

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA APLICADA

MARIA GABRIELA PINHEIRO DUARTE

**CONDICIONANTES DA GERAÇÃO DE CONHECIMENTO NAS UNIVERSIDADES
BRASILEIRAS: uma análise do período 2003-2011**

JUIZ DE FORA
2015

MARIA GABRIELA PINHEIRO DUARTE

**CONDICIONANTES DA GERAÇÃO DE CONHECIMENTO NAS UNIVERSIDADES
BRASILEIRAS: uma análise do período 2003-2011**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves
Co-orientadora: Prof^a. Dra. Flávia Chein

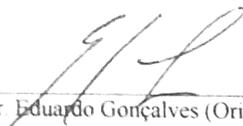
JUIZ DE FORA
2015

MARIA GABRIELA PINHEIRO DUARTE

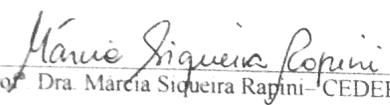
**CONDICIONANTES DA GERAÇÃO DE CONHECIMENTO NAS UNIVERSIDADES
BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE DO PERÍODO 2003 -2011**

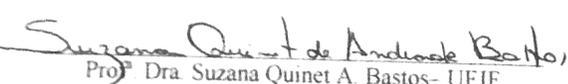
Dissertação apresentada ao Programa
de Pós Graduação em Economia
Aplicada da Faculdade de Economia
da Universidade Federal de Juiz de
Fora como requisito parcial para
obtenção do grau de mestre.

Aprovada em


Prof. Dr. Eduardo Gonçalves (Orientador) - UFJF


Prof.ª Dra. Flavia Lúcia Chem Feres (Co-Orientadora) - UFJF


Prof.ª Dra. Marcia Siqueira Rapini - CEDEPLAR


Prof.ª Dra. Suzana Quinet A. Bastos - UFJF

Duarte, Maria Gabriela Pinheiro.
CONDICIONANTES DA GERAÇÃO DE CONHECIMENTO NAS
UNIVERSIDADES BRASILEIRAS : uma análise do período 2003-2011 /
Maria Gabriela Pinheiro Duarte. -- 2015.
141 p.

Orientador: Eduardo Gonçalves
Coorientadora: Flávia Lúcia Chein Feres
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação
em Economia, 2015.

1. Produção científico-tecnológico. 2. Condicionantes. 3.
Instituições de ensino superior. 4. Modelo binomial negativo.
5. Brasil. I. Gonçalves, Eduardo, orient. II. Feres, Flávia
Lúcia Chein, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, que me ajudou a superar os obstáculos e sempre me ouviu nos momentos de desespero.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Gonçalves, sem o qual este trabalho não teria sido finalizado, um agradecimento especial pelos conselhos indispensáveis e pela paciência.

À minha co-orientadora, Prof^a. Dra. Flávia Chein, pelas contribuições e críticas.

Aos meus pais, Suzana e Guto, por todos os sacrifícios que fizeram para que eu chegasse ao fim dessa jornada e por todo o amor que me proporcionaram. Sem o apoio de vocês não teria conseguido. Também aos meus irmãos, Junior e Bruna, por todos os conselhos, abraços e risadas que me deram ânimo durante esta caminhada.

RESUMO

Estudos sobre a produção científica e tecnológica são importantes em virtude de permitirem o mapeamento dos seus determinantes, auxiliando os dirigentes das instituições de ensino e agências de fomento em suas tomadas de decisão. A produção científica e tecnológica universitária brasileira cresceu substancialmente no período de 2001-2011. O número de publicações científicas cresceu 121,4% e o número de depósitos de patentes 1211,3%. . Neste trabalho foi avaliada a relação entre a produção científica-tecnológica universitária e seus insumos, tendo como unidade de observação as instituições de ensino superior brasileiras. Os principais insumos, utilizados como variáveis explicativas desse estudo, foram idade das universidades, proporção de discentes de cada instituição de ensino, investimentos recebidos, proporção de docentes por alunos matriculados em programas de pós-graduação e a quantidade de programas de pós-graduação nas grandes áreas de conhecimento. São usados modelos econométricos para dados de contagem, como o Binomial Negativo e o Binomial Negativo Inflado de Zeros, assim como o modelo Binomial Negativo de Efeitos Fixos. Os principais resultados mostram que os principais condicionantes da produção científica e tecnológica brasileira são: o tamanho da universidade, a sua natureza pública, a proporção de docentes e alunos de pós-graduação e os investimentos totais e os de auxílio à pesquisa.

Palavras-Chave: Produção científico-tecnológica; Condicionantes; Instituições de ensino superior; Modelo Binomial Negativo; Brasil.

ABSTRACT

Studies on the scientific and technological production are important because they allow the mapping of its determinants, helping leaders of educational institutions and funding agencies in their decision making. The Brazilian scientific and technological university has grown substantially in the 2001-2011 period. The number of scientific publications increased 121.4% and the number of patent applications 1211.3%. . In this work we evaluated the relation between the university scientific-technological production and its inputs, with the observation unit as the Brazilian higher education institutions. The main inputs used as explanatory variables in this study were the age of the universities, the proportion of students from each educational institution, received investments, the proportion of teachers by students enrolled in graduate programs and the number of graduate programs in large areas of knowledge. Econometric models for count data are used, as the Negative Binomial and Negative Binomial Zero inflated , as well as the negative binomial model of fixed effects. The main results show that the main determinants of Brazilian scientific and technological are: the size of the university, its public nature, the ratio of teachers and students graduate and total investments and research support.

Key-words: Scientific and tchnological production; Conditioning; Higher education instituttions; Negative Binomial model; Brazil.

