

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO  
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado

Urubatã Estivalet Gomes

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Susana Tchernin Wofchuk

Porto Alegre - 2007

Urubatã Estivalet Gomes

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO  
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Educação: Ciências da Vida e  
Saúde

Departamento de Bioquímica da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul como requisito à  
obtenção ao título de Mestre em Educação em  
Ciências: Química da Vida e Saúde .

Orientador: Prof<sup>a</sup> Susana T. Wofchuk

Porto Alegre, 2007

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> . Susana T. Wofchuk pela oportunidade, apoio, incentivo e paciência.

Ao prof. Diogo Onofre Gomes de Souza pela iniciativa de aproximar profissionais da Educação com a pesquisa e pesquisadores e pelo entusiasmo e incentivo transmitido durante o curso.

Aos professores do curso que sempre nos trataram com muito carinho e disponibilidade para escutar e auxiliar nas dificuldades e pela demonstração do prazer de ensinar.

Ao colega que considero como um co-orientador, Olavo B. Amaral, incansável e sempre disposto a auxiliar.

Ao Diogo Losch de Oliveira com quem aprendi a gostar mais da pesquisa e da biologia e pela ajuda técnica

Aos funcionários do Departamento de Bioquímica da UFRGS em especial às funcionárias da secretaria Cléia , Bebel e o Serginho, pela receptividade, zelo e disponibilidade em auxiliar nas questões administrativas e na procura de dados do Departamento.

Aos colegas do curso com quem aprendi a compartilhar alegrias e conhecimento.

Ao Professor Renato D. Dias pelas informações da história do Departamento

A minha colega e amiga Ana Brusque pelo constante apoio e por ter tornado possível realizar mais esta etapa na minha vida.

A minha família que sempre entenderam minha ausência, compartilhando durante a vida derrotas e vitórias.

## LISTA DE ABREVIATURAS

**AHCI** - *Arts and Humanities Citation Index*

**CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**CNPq** – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**FI** - Fator de Impacto

**ICBS** – Instituto de Ciências Básicas da Saúde

**ISI** - *Institute for Scientific Information*

**JCR** - *Journal of Citation Reports*

**PROPLAN** - Pró-Reitoria de Planejamento da UFRGS

**SABI** - Sistema de Automação de Bibliotecas – Biblioteca Central da UFRGS

**SCI** - *Science Citation Index*

**SSCI** - *Social Sciences Citation Index*

**UFPR** - Universidade Federal do Paraná

**UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

# LISTA DAS FIGURAS

## Figuras da Dissertação:

**Figura 1** - Diagrama da inter-relação entre Informetria, Cienciometria, Bibliometria e Webmetria

**Figura 2** - Número de professores simultaneamente envolvidos nas publicações do Departamento de Bioquímica no período 1971-2005.

**Figura 3** - Contribuição em percentagem, da produção científica em revistas nacionais e não indexadas, internacionais indexadas e total de publicações do Departamento de Bioquímica, na produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## Figuras do Artigo:

**Figura 1** - Crescimento das publicações científica brasileira e mundial no período de 1981 a 2005.

**Figura 2** - Publicações científicas indexadas e não indexadas dos professores do Departamento de Bioquímica no período 1971 a 2005.

**Insert:** Comparação da produção de artigos indexados do Departamento com o crescimento da produção brasileira.

**Figura 3** - Média (A) e fator de impacto acumulado (B) dos artigos publicados pelo Departamento desde 1971 a 2005.

**Figura 4** - Comparação entre publicações científicas dos professores do Departamento e título de Doutorado. de professores no período de 1971 a 2005.

**Insert:** Média de publicações científicas por professor entre o período de 1971 a 2005.

**Figura 5** - Número de orientações de dissertações de teses (Mestrado) e Teses (Doutorado) pelos professores e publicações científicas do Departamento no período de 1971 a 2005.

**Figura 6** - Professores do Departamento que mais publicaram artigos nos períodos agrupados de 7anos a partir de 1971 até 2005.

## **LISTA DE TABELAS:**

### **Tabelas do artigo:**

**Tabela 1** - Datas consideradas importantes na história do Departamento de Bioquímica da UFRGS.

## RESUMO

A atividade científica no Brasil experimentou um acelerado crescimento nas décadas passadas. Este crescimento ocorreu na maior parte à custa dos centros de excelência nas maiores universidades públicas, que esclarecem a vasta produção científica do país. Para tentar compreender o padrão deste crescimento e dos fatores que influenciam no aumento da produtividade, executamos uma análise histórica da produção científica do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (que contribui com uma parte considerável da produção científica posicionada nesta universidade). Focalizando correlações de crescimento da produção científica indexadas no ISI e dos eventos considerados importantes na história do Departamento e ainda de políticas Brasileira voltada para o desenvolvimento da ciência, procurou-se identificar fatores internos e externos que influenciaram na produtividade científica do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no período entre 1971 a 2005.



## **ABSTRACT**

Scientific activity in Brazil has experienced accelerated growth in the past decades. This growth has occurred mostly at the expense of centers of excellence in the larger public universities, which account for the vast majority of the country's scientific output. To try to understand the pattern of this growth and the factors influencing the increase in productivity, we have performed a historical analysis of the scientific output of the Biochemistry Department of a large public university (which accounts for a considerable share of the indexed scientific production at this university). By focusing on the temporal course of its growth and drawing correlations between scientific output and important events in the history of the Department and of Brazilian science policies, we draw some conclusions on internal and external factors influencing scientific productivity in Brazil.

## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| LISTA DE ABREVEATURAS.....                             | IV   |
| LISTA DAS FIGURAS.....                                 | V    |
| LISTA DAS TABELAS.....                                 | VII  |
| RESUMO.....  | VIII |
| ABSTRACT.....  | IX   |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                     | 11   |
| 1.1 HISTÓRICO DO DEPARTAMENTO.....                     | 11   |
| 1.2 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA.....              | 13   |
| 1.2.1 CONCEITOS BÁSICOS.....                           | 14   |
| 1.2.2 INDICADORES CIENTÍFICOS .....                    | 15   |
| 1.3 OBJETIVO.....                                      | 17   |
| 2. METODOLOGIA.....                                    | 18   |
| 3. ARTIGO ANEXO.....                                   | 20   |
| 3.1 <i>Heading and authors</i> .....                   | 21   |
| 3.2 <i>Abstract</i> .....                              | 22   |
| 3.3 <i>Introduction</i> .....                          | 23   |
| 3.4 <i>Methods</i> .....                               | 25   |
| 3.5 <i>Results</i> .....                               | 27   |
| 3.6 <i>Discussion</i> .....                            | 29   |
| 3.7 <i>References</i> .....                            | 33   |
| 4. DISCUSSÃO.....                                      | 42   |
| 5. CONCLUSÃO.....                                      | 44   |
| 6. PERSPECTIVAS.....                                   | 44   |
| 6.1 INTERAÇÃO ENTRE PROFESSORES.....                   | 44   |
| 6.2 INSERÇÃO DA PRODUÇÃO DO DEPARTAMENTO NA UFRGS..... | 45   |
| 6.3 OUTRAS PERSPECTIVAS.....                           | 46   |
| 7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....                      | 48   |

# 1-INTRODUÇÃO

Os dados históricos do Departamento foram coletados a partir de depoimentos dos professores do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, gravado em vídeo, com uma breve revisão do Professor Doutor Renato D. Dias.

## 1.1 Histórico do Departamento

No Rio Grande do Sul, a Bioquímica surgiu em 1959, com a então cátedra de Química Fisiológica da Faculdade de Medicina da UFRGS, tanto no ensino quanto na pesquisa. Em 1960, a cátedra de Química Orgânica incorporou também a Bioquímica, passando a chamar-se de Cátedra de Química Orgânica e Biológica. Em 1961, as duas cátedras constituíram o Instituto de Pesquisas Bioquímicas das Faculdades de Filosofia e de Medicina.

A importância qualitativa e quantitativa das pesquisas realizadas no Instituto levou à implantação de um Programa de Pós-Graduação (Especialização e Mestrado), em 1968, posteriormente credenciados pelo Conselho Federal de Educação nos níveis de Mestrado e Doutorado.

Com a reforma Universitária, em 1970 foi instituído o Departamento de Bioquímica, sediado no mesmo prédio da Faculdade de Medicina da UFRGS, absorvendo as atividades do Instituto e incorporando professores da Faculdade de Veterinária e da Faculdade de Farmácia da UFRGS.

Oficializado em 1971, o Departamento de Bioquímica passou a ministrar aulas aos alunos provenientes de todos os cursos da área da saúde, além da agronomia e química. A atividade de ensino foi sempre uma preocupação constante e objeto de interesse e estudo para que houvesse crescimento qualitativo permanente por parte dos professores, sem, no entanto, diminuir o seu engajamento na pesquisa científica.

O credenciamento, pelo Conselho Federal de Educação, implantando os cursos de Pós-Graduação em Bioquímica ao nível de mestrado (em 1977) e ao nível

de Doutorado (em 1996), acrescentou ao Departamento um interesse crescente na atividade de pesquisa. Isto provocou um salto qualitativo e proporcionou o desenvolvimento da pesquisa científica de impacto internacional além da formação de recursos humanos nas diversas linhas de pesquisa oferecida pelo Departamento. Se estabeleceu então uma correlação entre o crescimento da produtividade científica e a expansão dos programas de pós-graduação, cujos estudantes também são considerados importante força nesta produção.

