelerada quando se passa do nível mais baixo (2C) ao mais alto (1A). No entanto, um aspecto muito expressivo é o fato de que a participação na atividade de orientação começa a se dar mesmo nos níveis iniciais, o que reflete o grau de maturidade científica dos pesquisadores que atualmente ingressam no sistema.

### **III. Sub-áreas de atuação**

No estudo realizado, buscou-se conhecer também a distribuição dos bolsistas pelas diferentes sub-áreas da Física. Para tanto, foi considerada a seguinte divisão:

1. Astronomia
2. Astrofísica
3. Relatividade e Cosmologia

4. Partículas e Campos (Altas Energias)
5. Física Nuclear e de Energias Intermediárias
6. Óptica e Física Atômica e Molecular
7. Física da Matéria Condensada
8. Física de Plasmas
9. Física Matemática
10. Física Estatística e Computacional
11. Biofísica

A Figura 6 apresenta o número de bolsistas em cada uma dessas sub-áreas, distinguindo-se os teóricos dos experimentais. Aqueles pesquisadores que realizam pesquisas tanto teóricas como experimentais foram enquadrados em apenas uma dessas categorias, que se entendeu ser a que melhor reflete a atuação de cada um. Trata-se, sem dúvida, de um quadro importante da Física no Brasil. De particular significância é o balanço entre as atividades teóricas e experimentais. No conjunto de todos os bolsistas observa-se um predomínio da pesquisa teórica, a qual reúne cerca de 54% dos físicos. Esse balanço, evidentemente, não é o mesmo em todas as sub-áreas.

Igualmente importante são as distribuições dos pesquisadores pelas sub-áreas, em cada um dos níveis de bolsa. Essas distribuições são mostradas na Figura 7, onde estão também indicados os números de teóricos e de experimentais correspondentes. Além das mudanças nas distribuições, chama a atenção o fato de o percentual de físicos experimentais variar de forma sistemática quando se passa do nível 2C ao 1A. Esses percentuais estão reunidos na Tabela 2. Verifica-se imediatamente que o número relativo de físicos experimentais é maior nos níveis mais baixos (2C e 2B), onde se encontram os pesquisadores que se formaram há menos tempo. Portanto, é fundamental que se assegure a esses pesquisadores condições para que possam continuar desenvolvendo suas atividades, possibilitando assim a expansão da Física Experimental no país.

Nível	Percentual de experimentais
2C	51
2B	53
2A	48
1C	42
1B	37
1A	33

**Tabela 2:** Percentual de pesquisadores desenvolvendo atividades experimentais em cada nível de bolsa.

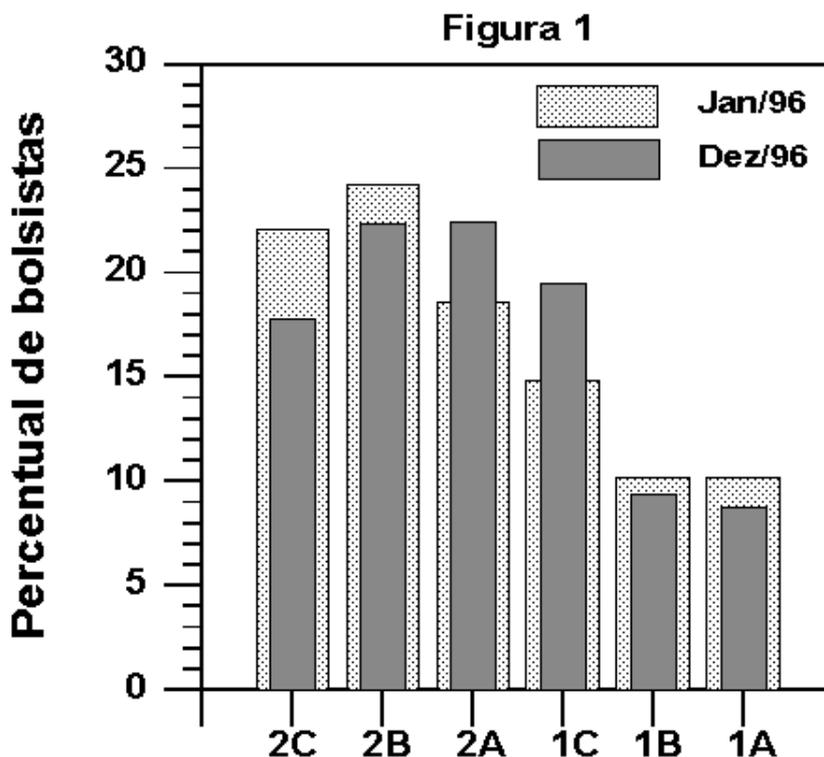
#### IV. Distribuição por faixas etárias

Foram ainda analisadas as distribuições dos bolsistas por faixas etárias, em cada um dos níveis de bolsa. Os resultados são apresentados na Figura 8, onde são indicados, em cada caso, os valores correspondentes das médias das idades e dos desvios médios quadráticos. Dois aspectos chamam, de imediato, a atenção. O primeiro refere-se ao desvio em relação à média, que, neste caso, é praticamente independente do nível e corresponde, tipicamente, a 15% da idade média.

O segundo aspecto refere-se à média das idades dos pesquisadores no nível 2C, que está em 38 anos. Levando-se em conta que um bolsista pode permanecer nesse nível por no máximo 4 anos e que, tipicamente, os pesquisadores estão ingressado no sistema (como bolsistas 2C) com 4 anos de titulação, pode-se concluir que, em média, eles completaram suas formações com 32 anos. Isto, de fato, concidiu com o cálculo direto da idade média de titulação nesse nível e contrasta com o resultado obtido para o nível 1A, que é de cerca de 29 anos. Dessas observações surge naturalmente a questão relativa à longevidade no sistema de bolsas dos pesquisadores que se encontram na parte superior da distribuição referente ao nível 2C.

Para concluir, o CA-FA acredita que o trabalho de análise e reclassificação dos bolsistas de produtividade em pesquisa foi importante por possibilitar uma visão clara de diversos aspectos relativos à situação atual da Física e Astronomia no Brasil. Os resultados desse trabalho têm sido de grande valia para o próprio Comitê nas suas avaliações.