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Introdução | 122 |
| 2. Revisão de Literatura..... | 16 |
| 2.1 O Sistema Nacional de Inovação e o papel das instituições de ensino superior | 16 |
| 2.2 O Sistema Universitário e a Produção de Conhecimento e de Tecnologia..... | 21 |
| 2.3 Estudos Empíricos..... | 28 |
| 3. O Sistema Universitário Brasileiro..... | 37 |
| 3.1 A produção científica e tecnológica | 39 |
| 3.2 O pessoal docente e a população estudantil..... | 50 |
| 3.3 Os investimentos do CNPq nas instituições de ensino superior..... | 51 |
| 3.4 O sistema de pós-graduação..... | 55 |
| 4. Metodologia | 58 |
| 4.1 A Base de Dados | 58 |
| 4.1.1 Estoque de conhecimento científico e tecnológico | 59 |
| 4.1.2 Determinantes da produção conhecimento científico e tecnológico | 60 |
| 4.2 Método | 64 |
| 4.2.1 Modelos econométricos para dados de contagem | 65 |
| 4.2.2 O modelo de Poisson e o Binomial Negativo | 67 |
| 5. Condicionantes da produção científica e tecnológica de universidades no Brasil | 73 |
| 5.1 Resultados para toda a amostra | 73 |
| 5.1 Análise de Robustez: amostra das instituições de ensino públicas..... | 105 |
| 6. Conclusão | 117 |
| REFERÊNCIAS..... | 120 |
| APÊNDICE..... | 130 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 – Produção científica por ano entre 2001-2011 na base de dados <i>Web of Science – Institute for Scientific Information</i> | 40 |
| Gráfico 2 – Evolução das cinco instituições de ensino superior que mais publicaram em números absolutos no período 2001-2011..... | 43 |
| Gráfico 3 – Evolução das cinco instituições de ensino superior que mais publicaram em números per capita no período 2001-2011..... | 45 |
| Gráfico 4 – Evolução ao longo do período 2001-2011 das 5 universidades com o maior número absoluto de patentes..... | 48 |
| Gráfico 5 – Evolução ao longo do período 2001-2011 das 5 universidades com maior número de patentes per capita..... | 49 |
| Gráfico 6 – Valor total dos investimentos aplicados nas instituições de ensino superior entre 2001-2010 em milhares de reais..... | 52 |
| Gráfico 7 – Universidades que receberam o maior aporte de investimento total pelo CNPq no período 2001-2011 em milhares de reais..... | 53 |
| Gráfico 8 – Valor dos investimentos em auxílio pesquisa disponibilizados às instituições de ensino superior pelo CNPq entre 2001-2011..... | 54 |
| Gráfico 9 – Universidades que receberam o maior aporte de investimento em auxílio à pesquisa pelo CNPq no período 2001-2011 em milhares de reais..... | 55 |
| Gráfico 10 – Distribuição dos programas por status jurídico..... | 56 |
| Gráfico 11 - Quantidade de discentes de pós-graduação por nível no período de 2001-2011..... | 57 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 – Produção científica brasileira obtida na base ISI e sua distribuição ao longo do período 2001-2011..... | 41 |
| Tabela 2 – Produção científica nacional obtida na Capes e sua taxa de crescimento no período de 2001-2011..... | 42 |
| Tabela 3 – Total de depósitos de patentes com titularidade de universidades e a taxa de crescimento entre 2001-2011..... | 46 |
| Tabela 4 – Evolução no número de docentes e alunos matriculados em cursos de graduação entre 2001-2011..... | 50 |
| Tabela 5 - Quantidade total de docentes empregados nos programas de pós-graduação e a distribuição entre doutores e não-doutores entre 2001-2011..... | 57 |
| Tabela 6 – Descrição das variáveis empregadas na estimação | 61 |
| Tabela 7 – Matriz de correlação entre as variáveis explicativas..... | 63 |
| Tabela 8: Descrição da variável dependente PUB (produção científica) | 74 |
| Tabela 9: Descrição da variável dependente PAT (depósitos de patentes) | 74 |
| Tabela 10: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo tradicional e inflado de zero. Período: 2003-2011..... | 79 |
| Tabela 11: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo por método em painel de dados. Período: 2003-2011..... | 85 |
| Tabela 12: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico (depósitos de patentes com titularidade das universidades) nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo tradicional e inflado de zero Período: 2003-2011. | 91 |
| Tabela 13: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo por método em painel de dados. Período: 2003-2011..... | 96 |
| Tabela 14: Determinantes da produção de conhecimento científico <i>per capita</i> nas instituições de ensino superior. Estimação por método em painel de dados. Período: 2002011..... | 101 |
| Tabela 15: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior públicas brasileiras. Estimação pelo modelo binomial negativo. Período: 2003-2011..... | 105 |
| Tabela 16: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior públicas. Estimação do modelo Binomial Negativo por método em painel de dados. Período: 2003-2011. | 108 |
| Tabela 17: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo. Período: 2003-2011..... | 110 |
| Tabela 18: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior públicas. Estimação por método em painel de dados. Período: 2003-2011..... | 113 |
| Tabela 19: Determinantes da produtividade científica nas instituições de ensino superior. Estimação por método em painel de dados.. Período: 2003-2011..... | 115 |

1. Introdução

A força do sistema universitário de uma nação é vista por muitos especialistas como uma medida poderosa da sua habilidade em manter a sua posição no ranking de economias globais desenvolvidas ou em se inserir em tal grupo de economias. Tal entendimento é ainda mais atual por conta da sociedade do conhecimento, em que o conhecimento é o principal fator de poder e riqueza, tanto para as organizações quanto para as nações (DRUCKER, 1993).

O sistema universitário tem apresentado um crescimento significativo ao redor do mundo nesses últimos anos, especialmente no número de admitidos nas instituições de ensino superior. Os governos, sejam de países desenvolvidos ou em desenvolvimento, convenceram-se do importante papel econômico que suas respectivas universidades podem desempenhar se desejam que suas nações se tornem economias de conhecimento modernas (BEKHRADNIA, 2004). Apesar disso, o aumento dos investimentos governamentais¹ não acompanhou o crescimento nas taxas de matrículas nas universidades e o investimento por aluno tem apresentado uma queda contínua ao longo dos anos nos países desenvolvidos, como Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, dentre outros.