A qualificação do corpo docente tornou-se uma meta fundamental frente às necessidades do seu desenvolvimento científico. A chegada de professores vindos da Argentina e da Inglaterra, (cientistas renomados nas suas especialidades) em 1978-1979 e em 1987 (contratados como visitantes) contribuiu para a formação de vários professores, que acabaram constituindo seus próprios grupos de pesquisa dentro do Departamento. Da mesma forma, o convênio firmado em 1983 com a Universidade Federal do Paraná (UFPR) foi extremamente importante, para a qualificação do corpo docente do Departamento. Somando-se à qualificação alcançada com a contratação de cientistas estrangeiros, foram feitos convênios e intercâmbios internacionais com outras Universidades (Argentina, Inglaterra, Espanha, Austrália e EUA). Em consequência destes fatos, todos os professores do Departamento concluíram Doutorado em 1996 e um bom número de professores realizou Pós-Doutorado.

Transcorridos 26 anos da sua institucionalização, o Departamento de Bioquímica mudou-se em 1997, do antigo prédio para uma nova sede de 4.000m<sup>2</sup> com instalações específicas. A construção deste prédio e a obtenção de equipamentos necessários para atender suas atividades de pesquisa e pós graduação reflete o prestígio com o qual o Departamento já contava.

Em razão do reconhecimento internacional como centro de referência da América Latina, o Departamento de Bioquímica da UFRGS tem desenvolvido trabalhos em conjunto com instituições de diversos países da América Latina, EUA, Europa e Oceania. Estes vínculos para investigação científica estenderam-se para intercâmbio de treinamento e estágio de professores/pesquisadores e alunos do Departamento nas instituições associadas.

A relevância do trabalho desenvolvido pelo Departamento de Bioquímica e o alto índice de publicações de projeção internacional proporcionaram a formação de um excelente conceito junto aos órgãos de fomento à pesquisa.

## **1.2-Avaliação da Produção Científica**

Podemos considerar a Ciência como um sistema de produção de informações, e em particular informações na forma de publicações, considerando publicação qualquer "informação registrada em formatos permanentes e disponíveis para o uso comum" (Spinak, 1998).

Na verdade, a Ciência necessita ser considerada como um amplo sistema social, sendo uma de suas funções é disseminar conhecimentos. Sua segunda função é assegurar a preservação de padrões e a terceira é atribuir créditos e reconhecimento para aqueles cujos trabalhos têm contribuído para o desenvolvimento das idéias em diferentes campos (Macias-Chapula,1998). O meio mais comum de atribuir créditos e reconhecimento na ciência é a citação sendo o meio universalmente aceito pelo qual a instituição científica registra e divulga os resultados de suas investigações (Macias-Chapula,1998). Entretanto, o conjunto da literatura científica produzida no Brasil requer maior visibilidade e acessibilidade, no país e no exterior. Atualmente, apenas uma pequena parcela dessa literatura está referenciada em bases de dados internacionais. Da mesma forma, apenas algumas áreas da ciência brasileira contam com bases de dados nacionais que promovem, de modo sistemático, o controle bibliográfico e a disseminação da literatura publicada (Packer,1998).

Com o surgimento de índices de citação nas últimas três décadas, a importância das citações ganhou nova dimensão nas vidas dos cientistas, nos departamentos de pesquisa, nas Universidades e para as nações (Macias-Chapula,1998).

A partir da década de 60, surge uma nova área de estudo referida como **Cienciometria**, considerada como a área do saber “que trata da análise de aspectos quantitativos referentes à geração, propagação e utilização de informações científicas, com o fim de contribuir para o melhor entendimento do mecanismo de pesquisa científica como uma atividade social”.

Uma das principais ferramentas utilizadas para os estudos de cienciometria são os índices bibliométricos, geralmente obtidos a partir de bancos de dados, onde parte da literatura científica mundial produzida anualmente está catalogada. (Pinto e Andrade, 1999).

### **1.2.1- Conceitos básicos:**

Existem diversas formas de medição utilizados para avaliar a ciência e os fluxos da informação. Dentre estas, cabe citar a informetria, a cienciometria, a bibliometria e a mais nova delas, a webmetria (Vanti, 2002).

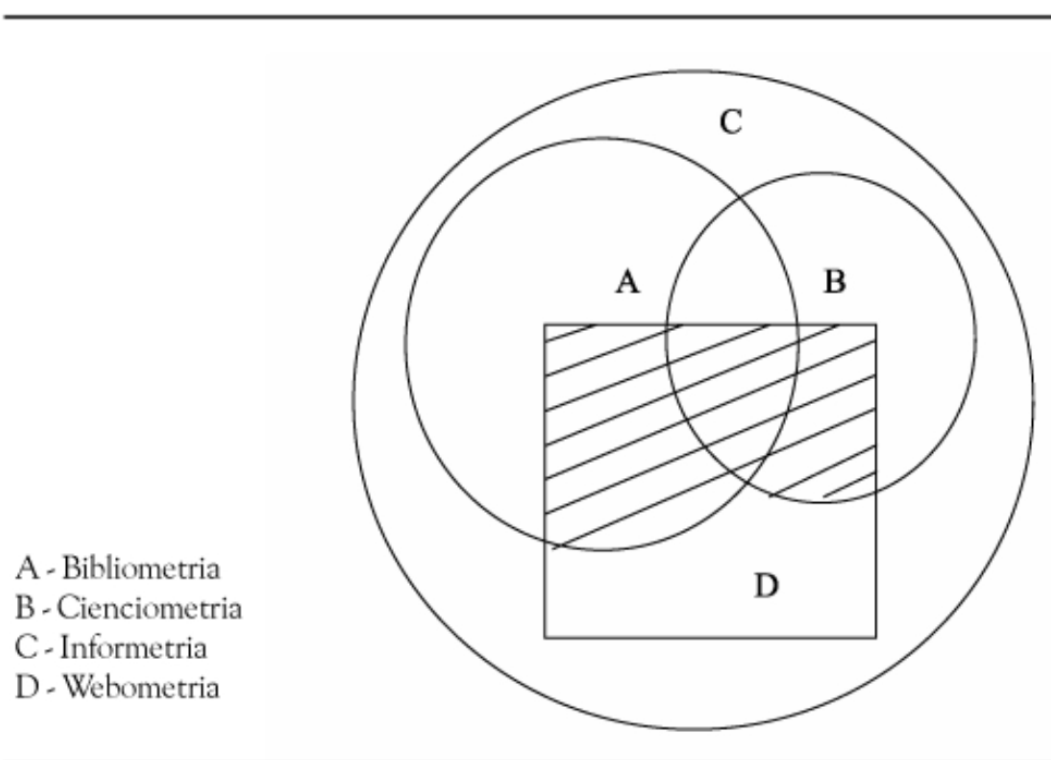
**Informetria** é o estudo dos aspectos quantitativos da informação em qualquer formato, e não apenas registros catalográficos ou bibliografias, referente a qualquer grupo social, e não apenas aos cientistas. A informetria pode incorporar, utilizar e ampliar os muitos estudos de avaliação da informação que estão fora dos limites tanto da bibliometria como da cienciometria (Macias- Chapula, 1998)

**Cienciometria** é o estudo quantitativo das atividades científicas, com o objetivo de identificar domínios de interesse (áreas, assuntos, disciplinas) e compreender a comunicação entre cientistas. A criação da Cienciometria é uma das principais razões pelas quais, hoje, dispõe-se de tantas informações quantitativas sobre a ciência e porque se fazem tantas comparações sobre o desempenho científico (Pinto e Andrade, 1999). A Cienciometria é um segmento da sociologia da ciência, sendo aplicada no desenvolvimento de políticas científicas (Macias- Chapula, 1998).

**Bibliometria** é o estudo quantitativo da produção, disseminação e circulação de documentos científicos, incluindo avaliação de autores e usuários (Pinto e Andrade, 1999; Macias-Chapula, 1998; Pacheco e Kern, 2001).

**Webmetria** Consiste na aplicação de métodos informétricos à *World Wide Web* ( Vanti, 2002).

**Figura 1.** Diagrama da inter-relação entre os subcampos.



Segundo Vanti (2002).

## 1. 2.2 - Indicadores científicos

Um dos bancos de dados mais utilizados na bibliografia especializada é organizado pelo *Institute for Scientific Information* (ISI). (Pinto e Andrade, 1999).

Anualmente são publicados no *Journal of Citation Reports* (JCR) três indicadores, por título de periódico: o índice de citação imediato (*immediate index*), a meia vida das citações (*citation half-life*) e o índice mais conhecido e utilizado, o fator de impacto (*impact factor*) (Strehl, 2005).

O fator de impacto de periódicos científicos indexados ao *Institute for Scientific Information* vem sendo publicado pelo JCR todos os anos, a partir de 1972 (Pinto e Andrade, 1999).

O JCR reúne os dados do *Science Citation Index* (SCI), *Social Sciences Citation Index* (SSCI) e *Arts and Humanities Citation Index* (AHCI), todos publicados pelo *Institute for Scientific Information*.

As informações são organizadas no sentido de revelar o número de citações dos artigos publicados nele próprio e nos demais periódicos indexados, naquele ano. Por exemplo, o fator de impacto de uma revista em 1996 é calculado da seguinte maneira: número de citações no *Science Citation Index* em 1996 para os artigos publicados em 1994 e em 1995, dividido pelo número de artigos que a revista publicou nestes dois anos (Pinto e Andrade, 1999). O termo “fator impacto” foi usado pela primeira vez em 1955 e evoluiu gradualmente aos dias de hoje, especialmente na Europa, para incluir o jornal e o impacto do autor. Esta ambigüidade causa frequentemente problemas, comparar fatores de impacto de revistas é completamente diferente de comparar autores de artigos GARFIELD (1999).

Usar fatores de impacto de revistas possibilita formular uma média ponderada do fator de impacto para a coleção de revistas na qual o grupo publica (Rousseau, 1998). Embora criticado, o FI, é entre os indicadores o mais utilizado, sendo uma medida da penetração e visibilidade da produção científica (Mueller, 2006). O fator do impacto não é uma ferramenta perfeita para medir a qualidade dos artigos, mas não há nada melhor e tem a vantagem de ser e é, conseqüentemente, uma boa técnica para a avaliação científica (GARFIELD, 1999).