Comitê Assessor de Física e Astronomia do CNPq



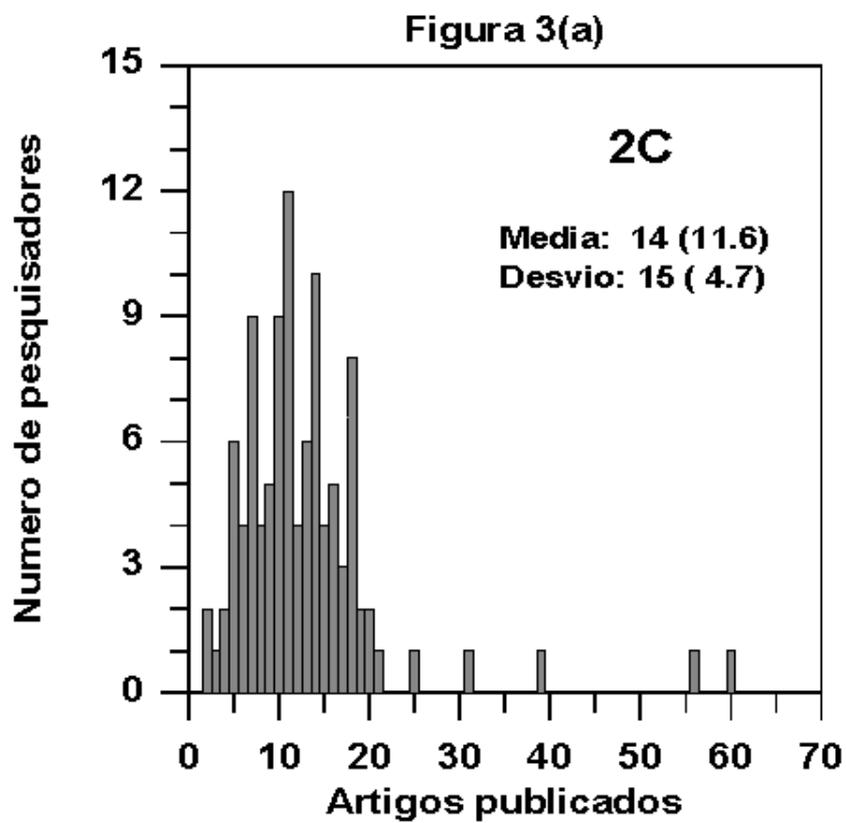
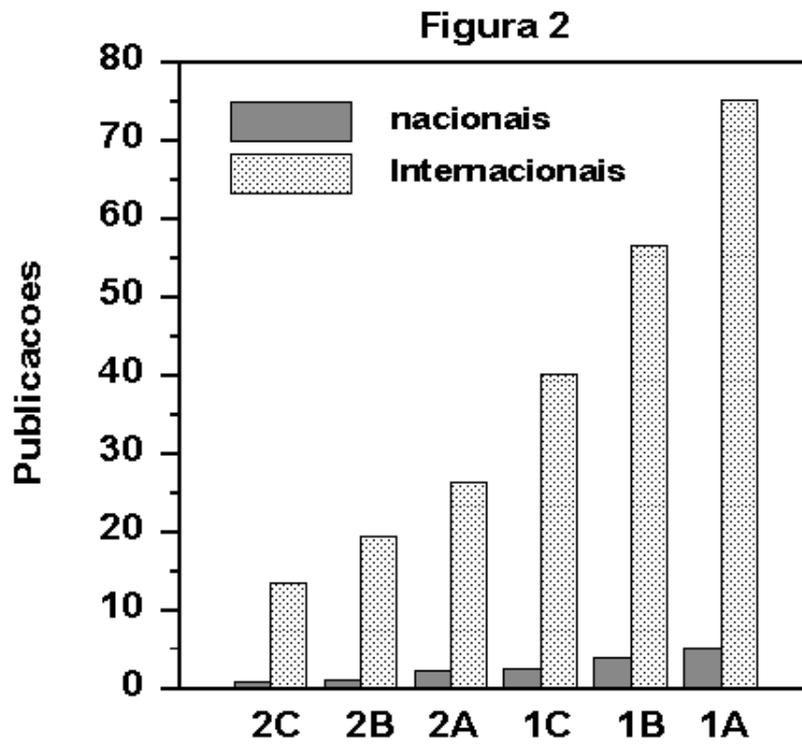


Figura 3(b)

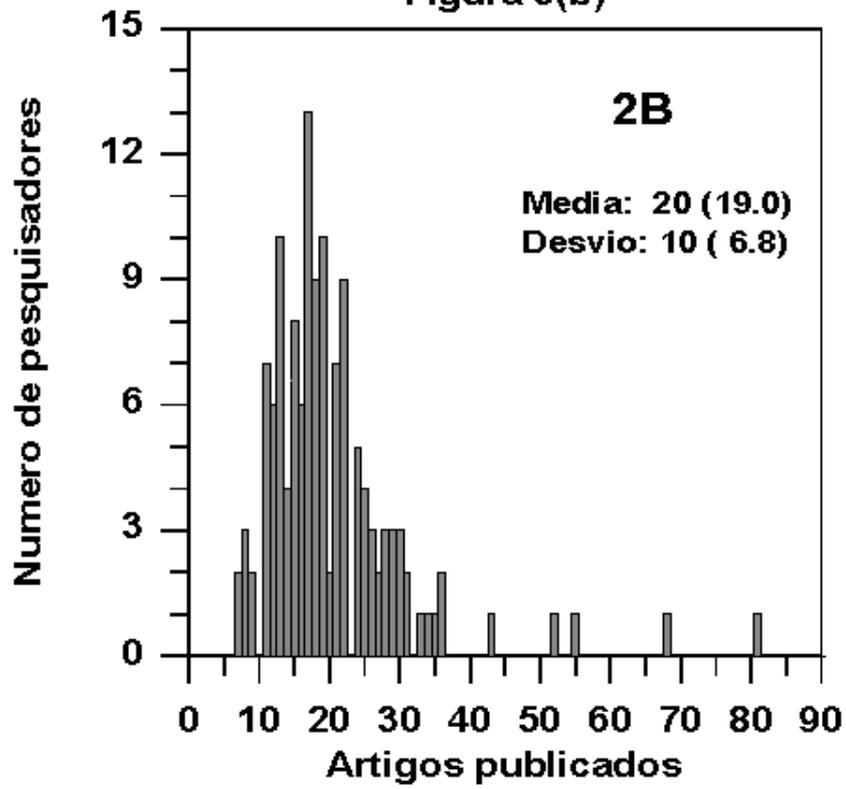


Figura 3(c)