As sociedades em tais países vêm discutindo até que ponto é benéfico para a economia como um todo o financiamento dessa educação superior. Na opinião de alguns setores da sociedade, os indivíduos que desejam uma educação adicional após o término do ensino secundário deveriam arcar com 100% das suas despesas. O argumento utilizado em favor dessa visão seria que o principal beneficiário seria o estudante que a usufrui, pois seu salário futuro teria um aumento, além do ganho de experiência pessoal adquirida no ambiente universitário. Borland (2002) estimou, para o caso australiano, que o retorno privado médio de uma pessoa que possui um diploma de bacharelado fica em torno de 9% e 15%² na área de humanas e de exatas, respectivamente. Entretanto, mais de um estudo comprovou que a taxa de retorno social da educação é maior do que a taxa de retorno privado da educação superior (BORLAND *et. al*, 2001; ROUND e SIEGFRIED, 1998), o que justificaria o investimento público.

¹ Bekhradnia (2004) salienta que o investimento privado nas universidades, ao redor do mundo, excede em grande magnitude o investimento público.

² As estimações apresentaram alguma variação entre os cursos: os graduados em ciência tiveram uma taxa de retorno estimada de 11%, enquanto os graduados em engenharia uma taxa de 19%.

No caso específico brasileiro, essa não tem sido a realidade encontrada. Com base em dados do INEP (2014), a estimativa de investimento público direto em educação por estudante ao longo do período de 2000-2011, nota-se que o investimento por aluno na educação superior apresentou um aumento de quase 39,62% entre 2003 e 2011.³ Isso aconteceu junto com um grande aumento no número de universidades e faculdades em funcionamento no país.

Trabalhos seminais de autores consagrados como Lucas (1988) e Romer (1990) forneceram a base conceitual para o papel da produção do conhecimento no crescimento econômico de uma nação, nos quais afirma-se que o capital humano seria um insumo essencial para alcançar tal objetivo. Dessa forma, uma das principais missões das instituições de ensino superior é a qualificação da força de trabalho, criando indivíduos altamente qualificados capazes de gerar descobertas científicas para que o avanço do desenvolvimento da economia ocorra (ROSENSTONE, 2004). A universidade se tornou o centro de vários estudos nos anos recentes. Além da qualificação dos estudantes, ou seja, o ensino, a universidade tem encarado uma realidade de “multi-versidades” de funções e missões no século XXI, como, por exemplo, a produção e a disseminação do novo conhecimento, a pesquisa básica e aplicada, a comercialização do conhecimento desenvolvido dentro das instituições, entre outros.

O objetivo das universidades sempre foi a produção de conhecimento, por meio do ensino, da pesquisa e da extensão. Entretanto, atualmente, essas instituições estão desempenhando um papel cada vez mais ativo no desenvolvimento econômico regional, através da inovação e da competitividade.

Segundo Albuquerque *et al.* (2005), tanto universidades quanto instituições de ensino ocupam lugar estratégico nos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI)⁴. Por isso, a importância da pesquisa científica na criação de inovações, fomentando o grau de competitividade de firmas e nações, tem sido cada vez mais reconhecida por todos os setores da sociedade. Nelson (1986) concluiu que as inovações tecnológicas apresentadas no setor privado estavam relacionadas com as pesquisas desenvolvidas nas instituições de pesquisa básica como a universidade.

³ Dados disponíveis em: <<http://www.inep.gov.br>>.

⁴ Uma das definições de um SNI é um conjunto de instituições, atores e mecanismos de um país que resultaram na criação, avanço e difusão das inovações tecnológicas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005).

Os maiores investimentos em projetos de pesquisa e no número de bolsas oferecidas pelas fundações de fomento à pesquisa comprovam essa afirmação. Esse é um fenômeno que vem ocorrendo em países como o Reino Unido (CRESPI, 2007).

No Brasil, as universidades públicas representam o setor que mais investe na geração e no desenvolvimento de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e, em razão desse papel, essas instituições se tornaram o centro das discussões de políticas nacionais na área da ciência e tecnologia (RIBEIRO e HANSEN, 2008). Apesar disso, não se deve ignorar as instituições privadas, especialmente por conta do um forte crescimento que o país tem presenciado do setor privado, que, segundo o Ministério da Educação, corresponde a 70% das matrículas e absorve um contingente expressivo dos alunos de graduação no país.

Os benefícios resultantes dos produtos que a universidade gera para a sociedade, especialmente para o setor produtivo são: geração de informação tecnológica e científica, demanda por equipamentos e instrumentos, formação de capital humano, criação de rede de ciência e tecnologia, e criação de protótipos de novos produtos e processos. Tal variedade de “produtos” da universidade demonstra que, se uma nação almejar um setor industrial forte e independente, deve priorizar a produção científica e tecnológica decorrente do seu sistema universitário.

Por outro lado, não se deve ignorar a pesquisa básica, que é crucial para o avanço do conhecimento humano, o entendimento e a solução de um problema. Logo, essa pesquisa não deve ser negligenciada, pois dela dependerá o futuro da pesquisa aplicada. Entretanto, ela tende a ter sua importância subestimada por diversos agentes da sociedade, sendo colocada em segundo plano quando comparada à pesquisa aplicada, pois seus benefícios práticos não são imediatos e nem ao menos transparentes, e seu valor nem sempre é facilmente determinado (ROSENSTONE, 2004).

Na literatura existente sobre SNI, enfatiza-se a importância das ligações formadas entre os agentes no intuito de aumentar o desempenho inovativo e competitivo nacional. Nesse sentido, o papel das universidades recebe uma atenção especial, pois tanto a criação de conhecimento científico quanto a criação e desenvolvimento de capital humano, formando cientistas e engenheiros para a sociedade, exercem importante papel em sistemas de inovação maduros de países desenvolvidos.

Apesar do crescente prestígio alcançado pelas universidades brasileiras em razão de suas produções científicas e tecnológicas, o Brasil ainda se encontra em um estágio de construção de seu sistema de inovação. Essas instituições públicas desempenham um papel essencial na criação e difusão do conhecimento, tendo em vista que o setor privado nacional possui peso menor, em termos de investimentos em P&D, em relação às empresas privadas de países desenvolvidos. Isso aumenta o papel estratégico do sistema universitário brasileiro dentro da constituição e consolidação do sistema de inovação do Brasil.

Logo, nota-se a importância de aprofundar estudos sobre o desempenho das universidades brasileiras no que tange à sua capacidade de produção científica e tecnológica.