Mais recentemente esse índice ganhou bastante popularidade e maior aceitação a partir da decisão da CAPES de utilizá-lo na avaliação dos cursos de pós-graduação. Nesse sentido, os conceitos mais altos são restritos aos cursos cujos docentes e alunos publicam regularmente em periódicos com maior fator de impacto (Bianco, 2004).



O fator de impacto é uma ferramenta importante na avaliação de publicações, além de mensurar o desempenho de Universidades e Institutos de Pesquisa e autores individuais. Desta forma, os órgãos de fomento, responsáveis pela elaboração das políticas de pesquisa, identificam com parâmetros objetivos as instituições e pesquisadores que se adequam às metas por eles estabelecidas ( Strehl, 2005).

### **1.3- objetivo**

O Departamento de Bioquímica ao longo da sua existência tem se destacado como uma unidade de projeção científica no cenário nacional e internacional , como centro de excelência , contribuindo significativamente na formação de recursos humanos e na produção científica da UFRGS e do país.

Assim, neste trabalho, procura-se, através das publicações de artigos científicos produzidos pelos professores do Departamento de Bioquímica da UFRGS, analisar a evolução da produção dos trabalhos científicos a nível nacional e internacional, desde a sua fundação e sua contribuição no computo geral com o crescimento da produção de artigos brasileiros indexados no ISI, sua contribuição na produção geral da UFRGS, analisando alguns fatores internos e externos ao Departamento, que influenciaram nesta produção.

## 2-METODOLOGIA

Foram considerados como produção do Departamento os artigos publicados e aceitos por revistas indexadas e não indexadas ao banco de dados do ISI. Os artigos publicados em revistas internacionais, porém não encontradas no JCR-2003, foram considerados "artigos internacionais não indexados".

Os dados da produção científica e número de orientações de mestrado e doutorado dos professores do Departamento de Bioquímica da UFRGS foram extraídos a partir do *Curriculum Lattes* do CNPq. Os dados coletados foram separados ano a ano por professor e sobrepostos para que não fossem contados duas vezes, o mesmo artigo e, do mesmo modo, as orientações de mestrado e doutorado. Os dados obtidos foram organizados numa tabela onde consta número total de artigos; artigos indexados e não indexados; artigos nacionais; número de professores do departamento ; titulação dos professores ; número de orientações de mestrado e doutorado e somatório do Fator de Impacto do JCR-2003. Fez-se uma tabela para análise das interações entre professores, isto é, o número de professores que assinam o mesmo artigo.

A partir destes dados da tabela foram relacionados o somatório do fator de impacto (FI) com o número de artigos; número de artigos pelo número de professores; número de orientações de mestrado e doutorado pelo número de professores e a titulação de professores. De posse dos dados do Departamento, dados obtidos do CNPq sobre produção de artigos produzidos no Brasil no período de 1991 a 2005 e do Sistema de Bibliotecas da UFRGS (SABI) referente à produção da Universidade no período de 1996 a 2003, fez-se gráficos para uma melhor visualização do perfil apresentado pelo Departamento no período estudado, no contexto da UFRGS e do Brasil (dados prévios apresentados abaixo em "Perspectivas").

Foi escolhido como índice cientiométrico o FI por ser considerado por muitos autores (por exemplo Strehl , 2005) e órgãos financiadores de pesquisa o mais utilizado para avaliação de desempenho de faculdades e institutos de pesquisa . A comunidade científica brasileira vem sendo altamente influenciada pelo fator de impacto das revistas onde ela publica os seus trabalhos. Um dos indicadores

utilizados e aceitos, no Brasil, pela maioria dos pesquisadores, instituições de ensino e pesquisa e agências financiadoras de pesquisa e pós-graduação, particularmente pelo CNPq e pela Capes, é o *Science Citation Index* (SCI), da base de dados do *Institute for Scientific Information* (ISI) divulgado pelo *Journal Citation Reports* (JCR) (Coura e Willcox ,2003) .

Da mesma forma, Leta e De Méis (1996) utilizaram dados cienciométricos para traçar o perfil das diferentes área do conhecimento no Brasil durante os anos 1981-1993. Em relação à produção científica de áreas específicas, a Bioquímica parece ser a mais estudada no Brasil (Meneghini, 1990 ; Fonseca, 1992).

As datas, os eventos considerados importantes , bem como o número oficial de professores lotados no Departamento, foram fornecidos pela secretaria do Departamento de Bioquímica.

### **3-ARTIGO ANEXO**

Contemporary 35 years of scientific activity in a Biochemistry Department in Brazil – patterns of growth and factors leading to increased productivity

Urubatã E. Gomes, Olavo B. Amaral, Diogo L. Oliveira, Diogo O. Souza, Susana T. Wofchuk

Submetido à *Scientometrics* em 14 de fevereiro de 2007.

Contemporary 35 years of scientific activity in a Biochemistry Department in Brazil – patterns of growth and factors leading to increased productivity

Urubatã E. Gomes, Olavo B. Amaral, Diogo L. Oliveira,  
Diogo O. Souza, Susana T. Wofchuk<sup>\*</sup>

*Departamento de Bioquímica, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciência: Química da Vida e Saúde.*

\*Corresponding author

Rua Ramiro Barcelos, 2600 (prédio anexo)

Porto Alegre, RS, Brazil

CEP: 90035-003

Phone: 00-55-51-3308-5569

Fax: 00-55-51- 33085537

E-mail:swofchuk@ufrgs.br

## Abstract

Scientific activity in Brazil has experienced accelerated growth in the past decades, with an increase in productivity which greatly surpasses the international average. This growth has occurred mostly at the expense of centers of excellence in the larger public universities, which account for the vast majority of the country's scientific output. To try to understand the pattern of this growth and the factors influencing the increase in productivity, we have performed a historical analysis of the scientific output of a Biochemistry Department of a large public university in southern Brazil (which accounts for a considerable share of the indexed scientific production at this university). By focusing on the temporal course of its growth and drawing correlations among scientific output and important events in the history of the Department and of Brazilian science policies, we draw some conclusions on internal and external factors influencing scientific productivity in Brazil.

## Introduction

Scientific production has been steadily growing in the world over the past decades, both in the developed and in the developing countries. Some nations, however, have attracted attention for their explosive growth, which greatly surpasses the international rank. Prominent among these are China and other Asian countries such as South Korea, Singapore and Taiwan, as well as fast-growing European nations such as Turkey, Portugal and Ireland (Glänzel et al., 2006). Latin America's contribution to the world's scientific production has also been on the rise, increasing from 1.33% in 1981 to 1.80% in 1993 (Ayala et al., 1995, Leta e De Meis, 1998) to more than 3% in the XXI century, a rise which has been attributed to increasing investments in postgraduate education (Leta et al., 2004), increasing access to higher education (Schwartzman, 2004) and to the return of democratic governments to a large part of the region (Glänzel et al., 2006).

*In the forefront of Latin American scientific growth are the two largest countries and main scientific "powerhouses" of the region, Brazil and Mexico. Both have experienced rapid growth in their number of scientific publications from the 1970s onward and have attracted attention to the study of factors influencing this growth (Velloso et al. 2004). Brazil alone was responsible for around 1.6% of the world's scientific publications in 2003, after nearly tripling this share over the course of 15 years (Figure 1) (Glänzel et al. 2006).*

Fig. 1. →

Among the reasons cited for the growth of Brazilian science are the almost parallel increase in the number of postgraduate students (Leta et al. 1998, De Meis et al., 2003a, De Meis, 2003b.) and the role of regulatory and fomenting agencies in monitoring, stimulating and rewarding scientific productivity mainly in within universities, even at times in which investment hasn't itself risen (Leta et al. 1998). Accordingly, other important events in the recent development of Brazilian sciences are the increased activity and relevance of national fomenting agencies created in the 50s-60s, such as the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and the (Coordinating Agency for Advanced Training of

Superior-Level Personnel) (CAPES) (De Meis and Longo, 1990). This led to greater investments in the formation of human resources from the 1970s onwards, both on the graduate and post-graduate levels, as well as to the development of some large scale initiatives for financing the country's top research centers, especially after the mid-1990s (Leta et al. 2006), even though total investment in science hasn't been consistent throughout the period (De Meis et al., 2003a).

Despite this growth, however, one cannot but notice that the rise of science in Brazil has been asymmetric. Research in Brazil is still very much concentrated in a few universities, virtually all of them public, which produce the majority of research articles and possess the largest numbers of postgraduate programs (Velloso et al. 2004; Leta et al. 2006). Since the top 12 universities in terms of research account for more than 70% of the country's scientific productivity, the reasons for the country's overall growth must be sought within this excellence centers. As previously shown, faculty numbers in these universities has not risen significantly (Velloso *et al.* 2004), and public funding for science has been irregular (De Meis *et al.* 2003a). Therefore, other factors should be sought to account for this growth, including the rise in postgraduate programs (Leta *et al.* 1998) and other national and internal factors which stimulated the productivity.

In an effort to better understand how the combination of internal and external factors can drive the increase in scientific productivity observed in Brazilian science, we have performed a case study in one of the most productive Departments in the country in the field of the Biological Sciences. Concentrating in Neuroscience, the Department of Biochemistry of the Institute of Health Basic Science (ICBS) is one of the Departments with the largest output of research articles in the Universidade Federal do Rio Grande do Sul (the 5<sup>th</sup> most productive university in the country (Leta et al. 2006), and has experienced a growth that significantly surpasses the national average. We have therefore analyzed the pattern of its increase in productivity, aiming to detect internal and external factors which have been determinant in the growth of this Department activity, and might be therefore extendable to other research centers of excellence in Brazil.