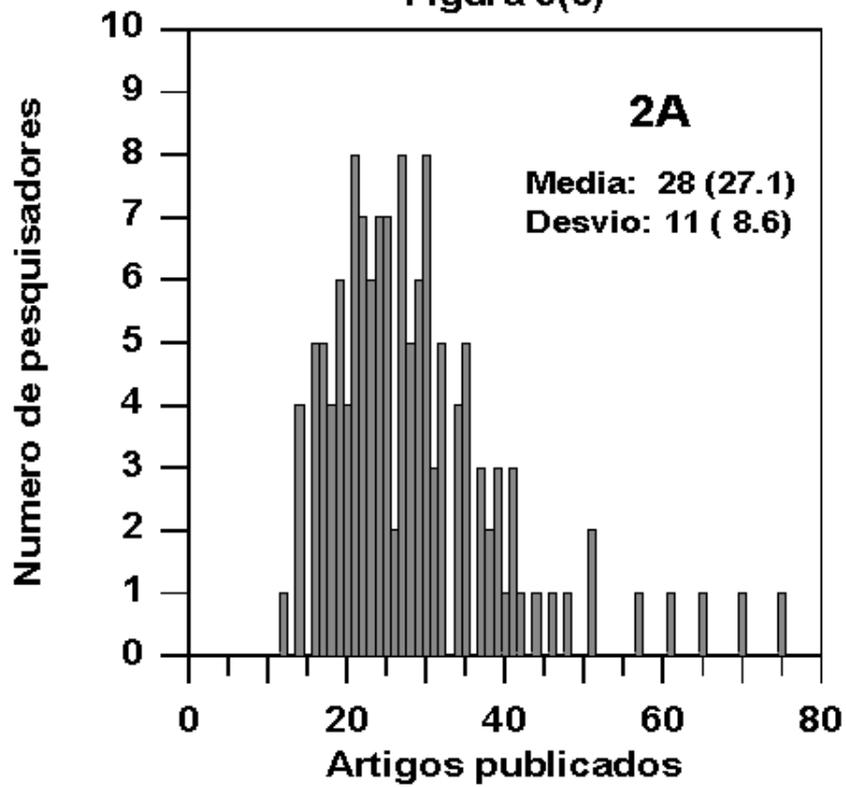


Figura 3(d)

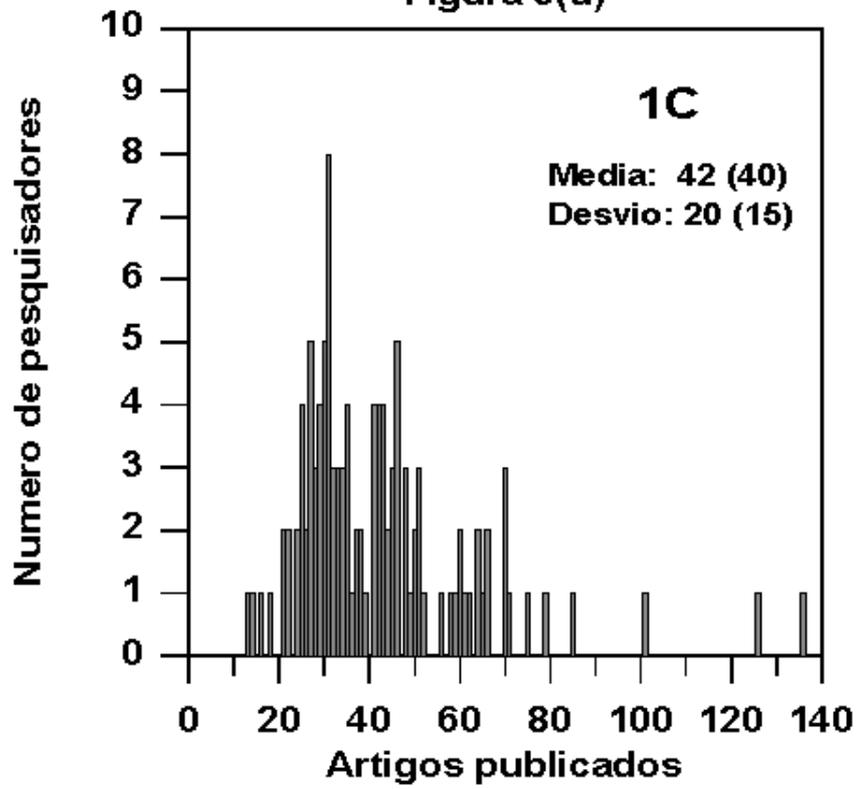
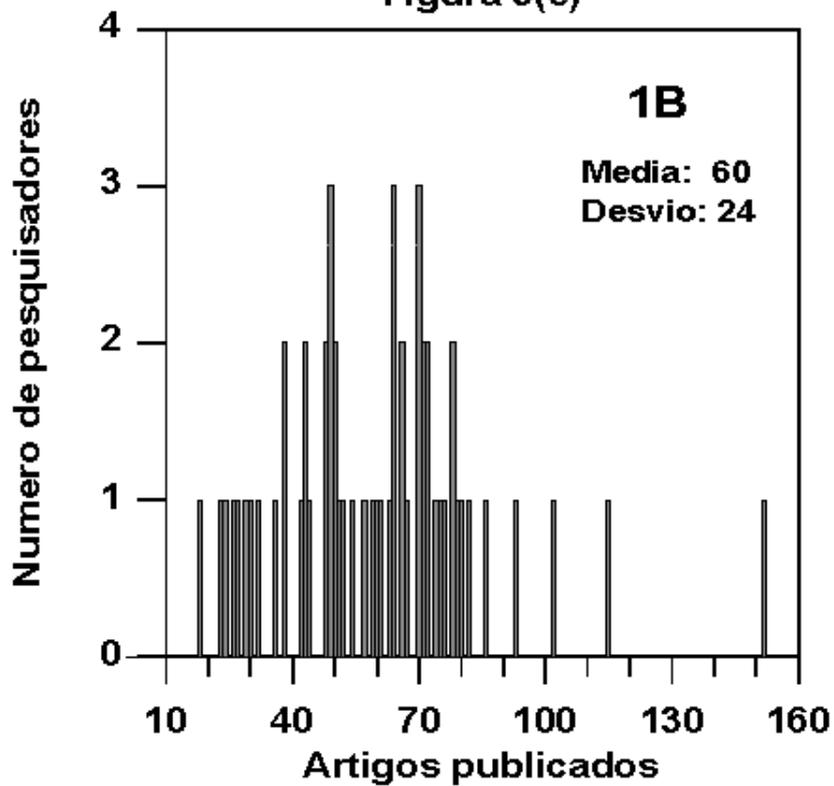


Figura 3(e)