O objetivo desse trabalho é a estimação de uma função de produção de conhecimento para as universidades brasileiras, relacionando insumos da atividade científica, como o total de pessoal acadêmico e administrativo, os investimentos recebidos para o fomento de pesquisa científica, entre outros, ao seu produto, que são as publicações científicas produzidas nessas instituições e as patentes depositadas por elas. Esse objetivo é realizado para o período 2003-2011.

Além desta introdução, esta dissertação está organizada em mais 5 seções. Na seção 2, são apresentados os principais determinantes da aglomeração das atividades econômicas que levariam à concentração de ocupações apontada na literatura teórica e empírica. A terceira seção apresenta uma análise do sistema universitário brasileiro, que através de gráficos e tabelas, ajuda a compreender as características desse sistema. Na quarta são apresentados a base de dados, com a descrição dos dados e das variáveis, a descrição do modelo com as variáveis explicativas incorporadas à estimação econométrica e o método. A seção 5 apresenta os principais resultados econométricos empíricos dos determinantes para a produção de conhecimento científico e tecnológico pelas universidades brasileiras. Por fim, A seção 6 apresenta as conclusões do estudo.

2. Revisão de literatura

O objetivo desse capítulo é apresentar, teoricamente, os principais elementos do Sistema Nacional de Inovação, com ênfase no papel das instituições de ensino superior. Além disso, o capítulo aborda a função de produção do conhecimento no caso de instituições de ensino superior.

2.1 O Sistema Nacional de Inovação e o papel das instituições de ensino superior

O conceito de SNI⁵ teve sua primeira referência explícita publicada em 1987 por Christopher Freeman. Segundo Freeman (1995), o SNI é um arranjo institucional que envolve diversos componentes, como firmas e seus departamentos de P&D, universidades e institutos de pesquisa, instituições de educação, sistema financeiro, setor governamental, entre outros, criando uma rede de informações com a qual se pretende impulsionar o desenvolvimento tecnológico em áreas específicas. São arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial e também com as instituições financeiras, totalizando os agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações.

Albuquerque (1996) conceituou SNI como “uma construção institucional, produto de uma ação planejada e consciente ou de um somatório de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas”, viabilizando dessa forma o funcionamento de fluxos de informação essencial ao processo de inovação tecnológica. Esses fluxos de informação acontecem com a interação entre os agentes desse processo, como: firmas e suas redes de cooperação e interação; universidades e institutos de pesquisa; instituições de ensino; sistema financeiro; sistemas

⁵ Esse conceito expressa o complexo arranjo institucional que impulsionando o progresso tecnológico determina a riqueza das nações. E sendo um conceito que sintetiza a elaboração de uma abordagem teórica, continua em aberto, enriquecendo-se dos avanços teóricos e contribuindo para acrescentar novas questões para a reflexão coletiva (ALBUQUERQUE, 2004).

legais; mecanismos mercantis e não mercantis de seleção; e mecanismos e instituições de coordenação. Esses componentes interagem entre si, articulam-se e possuem diversos mecanismos que iniciam processos de retroalimentação.

Neves (2002) adotou outro termo: Complexo Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, por considerar que ele melhor representa a amplitude do setor de ciência e tecnologia brasileiro, integrado por diferentes órgãos, agências e demais instituições - os quais nem sempre atuam de forma coordenada, tal como ocorre no caso de um sistema. E segundo a autora, o Complexo Nacional Brasileiro apresenta-se, hoje, bastante diversificado, abrangendo diferentes organismos, governamentais ou não, todos atuando na promoção do desenvolvimento científico e tecnológico: os organismos federais e estaduais fomentam as atividades de pesquisa científica, tecnológica e de formação de recursos humanos; e as universidades e institutos de pesquisa, públicos e privados, por sua vez, incubem-se de produzir o conhecimento científico e tecnológico.

Albuquerque (1996) sugeriu uma tipologia para a classificação dos sistemas nacionais de inovação, considerando as características importantes para o surgimento desses sistemas.

A primeira categoria englobaria os sistemas de inovação que possibilitam aos países se manterem na liderança do processo tecnológico internacional, caracterizando um sistema maduro de inovação. Os países capitalistas desenvolvidos apresentam um sistema dessa categoria, maduros e capazes de manter seus respectivos países na fronteira tecnológica (ou muito próxima a essa).

A segunda categoria caracteriza os países que tem como objetivo central dos sistemas de inovação a difusão de inovações. São nações com elevados níveis de dinamismos tecnológicos, tal dinamismo não prova da sua capacidade de geração tecnológica, mas de uma elevada capacidade de difusão. Essa elevada capacidade se relaciona a uma atividade tecnológica interna forte, que torna esses países capazes de absorver criativamente os avanços gerados nos centros mais avançados.

Na terceira categoria se encontrariam os países cujos os sistemas de inovação ainda não se completaram, neles sistemas de ciência e tecnologia já foram construídos sem que se transformassem em sistemas de inovação, de fato. Os países que integram essa categoria são periféricos e semi-industriais, e apresentam uma infraestrutura mínima de ciência e

tecnologia. Em razão dessa pequena dimensão da infraestrutura, da baixa interação com o setor produtivo e a pequena contribuição à eficiência no desempenho econômico do país, Albuquerque (1996) afirma que um patamar mínimo para a presença de um sistema de inovação ainda não foi alcançado.

Neste estudo de Albuquerque, concluiu-se que o sistema de inovação brasileiro era ineficiente, utilizando-se de dois produtos da atividade de inovação: as patentes de invenção, consideradas uma medida do desempenho do setor produtivo, e as publicações científicas, que conseguem identificar melhor o desempenho da infraestrutura pública de pesquisa básica e aplicada. Villaschi (2005) também reafirma a conclusão da ineficiência do país em criar um sistema para promover a atividade de inovação.