## *Methods*

The aim of our study was to evaluate the production of the Department of Biochemistry at ICBS, UFRGS, as well as identifying factors within the local and national scenarios which have influenced its production pattern. For this means, we undertook a search for the scientific production in periodicals by all individuals listed as members of the Department's faculty from its foundation in 1971 up to 2005. Data on dates of entry and retirement for each faculty member were obtained from the Department's administration, along with the year in which their PhD titles were obtained.

The number of articles published by each active faculty member of the department in every year was then obtained from the *Curriculum Lattes* database as registered in CNPq. This database, in operation since 1999, functions as the central reference for scientific production among Brazilian researchers and must be "set on public access" by every researcher in order to be able to submit scientific projects and apply for fellowships and for research grants. As such, it has to contain several aspects of their scientific production (as the number of theses supervised), including the full list of publications by researchers in the country from the beginning of their careers onward.

Total publication numbers for the department were obtained by adding the numbers for each faculty member, taking care to avoid overlapping in the case of collaborations. Indexed articles were defined as those indexed in the Institute for Scientific Information (ISI) in the Journal Citation Report, from which impact factors for each article were also drawn. Mean and cumulative impact factors for every year were then calculated based on this source. Publications mentioned in the faculty's curriculum but not in periodicals indexed by the ISI were considered as non-indexed.

Data on local and external factors which could be related to the evolution of scientific production at the Department over the years were obtained through interviews with current and former faculty members, as well as from the Department's

administrative records. Important dates were registered, including the opening of the Department's master's (MSc) and PhD programs, the arrival of important researchers, major financial grants and others. We also obtained data on the establishment of national scientific policies (such as financial stimuli for productive researchers and evaluation systems of postgraduate programs) from the national research (CNPq) and superior education (CAPES) agencies.

## *Results*

From 1971 to 2005, the total scientific output of the Department of Biochemistry in periodicals amounted to 1280 articles, of which 1016 were indexed by the ISI. Scientific production by the department steadily grew from 1977 onwards, and sharply rose in the mid-1990s, with the number of indexed articles per year quadrupling between 1995 and 2005 (Figure 2). Meanwhile, non-indexed scientific production (which still accounts for a large part of scientific output in Brazil, especially in smaller centers) remained in a low level throughout the period.

Fig. 2. →

To try to analyze if the quantitative growth of the department's production was accompanied by an increase in its visibility, we analyzed the mean impact factors of indexed articles published in the period. Figure 3A shows that, despite the increase in the quantity of published articles in the last decade, the mean impact factors remained relatively stable after 1990. The peak in mean impact factor was actually reached in the 1980s, but this was mostly due to a relatively small number of articles in high-visibility journals by the main researcher in the Department at the time, in a period when total productivity was low. Despite the lack of change in mean impact factors, however, the sharp increase in the number of articles led to a natural increase in the cumulative impact factor of published articles over the past decade (Figure 3B).

Fig. 3. →

Figure 4 shows that the increase of productivity cannot be attributed to an increase in the size of faculty, as the number of faculty members remained relatively stable (Figure 4), with the rise in productivity in recent years being due to an increase in the mean number of articles per faculty member (Figure 4, insert). On the other hand, the increasing qualification of the faculty members could be related to this increase in productivity, as the number of faculty members with a PhD increased steadily from around 10% in the 1970s to 100% in 1996 (coincidentally, the year where the steep rise in productivity begins).

Fig. 4. →

This increase in qualified faculty was accompanied by a significant increase in the number of postgraduate theses produced in the Department. This was driven by the creation of its postgraduate master's and PhD programs in 1977 and 1992, respectively, and favored by the increase in research activity and in the capability of the faculty in supervising students. It also closely accompanies the increase in the department's scientific output, a relation which has also been shown to occur between the total Brazilian scientific output and number of postgraduate students (Leta et al., 1998).

Fig. 5. →

Since the creation and development of new research groups is seen as an important factor in the growth of Brazilian research activity (Leta et al., 1998) we decided to analyze the research production of individual researchers (the 5 most productive) within the department's faculty over the years to try to visualize this trend. As one can see in Figure 6, the scientific output of the various research groups in the department grew over time. However, the distribution of scientific production among faculty members significantly changed over time, from a scenario in which one senior researcher dominated the department's research activity to one in which various researchers shared the department's productivity in a more equal fashion.

Fig. 6. →

Finally, to try to correlate the temporal pattern of growth of the Department with important events in its history and in the history of the country, as obtained by interviews with the faculty, we listed some of these events in a chronological form on Table 1. Important events in this list include the arrival of experienced researchers from abroad, the creation of the Department's MSc and PhD programs, major research grants, national productivity stimuli through the institution of personal grants for Brazilian active researchers, and the current model of evaluation of postgraduate programs (heavily based on research output).

Table 1. →

## *Discussion*

The first evident conclusion to be drawn in our study is the fact that the growth of scientific productivity in the Department of Biochemistry, ICBS, at UFRGS over the years correlates well with that of Brazilian science as a whole, at least temporally, with a slow increase in the 1970s and 1980s being followed by a rapid rise from the 1990s. This seems to be an indication that external factors, such as the switch in academic mentality and in national policies trying to favor research activity in public universities, can account for at least part of this growth. These include the crescent value attributed to a researcher's publications in the distribution of scholarships, research grants and faculty positions, as well as the evaluation of postgraduate programs clearly according to their scientific productivity.

Nevertheless, some differences exist between the department in our study and the national research profile. First of all, the relative increase in productivity in the Department of Biochemistry at UFRGS is well over the national average (*Insert Figure 2*). A second difference from the national profile is the clear privileging of indexed, international, English language journals over national Portuguese language periodicals, a pattern which is opposite to that observed in much of the country (Leta et al., 2006; Leta et al. 2001; Mendonça de Araújo et al., 2005). This internationally minded pattern, however, seems to predominate in larger research centers in Brazil, and has been clearly on the rise in recent years (Araújo, Mourão e Leta, 2005). The fact that most of the Department's productivity is still aimed at low and medium impact journals, however, is in keeping with the national profile of a greater increase in the quantity of publications than in their visibility (Leta e Glanzel, 2006). This could be due to the fact that, although Brazilian public policy has undoubtedly favored high numbers of publications in evaluating researchers and programs, stimuli for research quality and visibility, including citations and impact factors of publications, has been slower to come, and remains a challenge for coming years.

One of the most important observations of our study is that a steep rise in productivity was obtained without an increase in faculty numbers. A similar trend was shown for Brazilian public universities as a whole, in which scientific productivity

virtually doubled between 1995 and 2000, while the increase in faculty numbers was insignificant (1.4%) in the same period (Velloso et al. 2004). On the other hand, the qualification of the Department's faculty (as measured by the proportion of faculty members with a PhD), and especially the increase in the number of postgraduate students throughout the years, seem to present a better temporal correlation with the Department's increase in productivity, and probably account for a real significant part of it.

The importance of the formation of human resources on Brazilian science in Brazil, especially through the establishment of postgraduate programs, has been previously studied (Leta et al. 1998), and an increase in scientific production has been shown to correlate with an increase in the number of postgraduate scholarships, even in times in which research investment as a whole had not increased (Leta et al. 1998, De Meis 2003a). In the case of our department, the argument to be made in favor of the increase in postgraduate students is a particularly strong one, as the steep rise in productivity begins in the mid-1990s, precisely at the point in which the first PhD students in the department's program (started in 1992) were finishing their theses and publishing their work.

Another important factor in the growth of our department seems to have been the arrival of senior researchers from abroad. This has been advocated as a particularly effective way of driving scientific productivity in Brazil to the standards of the developed world, with reduced costs and "brain drain" when compared with the alternative of sending Brazilian students abroad (De Meis & Longo, 1990). In the case of our department, the arrival of two well-established researchers helped to increase research not only through their own scientific output, but also through the qualification of their colleagues. This is clearly shown by the fact that, of the current faculty members of the department, 11 (33%) had one of these two senior researchers as their PhD advisor. This spreading of knowledge can therefore probably account for the growth of new scientific groups and the more homogeneous distribution of scientific production in the department, as seen in figure 6. The establishment of a larger number of productive research groups also promotes and increasing number of collaborations among researchers, helping to keep productivity on the rise (data not shown).

Along with these factors relating to human resources, greater financial investment also seems to have played a role in the increase in the department's productivity. The first large institutional grants obtained by the department, for example, were obtained in the mid 1990s, just before the point in which scientific output began to rise more steeply. However, one should note that these grants were obtained through a scientific activity which was already on the rise at that time. As previously mentioned, this point in time also coincides with the establishment of national policies for stimulating research within universities, including the concession of financial rewards for productive research and the effective evaluation of scientific productivity for classifying postgraduate programs (Leta et al., 2006). This switch in national policy also led to changes in internal policies within the Department of Biochemistry, ICBS, at UFRGS in order to stimulate research, including the requirement of at least one indexed publication as a first author for students in order to earn a PhD, as well as a heavy increase in the importance of research publications in classifying both students applying for postgraduate scholarships and researchers applying for faculty positions.

Therefore, analyzing this data as a whole, it appears that the rise of productivity in our department is tightly linked to a) the investment in human resources, manifested by arrival of senior researchers, qualifying of faculty members and the increase in the number of students, and b) the stimulation of productivity by national and local policies which increasingly value scientific publications in the allocation of resources and selection of personnel for postgraduate and faculty positions. Although it is unclear if this can be generalized to Brazilian science as a whole, a similar pattern probably holds true for most of the countries' reference research centers of excellence, which account for most of the national productivity (Leta et al. 2006, Velloso et al. 2004), and can therefore might explain to a large extent the increase in Brazil's share of international scientific activity.

Acknowledgements: This work was supported by funds from Study and Project Financing agency (FINEP) and Coordinating Agency for Advanced Training of Superior-Level Personnel (CAPES).