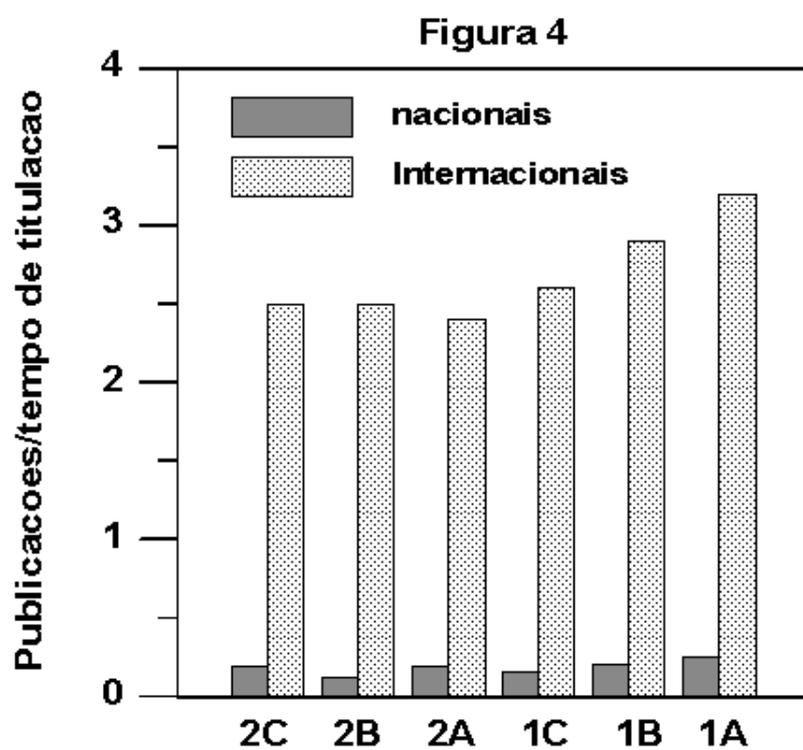
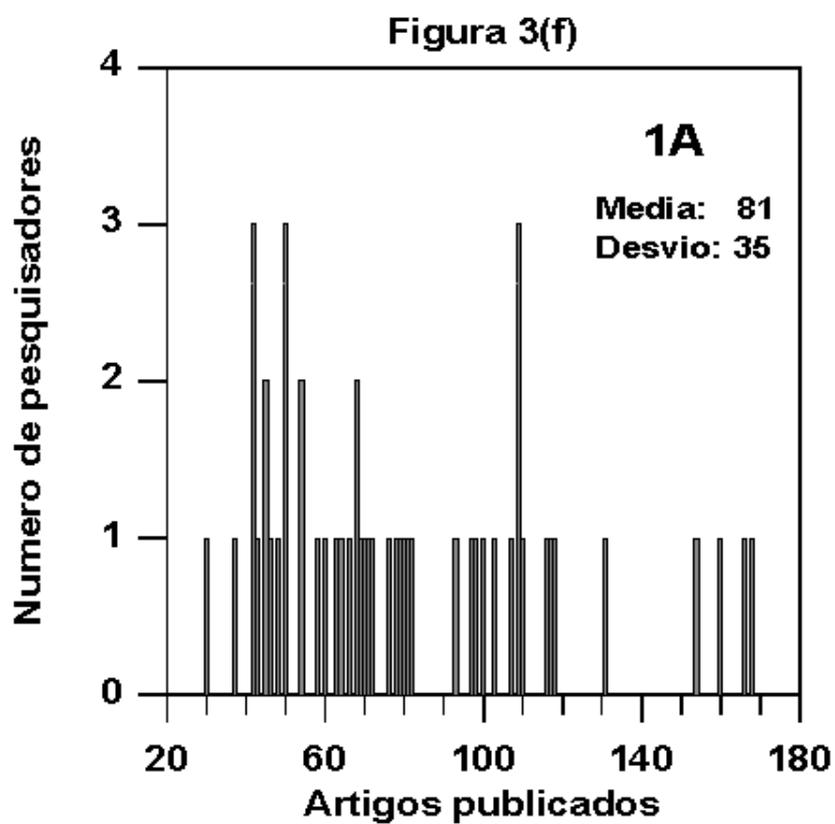


Figura 5

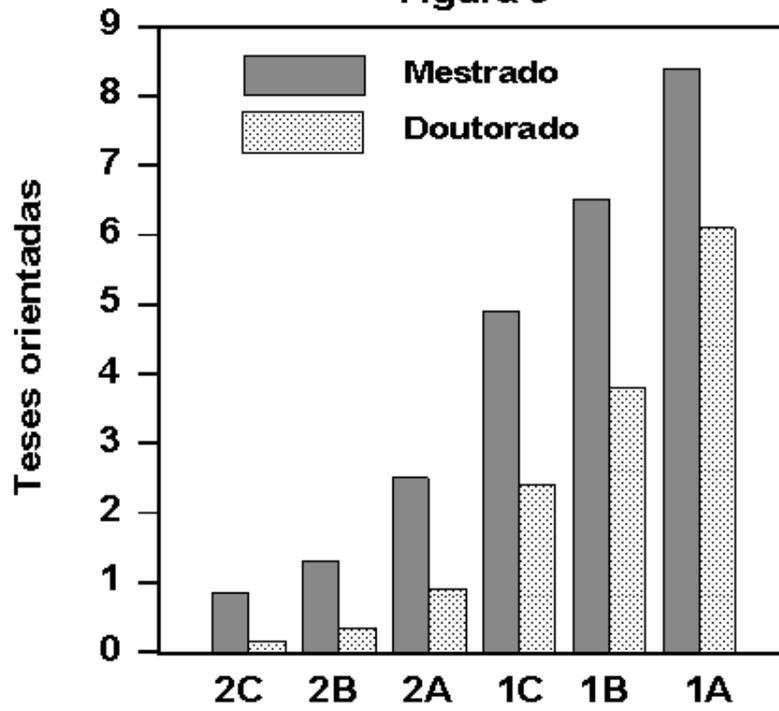
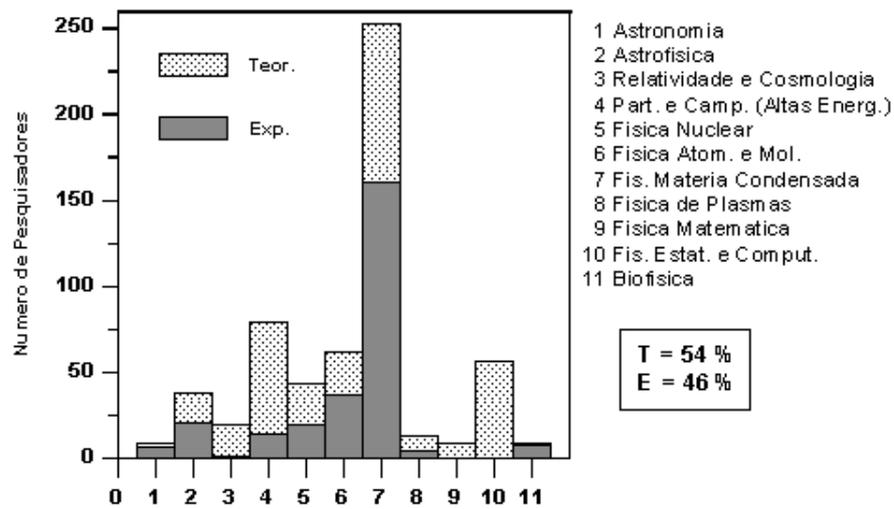