A inovação surge da criação, do uso e da incorporação de novos conhecimentos que, por sua vez, originam-se da interação entre diversos atores que compõem um SNI, como governo, estrutura produtiva e infraestrutura científico-tecnológica de um país e é importante que todos eles desempenhem seu papel com maestria (VILLELA e MAGACHO, 2012). O conhecimento científico-tecnológico é um fator competitivo e condição indispensável para a capacidade inovativa; o desenvolvimento de uma inovação é um processo dinâmico e resulta da interação entre diferentes agentes econômicos, pois os novos paradigmas tecnológicos estão permeados por conhecimentos científicos de fronteira. Um desses agentes é a instituição de ensino superior, entendida aqui como uma instituição cujo papel social vai além de formar uma sociedade mais 'iluminada', mas é responsável pelo processo de criação e disseminação, tanto de novos conhecimentos quanto de novas tecnologias, através de pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento e pode ser encarada como agente estratégico para o *catch-up*.

As instituições de ensino superior contribuem para o fortalecimento do sistema de inovação de uma nação ao criarem oportunidades tecnológicas para a indústria, ao fornecerem pesquisadores qualificados para os laboratórios de P&D das empresas, ao aperfeiçoarem técnicas de pesquisa, ao desenvolverem instrumentos científicos e ao fornecerem o conhecimento tácito. De acordo com Catari (2006), o conhecimento científico se destaca entre as principais fontes para o desenvolvimento de oportunidades tecnológicas, mesmo sendo a relação entre ciência e tecnologia complexa, com grandes defasagens temporais e *feedbacks* complicados.

Apesar de as universidades desempenharem mundialmente funções similares dentro dos sistemas de inovação, a importância do papel dessas instituições varia consideravelmente de uma economia para outra, e essa importância é influenciada pela estrutura da indústria doméstica, o tamanho e a estrutura de outros institutos de pesquisa com financiamento público.

Segundo Mowery e Sampat (2002), há diversas maneiras de conceituar a importância da pesquisa acadêmica no SNI. Uma dessas seria o “modelo linear” associado à Vannevar Bush, no qual esse autor defendeu que uma expansão nos fundos públicos destinados à pesquisa básica nas universidades estadunidenses contribuiria para o crescimento econômico da nação, além de argumentar que as universidades seriam os locais ideais para o desenvolvimento da pesquisa básica. O modelo linear propõe que a inovação se inicia com a pesquisa básica, para então utilizá-la para a criação e o desenvolvimento da pesquisa aplicada e, por último, a etapa de produção e difusão da inovação.

Entretanto, esse modelo vem recebendo diversas críticas no mundo acadêmico, as principais e mais genéricas delas por ser um modelo simplista e impreciso. Nesse modelo, o processo de criação de tecnologia seria um processo racional com etapas facilmente reconhecíveis. Ele é visto implicitamente nos modelos *push-pull*, entretanto, não foi suficiente para facilitar a transferência de conhecimento e tecnologia para o setor produtivo, ou seja, o processo não é tão linear e simples como foi proposto inicialmente.

Por isso, novas abordagens têm sido discutidas e aceitas no meio acadêmico para analisar a questão da inovação. Tais abordagens se esforçam em apresentar uma característica mais interativa no processo de inovação, enfatizando uma natureza mais complexa da inovação (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

Outra visão do papel da pesquisa universitária está relacionada com o contraste entre pesquisa acadêmica e industrial. Existem muitos casos de pesquisadores contratados por universidades que fizeram grandes contribuições para o desenvolvimento de tecnologias essenciais para o setor industrial, assim como há diversos exemplos de avanços na pesquisa básica graças aos esforços de cientistas de laboratórios industriais. Entretanto, as normas no ambiente acadêmico diferem bastante do industrial. Para os pesquisadores acadêmicos, o reconhecimento e o avanço profissional dependem essencialmente em ser o primeiro a divulgar a descoberta e publicar os resultados, enquanto a inovação industrial ainda se apoia fortemente no segredo e na limitação da divulgação dos resultados de pesquisa. Essa visão

ilumina a importância de um relacionamento harmonioso entre o setor industrial e as instituições de ensino superior.

Além disso, a inovação está amplamente baseada no conhecimento e no P&D produzidos dentro das universidades. Por isso, o setor privado está cada vez mais interessado em financiar projetos universitários (RIBEIRO e HANSEN, 2008). Mas os motivadores, as barreiras e o desenvolvimento da pesquisa acadêmica são suscetíveis, de acordo com Golish e Besterfield-Sacre (2006). Em um trabalho posterior, Golish, Besterfield-Sacre e Shuman (2008) continuaram os estudos acerca dos diferenciais entre a inovação que acontece no ambiente acadêmico em relação à inovação que ocorre em uma empresa, comparando as variáveis condicionantes do processo de geração de patentes na “academia” e no ambiente corporativo norte-americano. Os autores destacam que os inventores corporativos usam significativamente mais elementos que os inventores acadêmicos para a tomada de decisão sobre o processo de patente.

Entre as diferenças listadas, observa-se o maior interesse manifestado pelos inventores corporativos nos aspectos financeiros. Logo, para a iniciação de um processo inovativo na empresa, é realizado um minucioso planejamento financeiro, com previsão de custos e até mesmo do preço de venda, avaliando dessa maneira a viabilidade do projeto. Já no ambiente universitário, esse estudo inicial não é feito. Muitas pesquisas são iniciadas sem que se observe e perceba a possibilidade de uma patente. Então, o aspecto financeiro não é alvo de grande preocupação e investigação. Além desse aspecto, divergências foram encontradas nas motivações de cada inventor, pois durante o processo, inventores corporativos já estão preocupados com as necessidades e a percepção do cliente, enquanto os inventores acadêmicos enxergam as complicações que surgem ao longo do processo em si. Um tópico que chama a atenção dos autores é o aspecto competitivo, que é citado por quase todos os inventores corporativos, mas por nenhum inventor acadêmico. Com esse estudo, é possível notar que os inventores acadêmicos e corporativos diferem em seus processos de desenvolvimento tecnológico (GOLISH, BESTERFIELD-SACRE e SHUMAN, 2008)

Os governos tanto federal, como estadual e municipal têm fornecido fundos para a pesquisa através de auxílios a projetos que são concedidos em uma base competitiva. Esses investimentos têm como objetivo: investir nos melhores pesquisadores e encorajá-los a se especializarem; e fornecer fundos de pesquisa em áreas de interesse e importância nacionais (DAMKINS e WILLIAMS, 2004).