## References

- AYALA, F. J. (1995), Science in Latin America, *Science*, 267: 826-827.
- DE MEIS, L., LONGO, P. H., FALCÃO, E. B. M. (1989), The learning process in science: a study among Brazilian biochemists, *Biochemical Education*, 17: 127-132.
- DE MEIS, L., LONGO, P. H. (1990), The training of Brazilian Biochemists in Brazil and in Developed Countries: Costs and benefits, *Biochemical Education*, 18: 182-188.
- DE MEIS, L., VELLOSO, A., LANNES, D., CARMO, M.S., DE MEIS, C. (2003a), The growing competition in Brazilian science: rites of passage, stress and burnout, *Brazilian journal of Medical and Biological Research*, 36: 1135-1141.
- DE MEIS, L. (2003b), Impact factors: just part of a research treadmill. *Nature*, 424 : 723.
- GLÄNZEL, W., LETA, J., THUS, B. (2006), Science in Brazil. Part 1: A macro-level comparative study, *Scientometrics*, 67: 67–86.
- LETA, J., LANNES, D. , DE MEIS, L. (1998), Human resources and scientific productivity in Brazil. *Scientometrics*, 41: 313-324.
- LETA, J., JACQUES, R., FIGUEIRA I., DE MEIS L (2001). Central visibility of Brazilian psychiatric publications from 1981 to 1995. *Scientometrics*, 50: 241-254.
- LETA, J., GLÄNZEL, W., THUS, B. (2006), Science in Brazil. Part 2: Sectoral and institutional research profiles, *Scientometrics*, 67: 87–105
- MENDONÇA DE ARAÚJO, K., MOURÃO, P. A. S., LETA, J. (2005), Balance between education- and research-oriented publications from a Brazilian University Hospital, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38: 1285-1291.

SCHWARTZMAN, S. (2004) Equity, quality and relevance in higher education in Brazil. *An Acad Bras Cienc*, 76: 173-188.

VELLOSO, A., LANNES, D., DE MEIS, L. (2004), Concentration of Science in Brazilian governmental universities, *Scientometrics*, 21: 207-220.

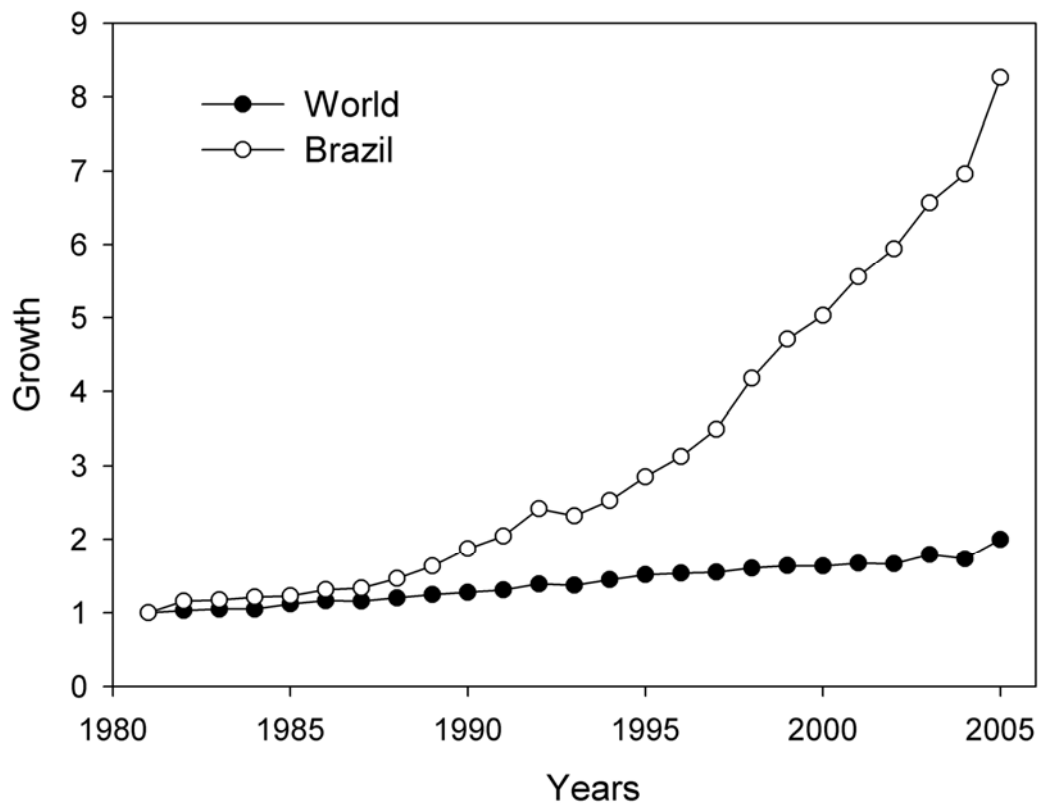


Figure 1. Growth rate of Brazilian (white) and international (black) scientific publications from 1981 to 2005. Growth is expressed as the ratio of the number of articles in a given year to the number of articles in 1981 [obtained from the Brazilian Coordinating Agency for Advanced Training of Superior-Level Personnel (CAPES)].

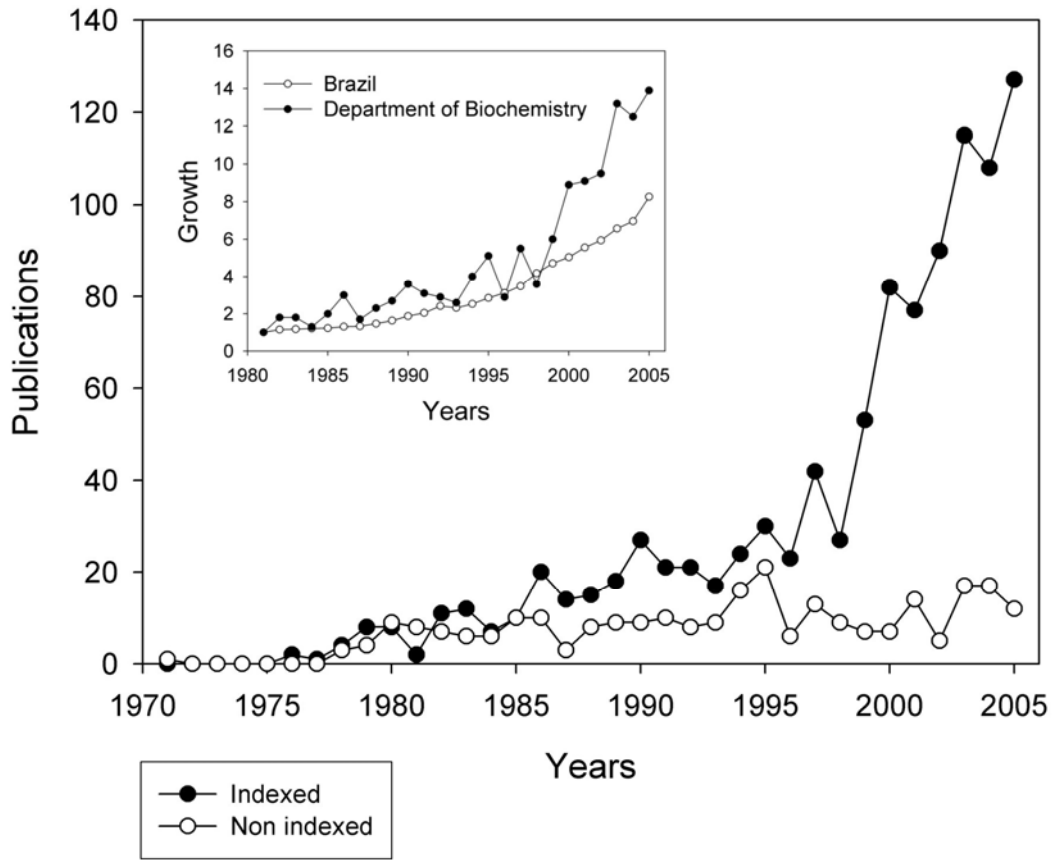


Figure 2. Scientific publications

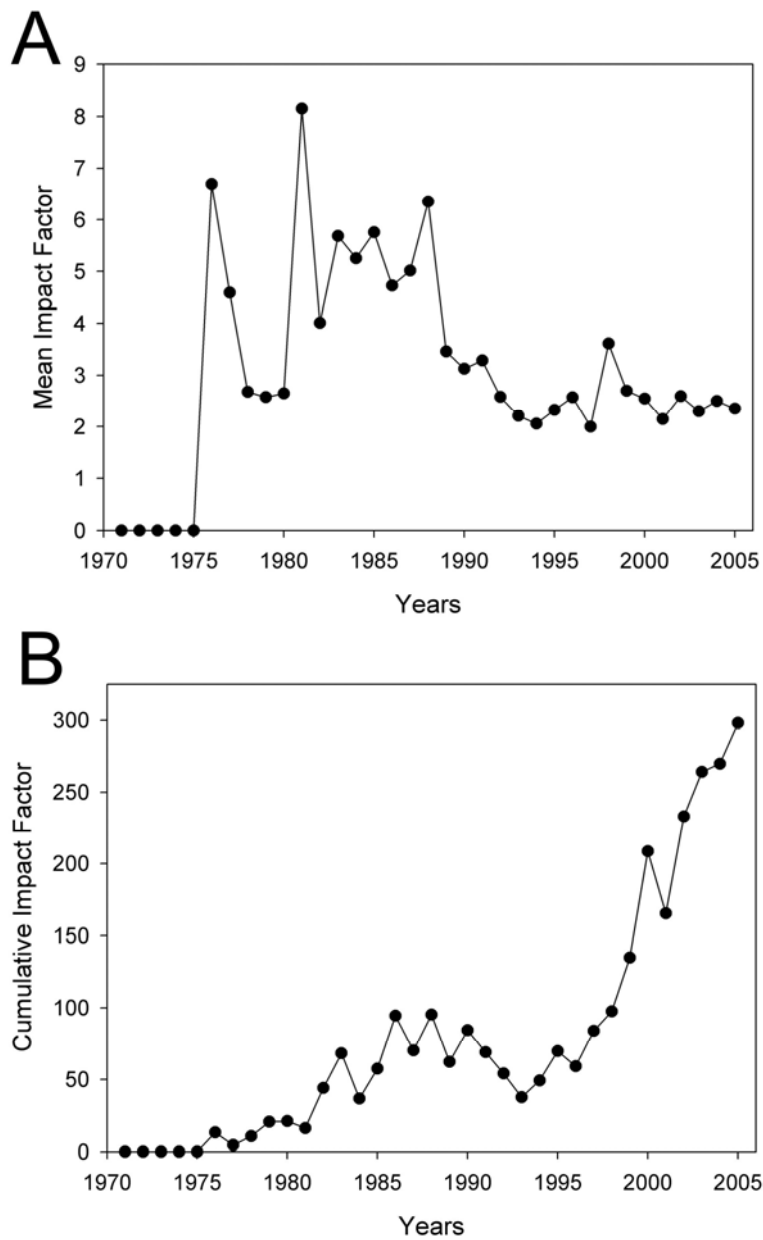


Figure 3. Mean (A) and cumulative (B) impact factor of articles published every year from 1971 to 2005, as measured by the Journal Citation Report .