Figura 6



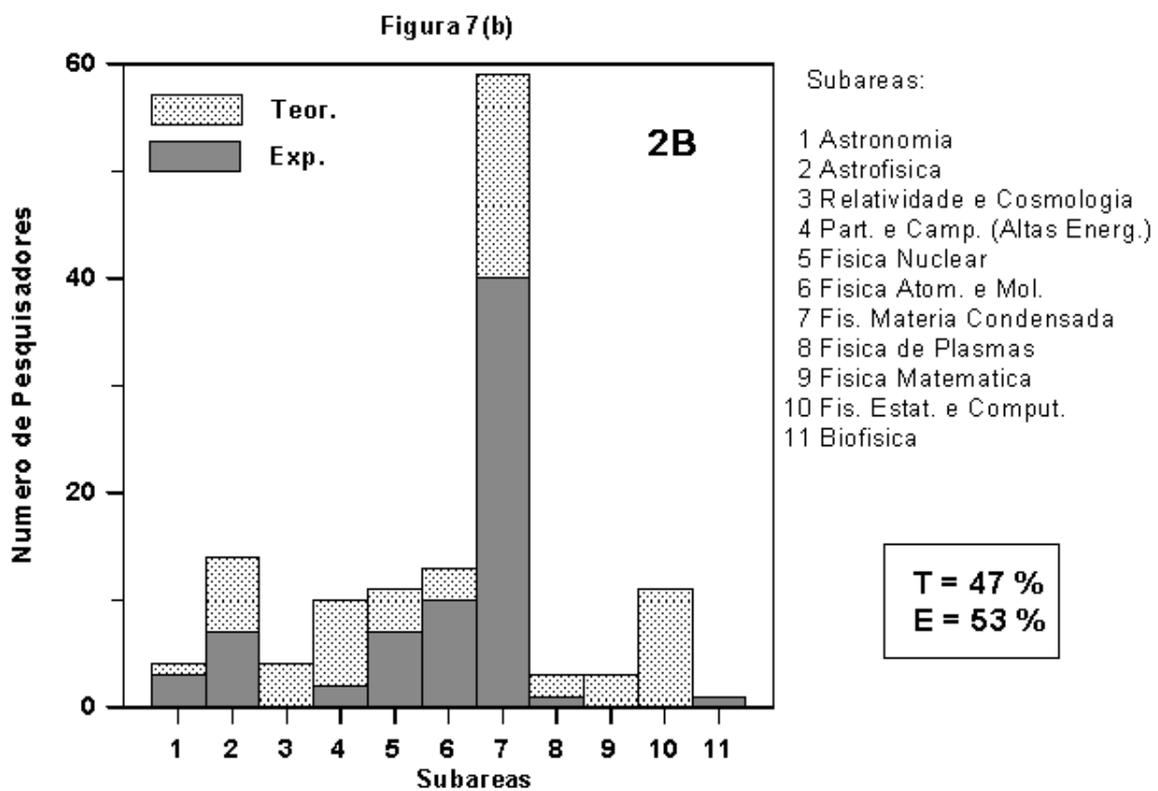
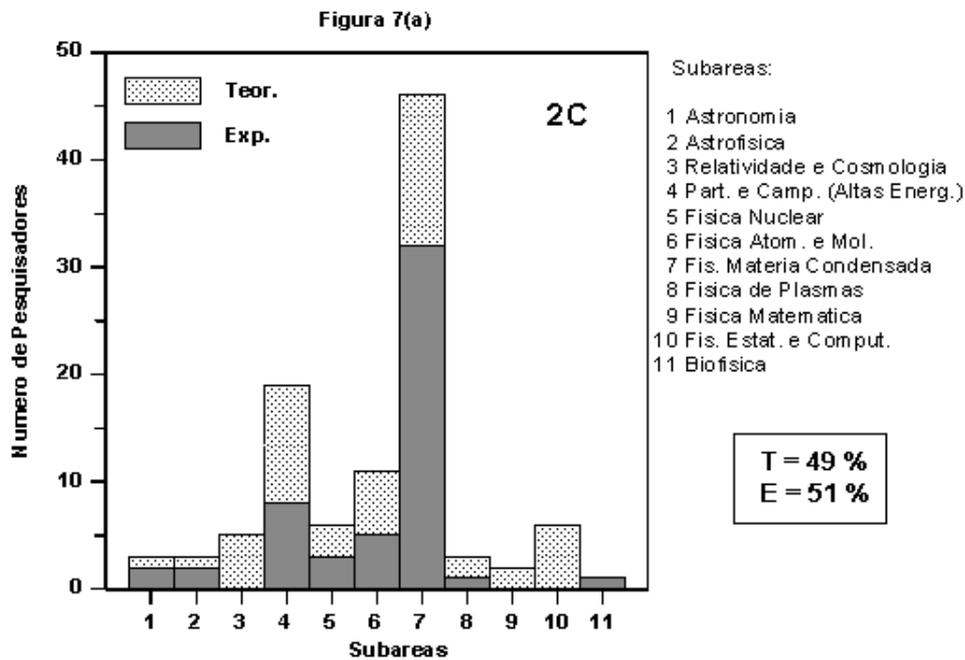
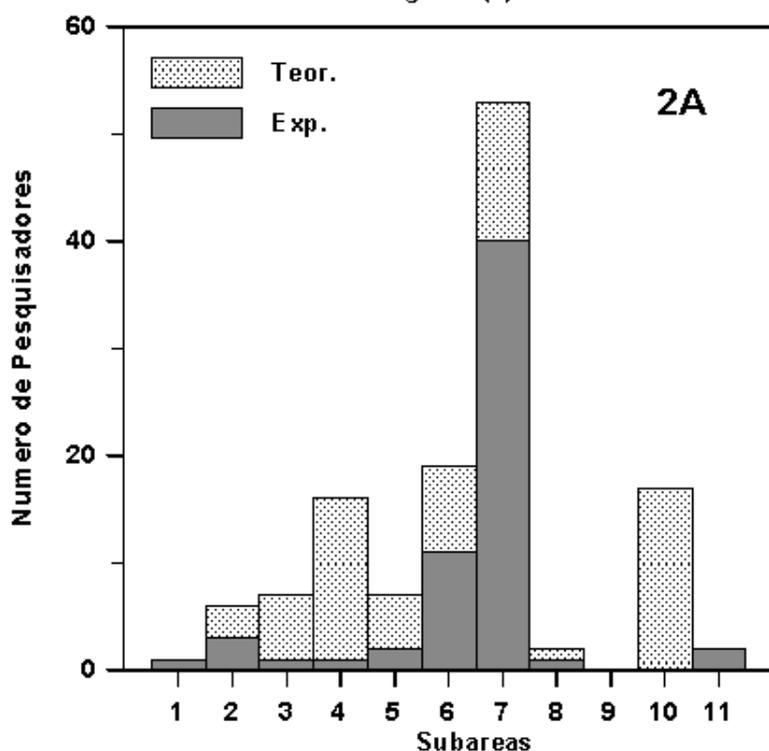