Um quadro conceitual que vem sendo extensamente difundido entre os estudiosos, interessados no papel da pesquisa acadêmica nas sociedades industriais é o chamado *Mode 2*, identificado por Gibbons *et al.* (1994). Ao contrário do antigo sistema em que as grandes instituições de pesquisa acadêmica ou corporativa tinham pouca ou nenhuma ligação com outras instituições, neste a pesquisa está ligada a um sistema de inovação em *network*, mais interdisciplinar e pluralístico. Segundo os autores, um aumento na diversidade de insumos necessários para a pesquisa científica está associado a uma maior colaboração entre instituições e mais pesquisas interdisciplinares.

Por último, os autores dissertam sobre o modelo *Triple Helix* popularizado por Etzkowitz e Leydesdorff (1997), tal modelo envolve a colaboração entre esferas distintas, entre elas a esfera pública (governo), a privada (empresas) e a acadêmica (universidades e instituições de pesquisa). Nesse modelo, a universidade desempenha uma missão adicional às já convencionais de ensino e pesquisa, tal missão é a de ser um agente ativo no desenvolvimento da economia, seja através da geração de conhecimento científico e tecnológico. O foco do modelo está no aumento da interação entre os atores institucionais dos sistemas de inovação de economias industriais, com atenção especial ao papel das universidades. Na visão dos autores, as universidades atuariam como líder na relação com a indústria e o governo desejando assim incrementar o processo de troca de conhecimento científico tecnológico.

Para Albuquerque *et al.* (2005), firmas que realizaram algum tipo de P&D, consideraram as universidades como uma importante fonte de informação e de conhecimento. Tais firmas podem inclusive utilizar como fonte direta de seu P&D as universidades, através da contratação de serviços de consultoria em P&D.

2.2 O Sistema Universitário e a Produção de Conhecimento e de Tecnologia

As missões que uma universidade desempenha ou pretende desempenhar na sociedade e na economia têm sido em algumas ocasiões subestimadas ou até mesmo desconhecidas por grande parte dos indivíduos. A instituição universidade remonta ao século XIII no continente europeu, e as suas missões tinham um impacto reduzido se comparado com

os impactos que as universidades podem apresentar atualmente, pois a missão de uma universidade deve ser determinada em cada época, respondendo à natureza e às necessidades da sociedade que suporta a instituição (FALLIS, 2004).

A primeira missão que as universidades tiveram e que foi considerada primordial foi o ensino, ou seja, a criação de novos intelectuais e profissionais. A segunda missão que se tornou praticamente intrínseca à primeira é a pesquisa. Por muito tempo, as duas missões anteriores foram os únicos objetivos almejados pelas instituições. Entretanto, nas últimas décadas conscientes da visão das universidades como uma “fábrica de conhecimento” para a nova economia, muitos governos e setores privados tomam as universidades como grandes reservatórios de conhecimento potencialmente comercializável, esperando para serem repassados para firmas, que aplicariam tal conhecimento em produtos e serviços. Espera-se que as universidades possam gerar mais conhecimento aplicado de relevância para a indústria, difundir conhecimento, e fornecer suporte técnico para a indústria. Essa situação tem causado uma crescente pressão sobre essas instituições para que elas desempenhem uma terceira missão, que seria um modelo de universidade mais empreendedor, o que facilitaria a comercialização dos produtos criados no ambiente universitário (MOWERY e SAMPAT, 2002; GULBRANDSEN e SLIPERSAETER, 2007; WOLFE, 2004), ou seja, as patentes universitárias⁶.

Essa terceira missão tem sido intensamente impulsionada por meio de iniciativas governamentais, que buscam estimular o desenvolvimento econômico local com base na pesquisa universitária. Isso pode se dar por meio da criação de parques tecnológicos localizados próximos aos *campi* de pesquisa universitários, da criação e apoio à incubadoras de empresas, além da criação de leis que melhorem a colaboração universidade-indústria e a transferência de tecnologia nos SNI.

Etzkowitz *et al.* (2000), em especial, focaram suas análises na crescente importância das instituições de ensino superior nas novas sociedades dependentes do conhecimento. Os autores concebem o modelo de tripla hélice, que, exposto anteriormente, exemplifica as relações entre o ambiente acadêmico, governamental e industrial. Os autores destacaram que a identificação, a criação e a comercialização da propriedade intelectual tem se tornado objetivo de vários governos para os seus sistemas acadêmicos. O papel das universidades nesse novo

⁶ A expressão patentes universitárias têm sido usadas na literatura para designar patentes geradas em universidades ou com a participação de universidade.

paradigma na sociedade é reforçado, em que essas instituições são os agentes das inovações tecnológicas. Os governos facilitam e incentivam essa transição como uma estratégia de desenvolvimento econômico.

Apesar de toda essa crescente importância, existem críticos desse novo papel que vem sendo designado às universidades. Alguns acadêmicos acreditam que esse novo paradigma acadêmico empresarial ameaçaria a integridade tradicional das universidades (PELIKAN, 1992). Existem aqueles críticos que defendem que as instituições devem resistir ao empreendedorismo (BROOKS, 1993), e outros que o empreendedorismo deveria ser mantido em classes especiais de instituições, temendo que um interesse pecuniário crescente causaria a perda por parte das universidades de seu papel de crítico independente da sociedade (KRIMSKY, 1991). Existe ainda um dilema ético sobre o patenteamento dos resultados de pesquisas financiadas por verba pública ou realizadas em universidades públicas, de acordo com Póvoa (2010): “patentear invenções financiadas por recursos públicos parece ser uma contradição, afinal, os contribuintes já estão pagando para que conhecimentos sejam criados e gerem benefícios para a sociedade”. Apesar das controvérsias, a posição favorável ao patenteamento parece estar cada vez mais difundida entre os pesquisadores, universidades e a sociedade em geral.

Segundo Etzkowitz *et al.* (2000), a universidade empresarial/empreendedora é uma resposta à crescente importância do conhecimento nos sistemas de inovação nacionais e regionais e o reconhecimento de que a universidade é um criativo inventor e agente de transferência tanto de conhecimento quanto de tecnologia.