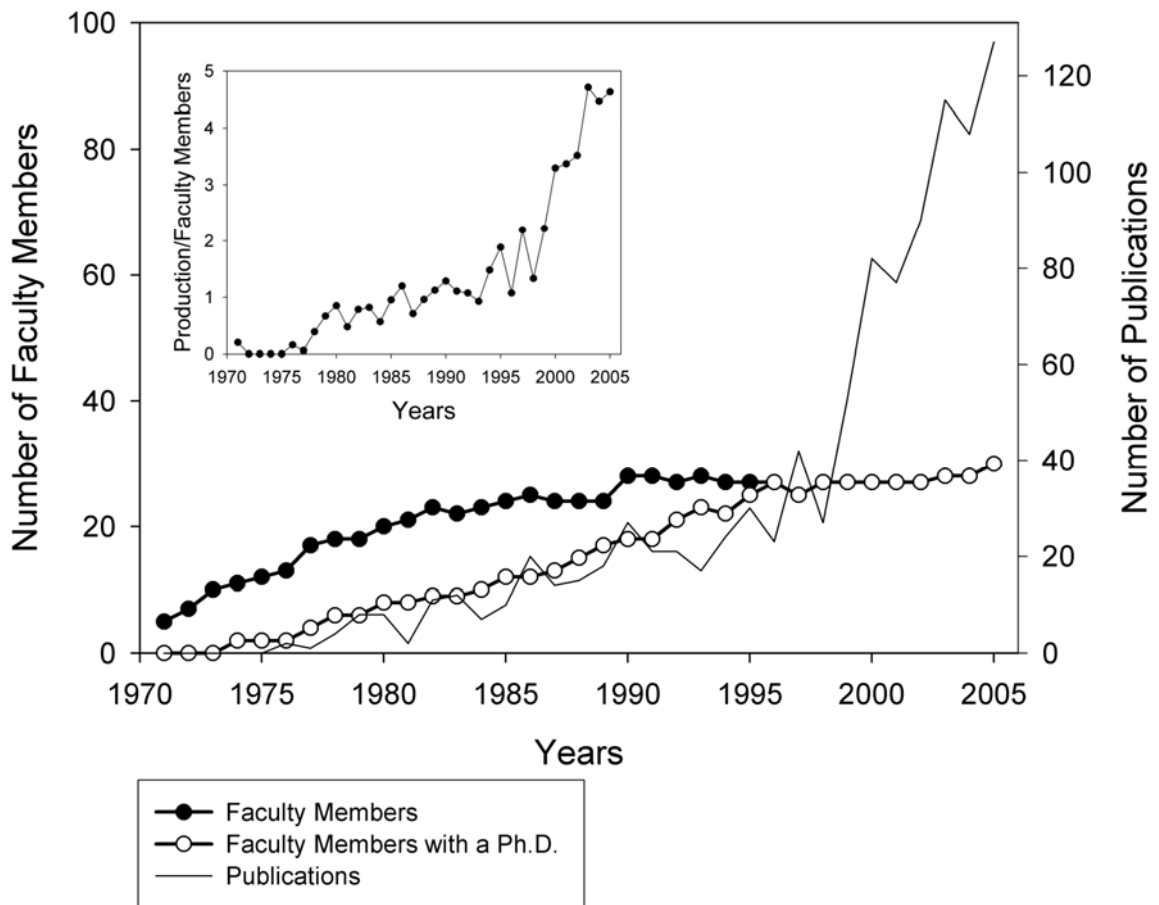


Figure 4. Total number of faculty members (black) and number of faculty members with a PhD (white) at the Department of Biochemistry at Universidade Federal do Rio Grande do Sul from 1971 to 2005. The number of scientific publications in each year, as seen in figure 1, is also plotted with the scale on the right-hand side for comparison. Insert: Mean number of publications/year in scientific journals per faculty members, between 1971 and 2005.

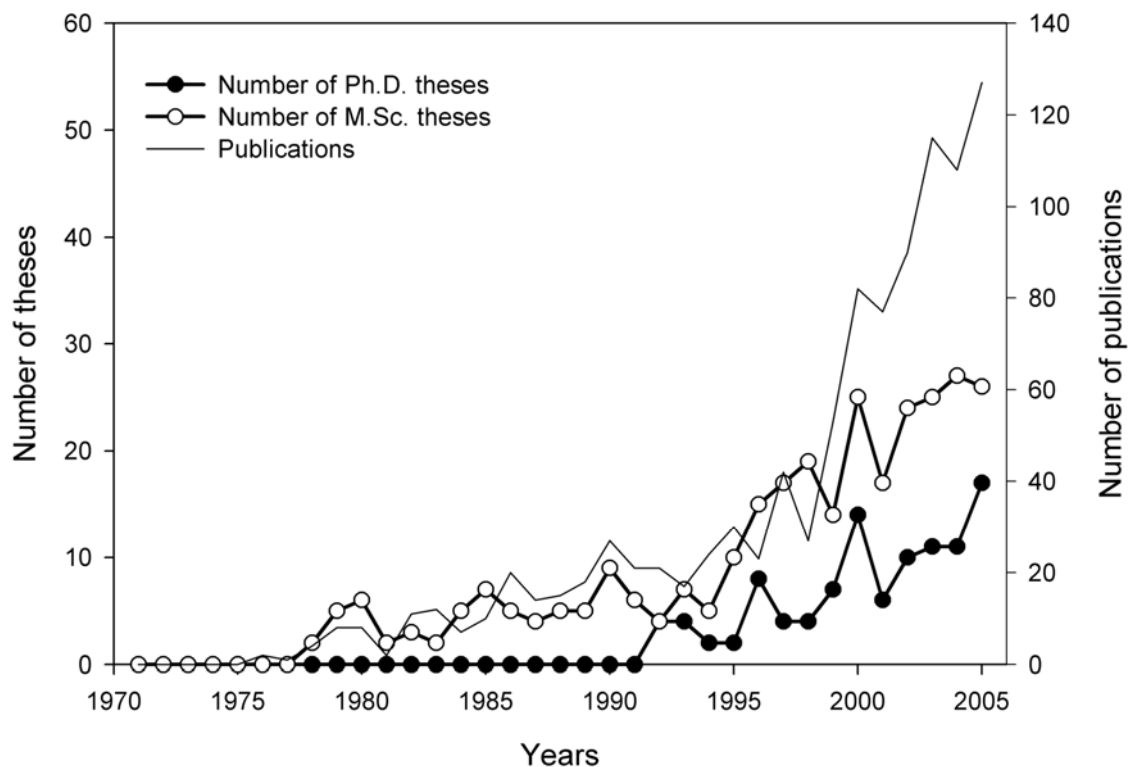


Figure 5. Number of MSc (white) and PhD (black) theses produced every year from 1971 to 2005 at the Department of Biochemistry, ICBS, of Universidade Federal do Rio Grande do Sul from 1971-2005. The number of scientific publications in each year, as seen in figure 2, is also plotted with the scale on the right-hand side for comparison.