Figura 7(c)

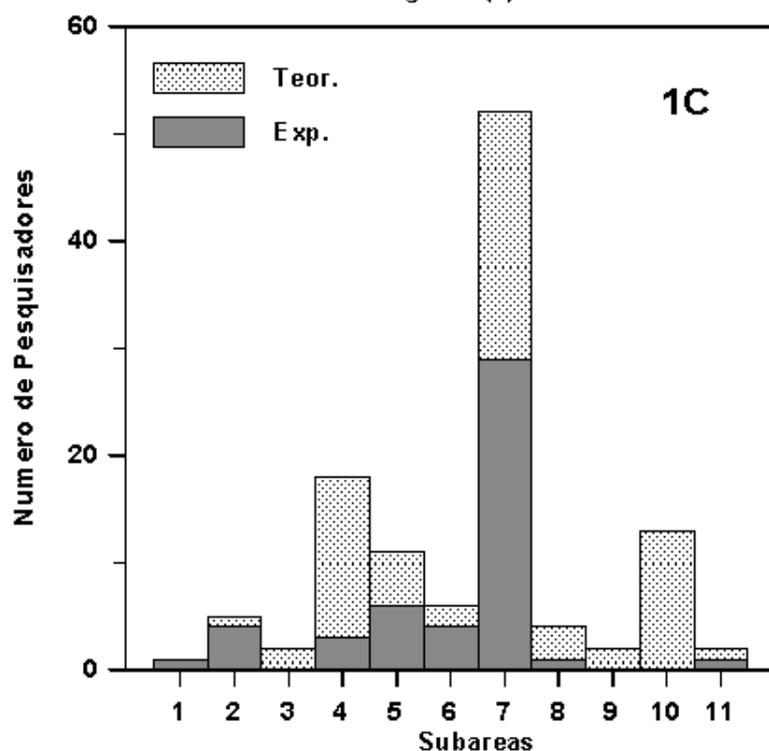


Subareas:

- 1 Astronomia
- 2 Astrofisica
- 3 Relatividade e Cosmologia
- 4 Part. e Camp. (Altas Energ.)
- 5 Fisica Nuclear
- 6 Fisica Atom. e Mol.
- 7 Fis. Materia Condensada
- 8 Fisica de Plasmas
- 9 Fisica Matematica
- 10 Fis. Estat. e Comput.
- 11 Biofisica

**T = 52 %**  
**E = 48 %**

Figura 7(d)



Subareas:

- 1 Astronomia
- 2 Astrofisica
- 3 Relatividade e Cosmologia
- 4 Part. e Camp. (Altas Energ.)
- 5 Fisica Nuclear
- 6 Fisica Atom. e Mol.
- 7 Fis. Materia Condensada
- 8 Fisica de Plasmas
- 9 Fisica Matematica
- 10 Fis. Estat. e Comput.
- 11 Biofisica

**T = 58 %**  
**E = 42 %**

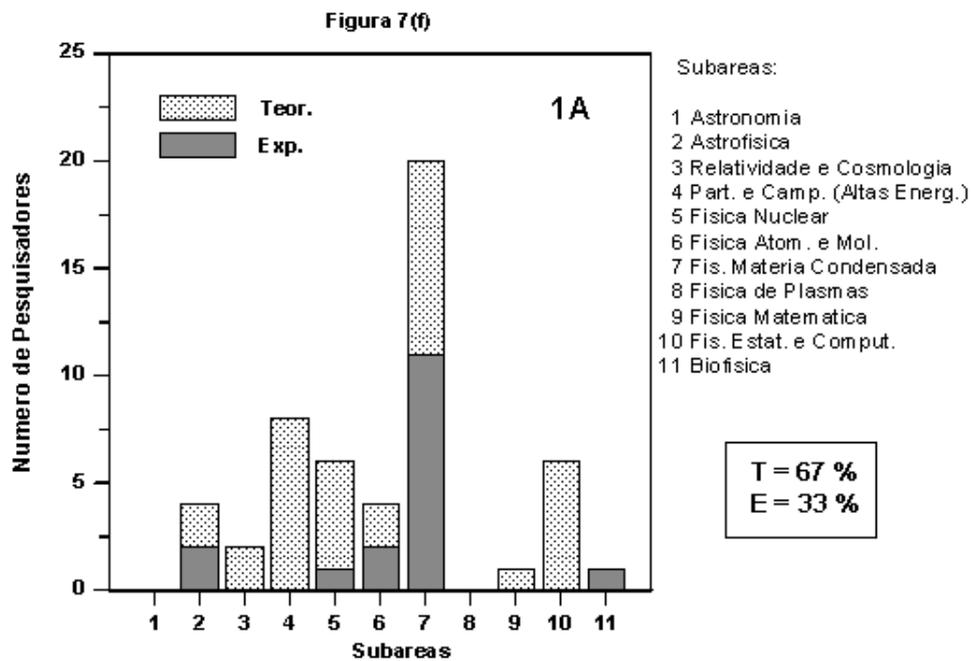
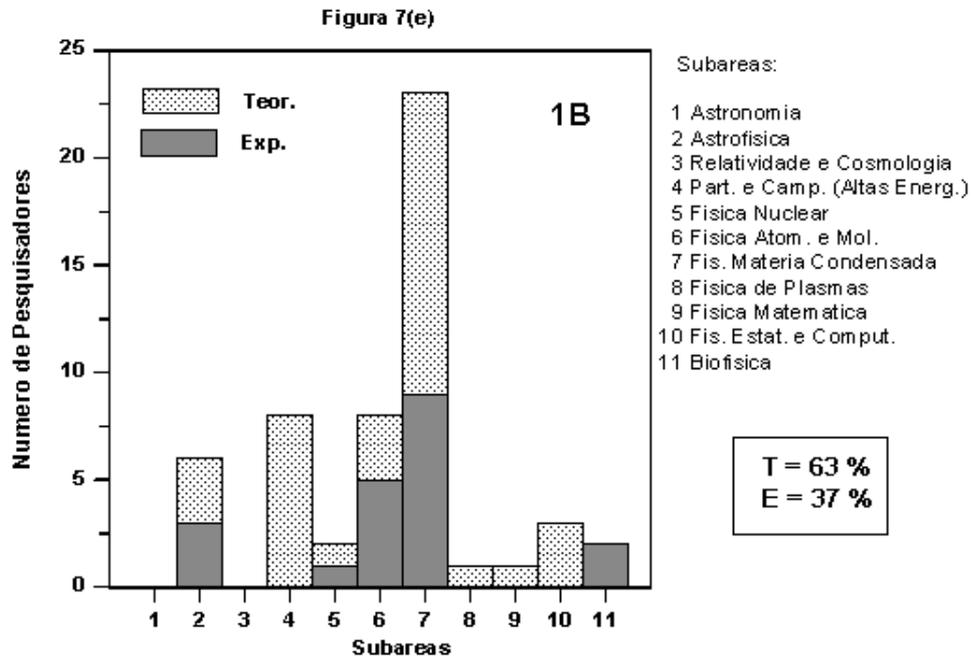