Várias universidades americanas e europeias assumiram a incumbência de apoiar pesquisadores no processo de patenteamento e começaram a ser vistas como instituições importantes na geração de inovação tecnológica (CHAVES, 2009). Um exemplo clássico de lei com esse fim é o *Bayh-Dole Act*, uma lei norte-americana de 1980 que facilitaria o patenteamento e o licenciamento dos resultados de pesquisas desenvolvidos pelas universidades do país. Entretanto, segundo Gulbrandsen e Slipersaeter (2007), a aprovação dessa lei ainda não apresentou evidências claras de que tenha impactado positivamente na proporção de patentes concedidas às universidades. Pela análise dos autores, a proporção se manteve constante após a aprovação. No Brasil, a promulgação de leis, como a Lei nº 10.973/2004, chamada Lei da Inovação, que facilitam a interação entre universidade e indústria atesta a mudança de atitude também em nosso país.

A produção de conhecimento pelas universidades é um assunto importante em todo o mundo, em razão de duas características fundamentais do conhecimento, a primeira, é o seu baixo custo de reprodução e, a segunda, é a dificuldade em impedir outros agentes da economia de usá-lo. Tais características tornam o conhecimento um bem público e sugerem que os incentivos da estrutura de mercado podem não alcançar um nível socialmente desejável de despesas em P&D. Argumenta-se que esses investimentos podem criar ou subinvestimento ou sobreinvestimento em atividades produtoras de conhecimento (PAKES e ACHANKERMAN, 1984).

A produtividade de diversos setores da economia de um país está relacionada com o estoque de conhecimento disponível, ou seja, a pesquisa é essencial para o crescimento econômico regional e nacional, por meio da inovação industrial. Os pesquisadores, principalmente em áreas como em ciência e engenharia, procuram criar novos conhecimentos por meio da pesquisa acadêmica.

O processo de desenvolvimento científico das instituições de ensino superior resulta em produções de pesquisa acadêmica que podem ser divididas entre: novo conhecimento, recursos humanos altamente qualificados e novas tecnologias.

A primeira produção acadêmica, ou seja, a criação de novo conhecimento, é a que é mais relacionada com o orçamento de pesquisa científica, sendo o resultado da pesquisa básica desenvolvida pelas instituições de ensino superior. Tal pesquisa é composta de artigos, relatórios, ou seja, publicações científicas em geral, que provêm informação científica e tecnológica amplamente utilizada nos gastos de P&D aplicada.

Outro produto “gerado” pelas universidades que possui um impacto na economia em geral é a criação de capital humano capacitado. Sem tal capital, novos empreendimentos e inovações tecnológicas não seriam viáveis. Em um estudo focado no caso particular da Universidade Federal de Juiz de Fora, Gonçalves e Schiavon (2010) concluíram que havia uma estreita relação entre o incremento no número de programas de mestrado e doutorado com o aumento dos indicadores de empreendedorismo acadêmico, sendo uma condição necessária para a consolidação e fortalecimento na criação de novas empresas de base tecnológica na cidade de Juiz de Fora, impactando diretamente na economia da região. Além disso, os autores focaram seus esforços na caracterização e entendimento das iniciativas de suporte ao empreendedorismo de base tecnológica na universidade em questão, como o Programa de Incentivo à Inovação. Este programa estimula o empreendedorismo da região

através do aporte financeiro e suporte gerencial ao projeto com a intenção de fazê-lo progredir do estágio inicial em que se encontra até o mercado de consumo final.

Para autores como Klevorick *et al.* (1995), a maior contribuição das universidades para a sociedade seria a educação de uma nova geração de cientistas (em especial cientistas que trabalhariam no setor industrial) para possibilitar os avanços tecnológicos. Lucas (1988) chega à conclusão parecida com a anterior ao sugerir que as universidades podem incrementar a produtividade local, por meio do aumento na média do nível de capital humano, se a habilidade de se desenvolver e implementar novas tecnologias estiver relacionada com esse nível de capital humano presente na economia.

As novas tecnologias são o resultado da pesquisa universitária que possivelmente têm o impacto mais visível na economia, pois o desenvolvimento de protótipos de novos produtos e processos, e o aperfeiçoamento de equipamentos influenciam diretamente a eficiência de uma firma.

Segundo Hewitt-Dundas (2012), a investigação acerca dos determinantes específicos do patenteamento universitário ainda é escassa. Geralmente, existem várias características que afetam o patenteamento universitário (MOWERY e SAMPAT, 2005; HEWITT-DUNDAS, 2012). Uma característica específica que teve impactos na atividade de patentear é o tamanho de uma universidade, pois universidades maiores tendem a possuir mais recursos para serem utilizados no desenvolvimento de patentes, assim como no desenvolvimento de conhecimento científico como artigos. Por exemplo, Laundry *et al.* (2006) concluíram que o tamanho de uma universidade é um determinante significativo da troca de conhecimento entre universidade-indústria com base em uma pesquisa com 1554 pesquisadores no Canadá. Baseados em dados de patentes universitárias para os Estados Unidos, Bulut e Moschini (2009) e Coupé (2003) descobriram uma influência similar do tamanho de uma universidade no patenteamento da mesma, pois universidades maiores apresentam uma maior estrutura e recebem mais investimentos tanto governamentais, quanto privados. Embora haja tantos resultados que confirmem a importância do tamanho, o trabalho de Fisch *et al.* (2015), ao conduzir uma análise econométrica da atividade de patenteamento das 300 universidades mais importantes do mundo, não encontrou efeito significativo dessa característica sobre o número de patentes.

Segundo Adams (1990), os estoques de conhecimento fundamental, que têm como *proxy* o número acumulado de trabalhos científicos acadêmicos, contribuíram significativamente para o crescimento da produtividade das indústrias dos EUA.

Uma produção científica de peso traz grandes vantagens para o país, já que um sistema de inovação mais desenvolvido fornece o conhecimento necessário para a entrada em indústrias-chaves de determinada economia. Para Albuquerque *et al.* (2005), o conhecimento fornecido pela esfera pública diminuiria esses custos de entrada em setores-chave da economia.