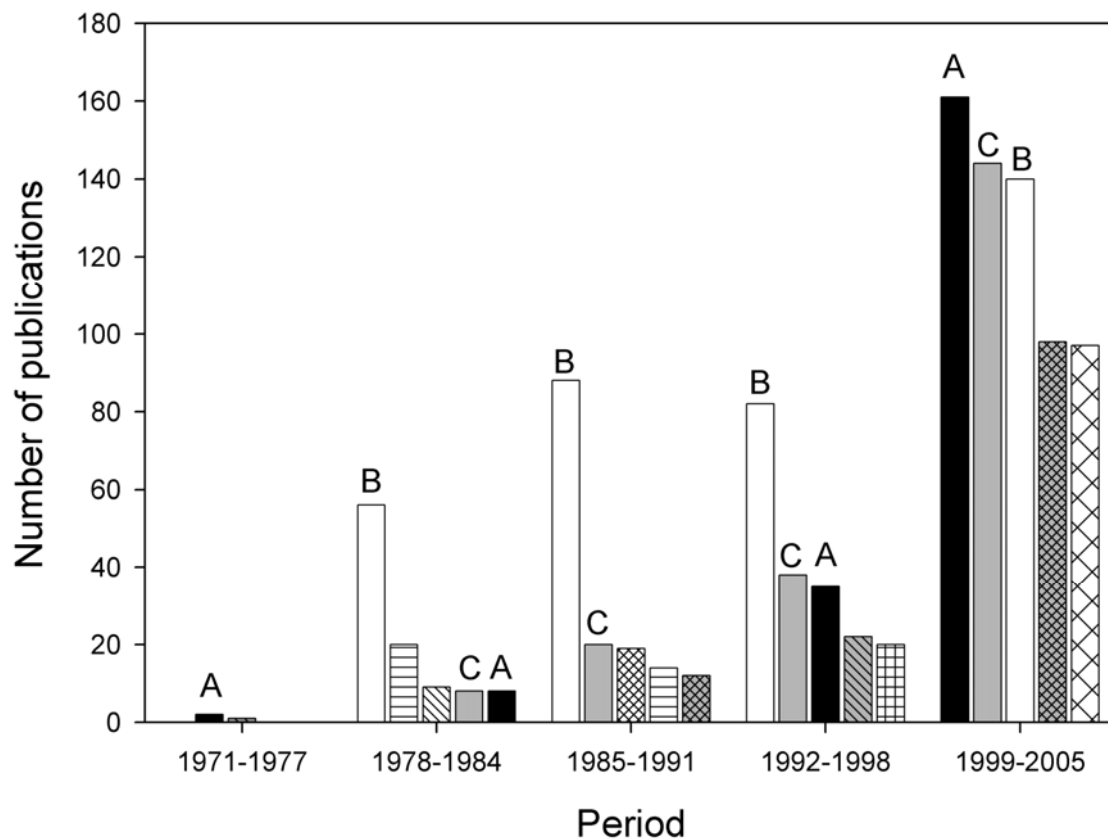


Figure 6. Publications by the 5 most productive faculty members (as measured by number of publications) at the Department of Biochemistry in each of five 7-year periods from 1971 to 2005. Each individual researcher is represented by a different bar pattern throughout the graph. Not all faculty members have their production depicted in every period, as the most productive researchers varied from period to period. Researchers maintaining the highest scientific productivity throughout the department's history are labeled with letters A through C.



Table 1. Landmark dates in the history of the Department of Biochemistry, ICBS, at the Universidade Federal do Rio Grande do Sul and in the recent history of Brazilian science.

| YEAR  | EVENT  |
|-------|--|
| 1971  | Foundation of the Department of Biochemistry at UFRGS  |
| 1976  | Arrival of 1 <sup>st</sup> senior professor (from Argentina)   |
| 1977  | Opening of postgraduate MSc program  |
| 1983  | Collaboration with another public university for institution of a collective PhD program   |
| 1986  | Arrival of 2 <sup>nd</sup> senior professor (from England)   |
| 1990s | <b><i>Institution of personal financial grants for Brazilian active researchers</i></b>  |
| 1992  | Opening of the department's own PhD program  |
| 1993  | 1 <sup>st</sup> Study and Project Financing agency (FINEP) grant   |
| 1996  | 2 <sup>nd</sup> FINEP (Study and Project Financing agency) grant; 1 <sup>st</sup> National Support Program for Nuclei of Excellence (PRONEX) grant |
| 1997  | Opening of the department's new headquarters   |
| 1998  | Start of the current national evaluation model for postgraduate courses by CAPES   |
| 2004  | 3 <sup>rd</sup> FINEP (obtained through the Basic Health Sciences sector of the University)  |
| 2005  | 2 <sup>nd</sup> PRONEX grant   |

## 4-DISCUSSÃO

A produção científica do Departamento de Bioquímica da UFRGS apresentou um perfil de colaboração internacional de artigos brasileiros indexados no ISI semelhante ao do país no período de 1981 a 2005. Ao longo dos seus 35 anos o Departamento publicou um total de 1280 artigos, dos quais 1016 artigos em revistas indexadas no banco de dados do ISI (79,4%). Isto mostra a preferência dos professores do Departamento em optarem por publicações em periódicos indexados, que podem trazer maior prestígio aos seus trabalhos, como sugere Strehl (2005).

Coimbra Jr. (1999) cita que determinadas bases de dados consideradas como de maior prestígio tem sido percebidas como parâmetro indicativo da qualidade de um periódico e, por extensão, dos artigos neste publicados, gerando acirrada competição entre editores, autores e instituições financiadoras de pesquisa.

Para Strehl (2005), o “fator de impacto” pode ser mais representativo do que o número de publicações absoluta de um cientista. O Índice de Impacto é utilizado por órgãos de pesquisa como a CAPES e o CNPq para qualificar a produção científica e direcionar o financiamento público das pesquisas (Vilhena e Crestana, 2002) e direcionar o financiamento público das pesquisas.

O convênio firmado em parceria com a Universidade Federal do Paraná (UFPR), a orientação através dos pesquisadores visitantes e a formação em outros centros no Brasil e exterior possibilitou ao Departamento qualificar seus docentes de forma a contar com 100% de professores doutores a partir de 1996. Esta qualificação, entre outros fatores, teve como resultado um número maior de publicações em revistas indexadas internacionais.

Kondo (2005), cita que os cientistas estrangeiros são possivelmente a principal fonte de transferência de conhecimento acadêmico entre países. Dos atuais docentes 13 (treze) foram orientados pelos professores estrangeiros incorporados ao quadro de professores do Departamento. Do mesmo modo, a implantação dos cursos de Pós-Graduação e a seleção de candidatos aos cursos de mestrado e doutorado, contribuíram significativamente para o bom desempenho e projeção do

Departamento no cenário internacional. Isto confirma fontes como Leta *et al.* (1998), que descrevem como a produção está diretamente relacionada com os cursos de Pós-Graduação e com o investimento na qualificação de pessoal.

A alta produtividade deste núcleo, referenciada como centro de excelência, não está alicerçada somente na qualificação dos recursos humanos, mas também em fatores mais complexos como um ambiente de cooperação entre professores e as relações inter-pessoais envolvendo orientador e alunos do Pós-Graduação, citados por Fonseca (1997) como essenciais para imprimir dinamismo e empreendedorismo no âmbito da ciência.

Decisões políticas internas, como a recomendação de que as teses e dissertações fossem redigidas em forma de artigo e o estabelecimento da obrigatoriedade de que as teses de Doutorado apresentassem pelo menos um artigo publicado em revista indexada com índice de impacto maior que 1, impulsionou a produção de artigos.

A avaliação dos programas de Pós-Graduação e políticas de incentivo de produtividade bem como projetos de incentivo a pesquisa dos órgãos de fomento também foram e são determinantes na produtividade.

## **5-CONCLUSÃO**

Os fatores de produtividade não se resumem somente a aspecto quantitativos e qualitativos dos artigos produzidos ao longo do tempo mas, de inter-relações complexas intra-departamental e institucional bem como das políticas nacionais de apoio a pesquisa e ao pesquisador. Os convênios entre instituições de pesquisa e órgãos de fomento têm papel preponderante na organização, produção e disseminação dos conhecimentos gerados, dando uma maior visibilidade da produção científica a nível nacional e internacional.

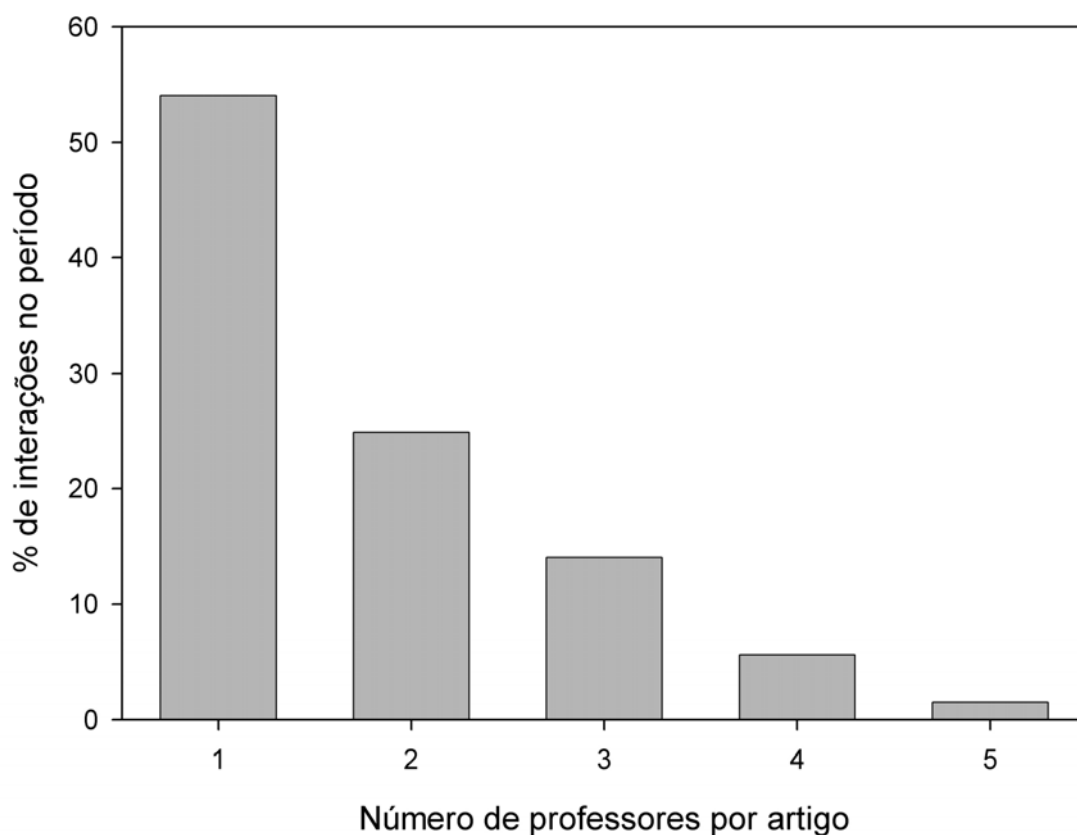
## **6- PERSPECTIVAS**

Como perspectivas estão descritos resultados prévios que demonstram a interação entre professores na produção intelectual do Departamento. Também está descrita a avaliação prévia do impacto desta produção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, evidenciando a importância do Departamento na Instituição em que está inserido e sua vocação na produção de conhecimento em área básica com divulgação internacional.