Figura 8(a)

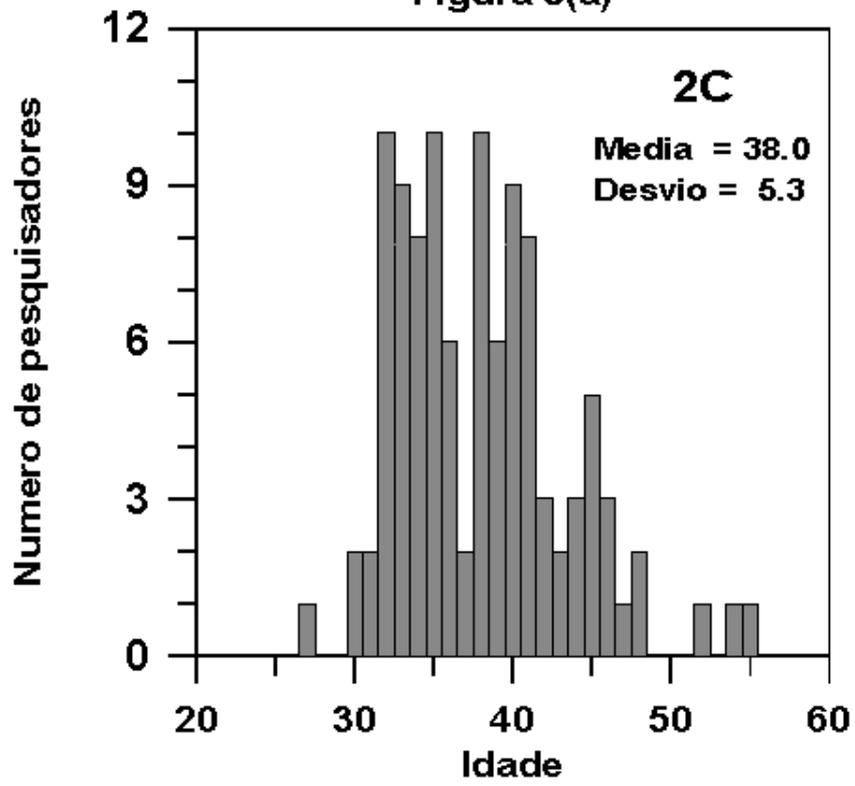


Figura 8(b)

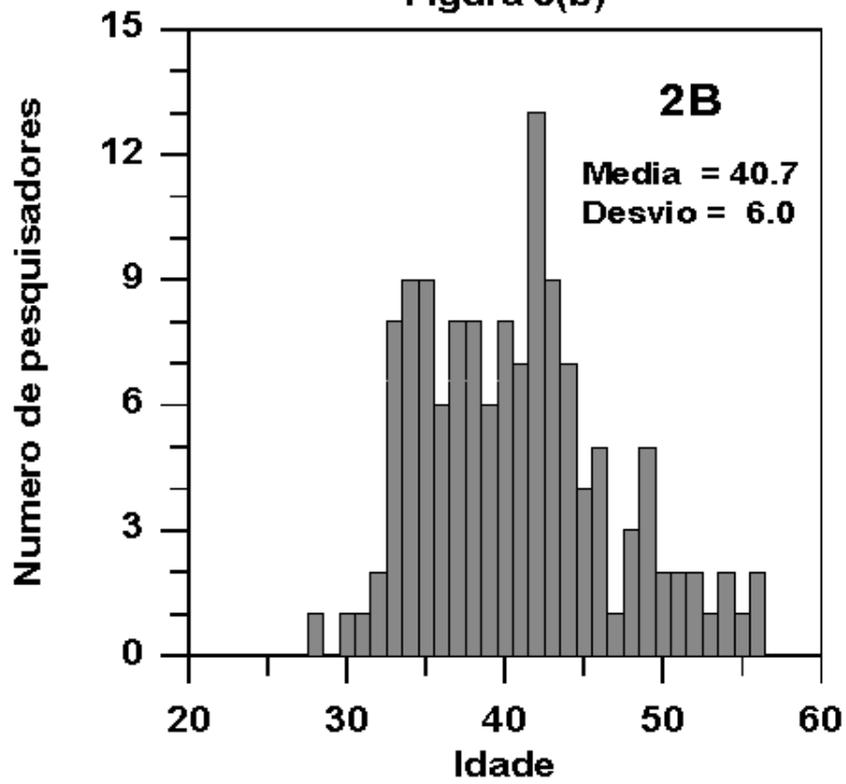


Figura 8(c)

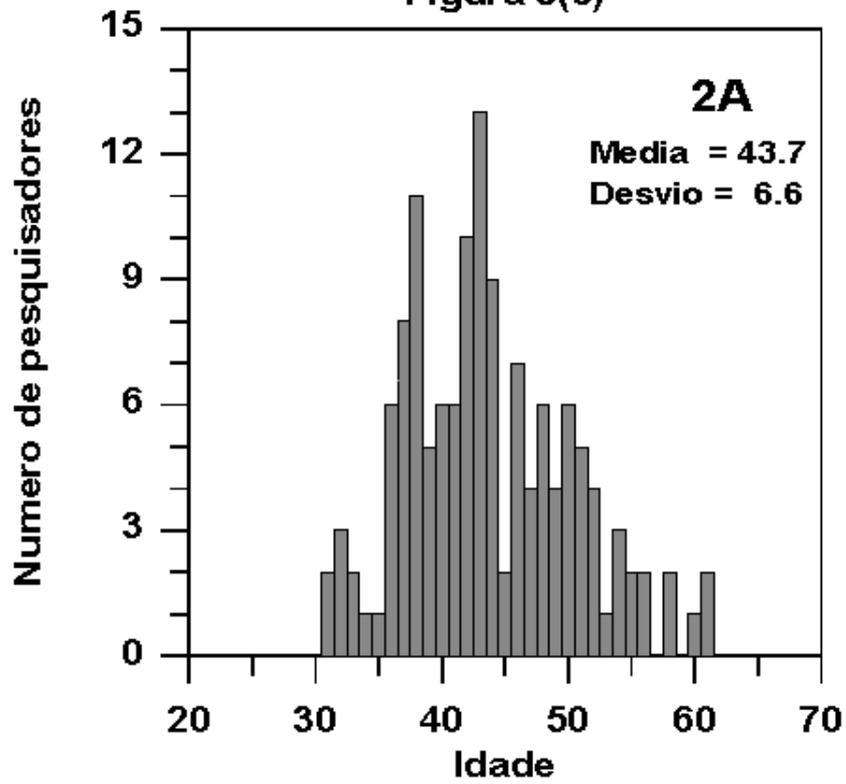


Figura 8(d)