### **6.1- Interação entre professores**

Ao longo dos anos, as publicações não só aumentaram em número, como passaram a envolver mais de um autor/professor do Departamento de Bioquímica, conseqüência da formação de grupos e de um ambiente favorável às relações de trabalho, conforme citado por Fonseca *et al.* (1998).

Este enfoque merece maior e mais profundo detalhamento futuro. Abaixo, apresentamos a percentagem de interações (professores presentes simultaneamente nas publicações) no total da produção do Departamento no período de 1971 a 2005.



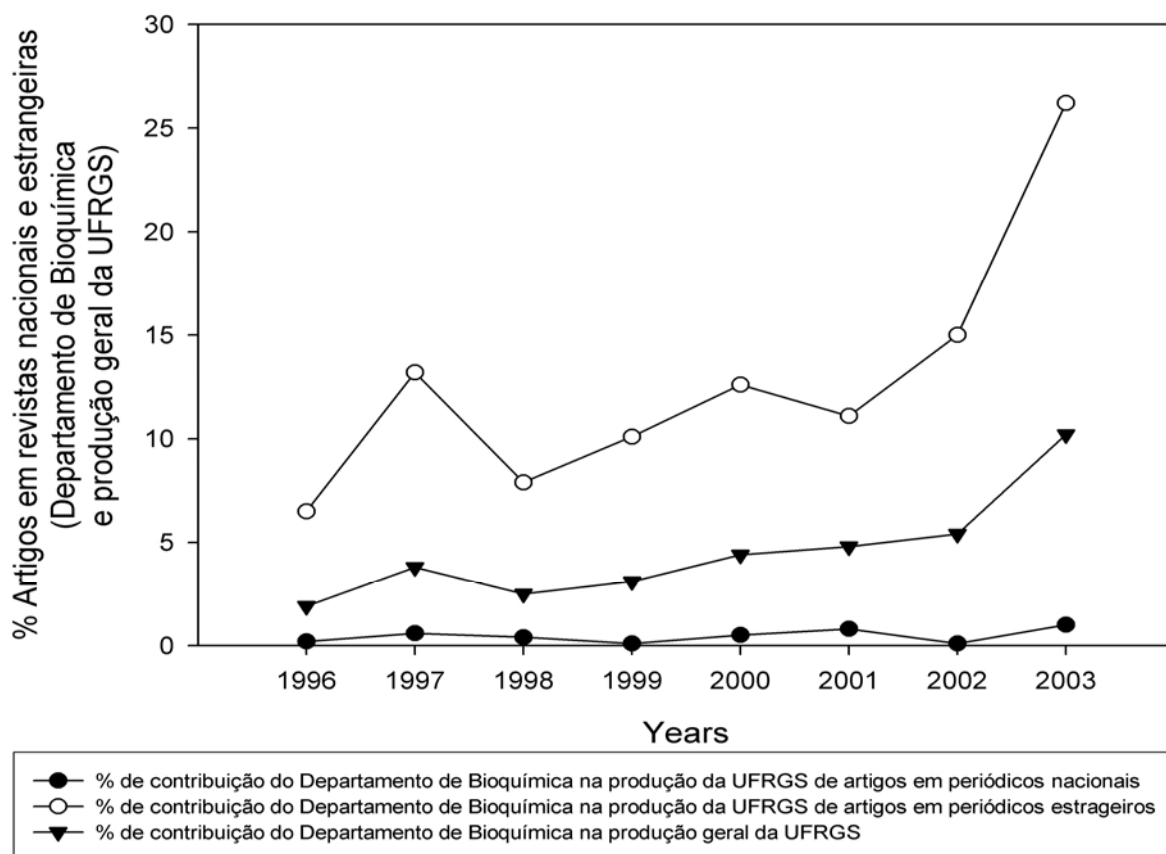
**Figura 2:** Número de professores simultaneamente envolvidos nas publicações do Departamento de Bioquímica no período 1971-2005.

## 6.2 - Inserção da produção do Departamento na UFRGS

Também a avaliação da contribuição da produção do Departamento para a produção total da UFRGS merece um estudo cuidadoso. Previamente, utilizamos dados da PROPLAN/SABI (disponíveis para o período 1996 a 2003) para fazer uma relação com os dados do Departamento. Observamos que o Departamento contribuiu com 6,5% e com 26,2% dos artigos indexados publicados pela UFRGS, respectivamente, em 1996 e 2003, sendo que a média no período todo foi de 13% da produção total da UFRGS no que se refere à produção de artigos internacionais.

É pequena a contribuição do Departamento na produção de artigos nacionais da UFRGS que oscilou entre 0,2 e 1,0% (de 1996 a 2003) perfazendo 0,45% do total de artigos nacionais produzidos neste período.

Estes dados, mostrados na figura 3 abaixo, evidenciam o impacto da produção científica do Departamento de Bioquímica na instituição à qual pertence. Observa-se que esta contribuição é basicamente em revistas internacionais indexadas, já que o Departamento produz conhecimento concentrado em área básica divulgado nestas revistas.



**Figura 3:** Contribuição do Departamento de Bioquímica, ICBS, para a produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no que refere à produção científica em revistas nacionais e não indexadas, internacionais indexadas e total de publicações. Os dados são expressos em percentagem.

### 6.3 - Outras perspectivas

O estudo realizado e descrito no artigo em anexo não esgotou a possibilidade de se fazerem outros estudos utilizando índices bibliométricos na pesquisa de fatores de produtividade no desempenho do Departamento de Bioquímica – ICBS-UFRGS.

Uma das possíveis perspectivas é fazer um acompanhamento dos grupos de pesquisa desde a sua formação para avaliar a contribuição de alunos de Iniciação Científica e de Pós-Graduação e dos componentes incorporados nos grupos ao longo dos anos.

Outro enfoque é acompanhar o destino dos alunos egressos do Programa de Pós-Graduação. Nesta avaliação poderemos analisar em que estão trabalhando, o que produziram em termos de pesquisa, quantos núcleos de pesquisa foram abastecidos com a formação de recursos humanos formado pelo Departamento, qual o impacto das publicações desses egressos na literatura internacional. Assim, estaremos também avaliando as “famílias” formadas pelos nossos professores/pesquisadores.

## **7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BIANCO, Antonio C. (2004). *Fator de impacto*. Arq Bras Endocrinol Metab. 48(3):335-336.

COIMBRA JR., Carlos E. A. (1999) *Scientific production in public health and the international literature bases*. Cad. Saúde Pública 15(4):883-888.

COURA, J.R. WILLCOX L. De CB (2003) Impact factor, scientific production and quality of Brazilian medical journals. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 98(3):293-297.

FONSECA L. (1992) *The impact of Brazilian publication in biochemistry and molecular cell biology*. Ciência e Cultura 44(2/3):172-177.

FONSECA, L., VELLOSO, S., WOFCHUK, S. DE MEIS, L. (1997) *The importance of human relationships in scientific productivity*. Scientometrics 39(2):159-171.

FONSECA, L., VELLOSO, S., WOFCHUK, S. DE MEIS, L. (1998) *The relationship between advisors and students*. Scientometrics 41(3):299-312.

GARFIELD, E. 1990 *How ISI selects journals for coverage: quantitative and qualitative considerations*. Current Contents.

GARFIELD, E. 1999 *Journal impact factor: a brief review*. Canadian Medical Association Journal, 161(8): 979-980

KONDO, E. K.(1998) *Desenvolvendo indicadores estratégicos em ciência e tecnologia: as principais questões*. Ciência da Informação 27(2):128-133.

LETA J, De MEIS L. (1996) *A profile of science in Brazil*. Scientometrics 35(1): 33-44.



LETA, J., LANNES, D. , DE MEIS, L. (1998) *Human resources and scientific productivity in Brazil*. *Scientometrics*, 41(3):313-324.

MACIAS-CHAPULA, C. A. (1998). *O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional*. *Ciência da informação* 27(2):134-140.

MENEGHINI R, FONSECA L. (1990) *Índices alternativos de avaliação da produção científica em bioquímica no Brasil*. *Ciência e Cultura* 42:629-645.

MUELLER, S. P. M. (2006) *A comunicação científica e o movimento de acesso livre ao conhecimento*. *Ciência da Informação*, 35(2):27-38.

PACHECO, R.C.S.; KERN, V.M. (2001) *Uma ontologia comum para a integração de bases de informações e conhecimento sobre ciência e tecnologia*. *Ciência da Informação*. 30(3): 56-63

PACKER, Abel Laerte; ANTONIO, Irati; BERAQUET, Vera Sílvia Marão. (1998) *Towards the electronic publishing*. *Ciência da Informação*, 27(2).

PINTO, Angelo C.; ANDRADE, Jailson B. de. 1999 *Impact factor of scientific journals: what is the meaning of this parameter?* *Química Nova* 22(3):448-453

ROUSSEAU, R. ( 1998) *Indicadores Bibliométricos para avaliação de Instituições Científicas*. *Ciência da Informação* 27(2):149-158

SPINAK, E. (1998) *Indicadores cienciométricos*. *Ciência da informação* 27(2):141-148.

STREHL, L. (2005) *O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos*. *Ciência da Informação* 34(1):19-27.

VANTI, Nadia Aurora Peres.(2002) *From bibliometry to webometry: a conceptual exploration of several forms of measuring information and knowledge*. *Ciência da Informação* 31(2):369-379.

VILHENA, V.; CRESTANA, M. F.,. (2002) *Produção científica: critérios de avaliação de impacto*. *Revista da Associação Médica Brasileira* 48(1):20-21.