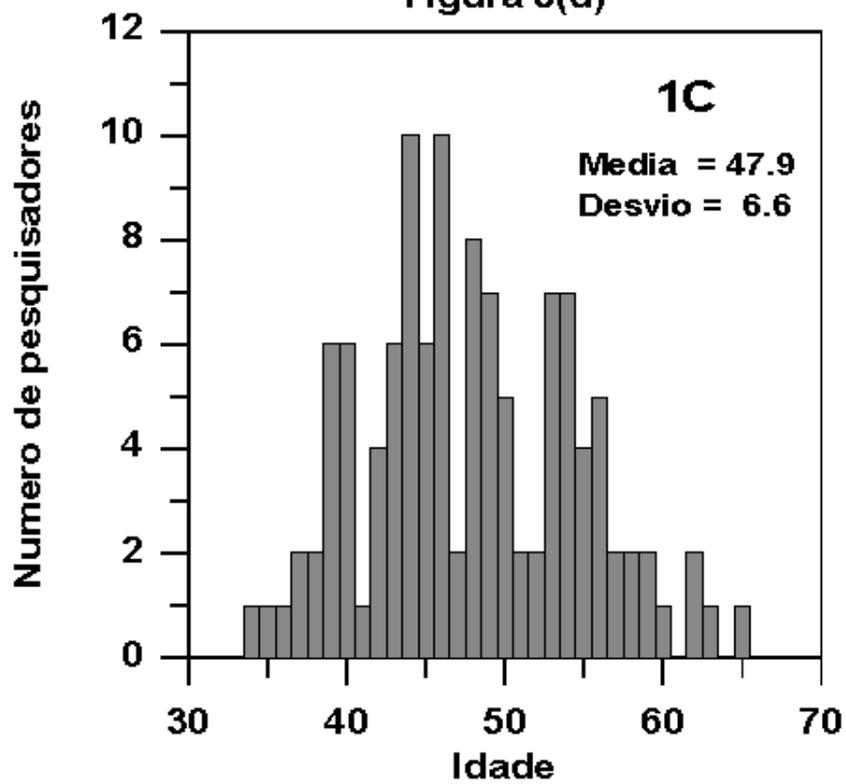


Figura 8(e)

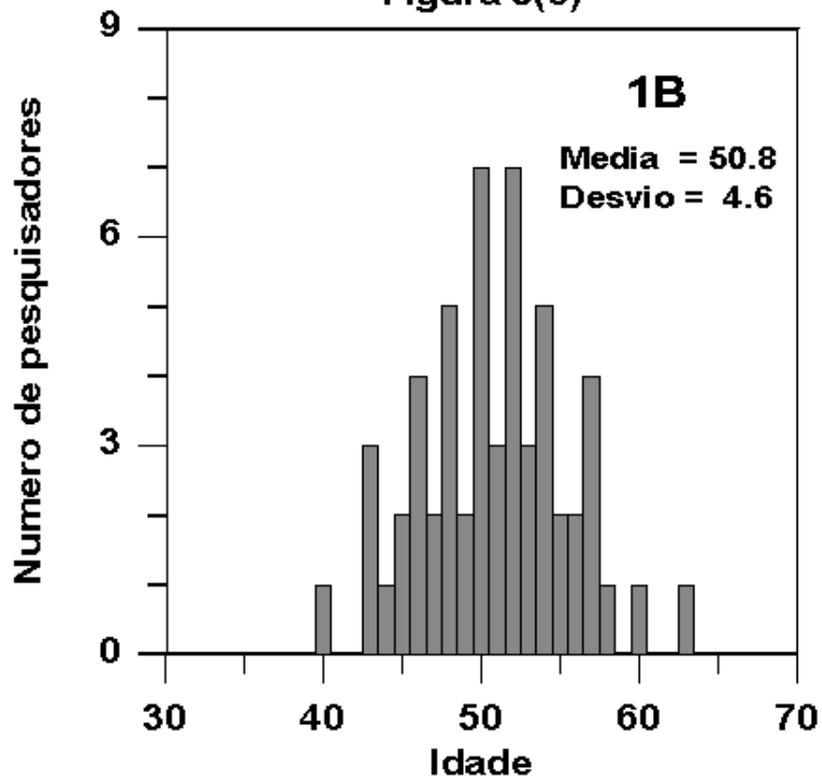
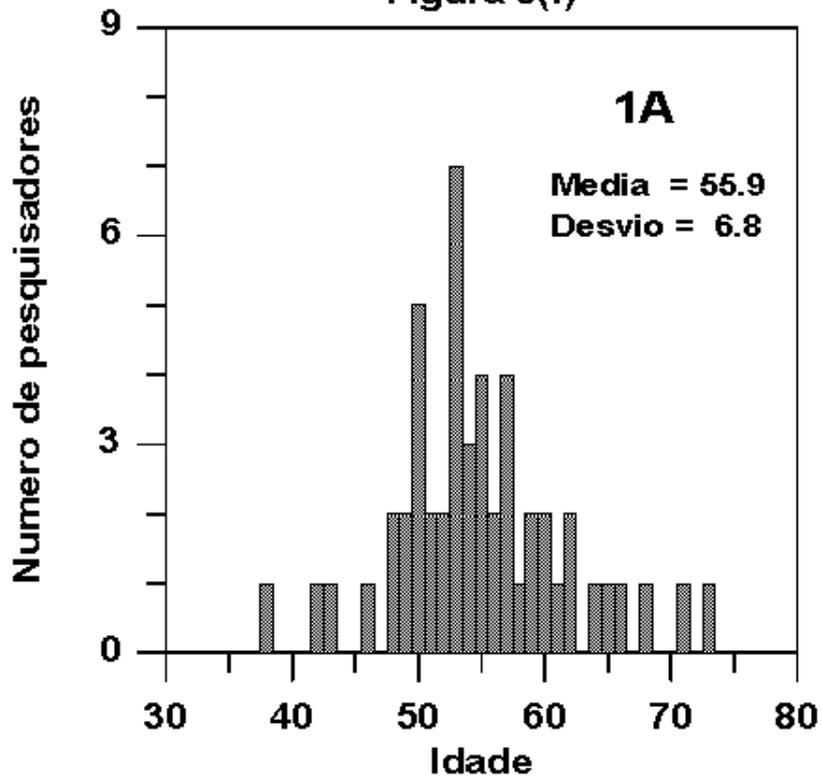


Figura 8(f)



---