De acordo com Chaimovich (2000), caso as universidades queiram continuar como produtoras de conhecimento, algumas ações deverão ser implementadas, incluindo a expansão no número de matrículas, pois sem o capital humano não há a expansão no conhecimento de uma sociedade, e maiores investimentos em infraestrutura e pessoal capacitado.

A pesquisa acadêmica é estimulada por meio de investimentos diretos ou indiretos nas instituições. Em países da Europa e nos Estados Unidos, esses investimentos não são apenas públicos, mas também podem ser privados e estrangeiros (CRESPI, 2007).

Nos EUA é praticamente uma tradição haver bilionários doando grandes quantias financeiras para o fomento à pesquisa, além de grandes empresas, enquanto no Brasil e em outros países em desenvolvimento, o gasto em P&D científico e tecnológico é majoritariamente financiado pelo setor público, com uma baixa participação de firmas particulares. No caso brasileiro, a pesquisa científica se cria isoladamente do ambiente privado externo.

Segundo Crespi (2007), falta evidência sistemática para explicar como os investimentos de fomento em pesquisa levam a uma maior produção científica e, inclusive, a um melhor desempenho econômico. Grande parte da literatura existente está focada em como os fundos de pesquisa científica se relacionam com as atividades de inovação das firmas, ignorando o problema de como medir a produção científica. A principal razão para esse problema é a dificuldade em se estabelecer um relacionamento causal estável entre os recursos gastos na ciência e a produção científica intermediária.

Abigail e Siow (2003) estudaram o efeito do fundo de pesquisa federal no produto de pesquisa universitário para 68 universidades de pesquisa por 25 anos, utilizando o método da variável instrumental. Foram usadas três medidas do produto da pesquisa: artigos publicados,

citações e número de patentes. Eles encontraram um efeito positivo do fundo de pesquisa na quantidade de pesquisa desenvolvida, de forma que, se houver um aumento de um milhão de dólares, o resultado para a universidade é de 10 artigos e 0,2 mais patentes. Por outro lado, os pesquisadores não obtiveram efeito significativo do fundo de pesquisa em relação à variável qualidade da pesquisa, medida por citações de artigos.

Bonaccorsi e Daraio (2007) concluíram que existem diferentes níveis de produtividade científica em alguns países europeus, dependendo do perfil educacional do país. Em um país em que os investimentos destinados à educação e à pesquisa são uma tradição mais longa e estável, a produtividade será relativamente mais alta, enquanto que em um país que não apresenta essa tradição, ou seja, que o investimento público é recente, essa produtividade será menor, como por exemplo, na Espanha e particularmente em Portugal. O Brasil pode se encaixar no caso dos países ibéricos.

Um estudo dos mesmos autores em países europeus mostrou que nem sempre as universidades mais produtivas, ou seja, com maior número de publicações por pesquisador, são também as maiores produtoras de artigos. Isso acontece porque as universidades com tamanho menor acabam tendo pesquisadores mais produtivos, pois normalmente se encontram em início de carreira e por esta razão precisam ganhar destaque em suas áreas de atuação. Quando conseguem o prestígio profissional é normalmente o momento em que são contratados pelas grandes universidades, e acabam por se tornarem menos produtivos, por acreditarem já terem alcançado seus objetivos de carreira iniciais (BONACCORSI e DARAIO, 2007).

O estoque de conhecimento criado pela pesquisa universitária é basicamente constituído de novos conhecimentos, que não são considerados um produto no atual sistema de contas nacionais (como o investimento físico e softwares), e por isso o resultado direto da pesquisa básica é subvalorizado (GUELLEC; VAN POTTELSBERGHE, 2001).

Mesmo aceitando essa afirmação, não se deve esquecer que o conhecimento é a base para novas oportunidades na pesquisa voltada para uma área mais aplicada, e conseqüentemente modifica a produtividade das indústrias de diversos setores, através dos seus transbordamentos (*spillovers*), que acontecem quando há uma transmissão não intencional do conhecimento acadêmico que acaba por extravasar os domínios das universidades (FALLAH e IBRAHIM, 2004). Deve-se salientar que, a cada interação da instituição com um agente externo, existe uma potencial troca de conhecimento, e se a troca

acontecer intencionalmente será caracterizada como transferência de tecnologia. Contudo, se acontecer sem a intenção da instituição, será um transbordamento.

Além de modificar a produtividade, pode acontecer a criação de *spin-offs* universitários, que é o resultado de ações de indivíduos empreendedores que se arriscam a comercializar uma tecnologia criada em uma instituição acadêmica, por meio da formação de novas firmas (SHANE, 2004).

Klevorick *et al.* (1995) demonstraram empiricamente o papel importante que as universidades e disciplinas científicas desempenham como fonte essencial de “oportunidades tecnológicas”⁷ para a inovação industrial. Segundo o autor, o avanço do conhecimento científico, é o resultado das pesquisas científicas em especial das desenvolvidas pelas universidades, constituindo a fonte mais poderosa e importante de novas oportunidades tecnológicas.

A partir desse estudo para o setor industrial americano, foi possível concluir que o papel desempenhado pela pesquisa universitária sobre o avanço tecnológico das firmas varia. Em indústrias, nas quais a necessidade por um conhecimento em ciências aplicadas e engenharias é maior, a importância das universidades também aumenta. Setores ligados à agricultura, à saúde e à engenharia apresentaram importantes relações com o meio acadêmico.

2.3 Estudos Empíricos

Um grande número de estudos empíricos utiliza a função de produção de conhecimento com diversos objetivos. A função Cobb-Douglas é habitualmente uma das abordagens mais comuns na grande maioria da literatura de produção de conhecimento. Uma função de produção, $Y = F(X, \dots)$, descreve a relação entre os vários insumos (*inputs*) X e o produto (*output*) final Y , ou seja, Griliches (1979), especificou uma função de produção de conhecimento relacionando o produto de pesquisa a um estoque de conhecimento, que, por sua vez, é determinado pelas despesas atuais e passadas em P&D.

⁷ As oportunidades tecnológicas abrangem o “conjunto de possibilidades para o avanço tecnológico” (KLEVORICK *et al.*, 1995, p. 188). Para mais detalhes empíricos sobre esse tema, ler Nelson (1988).

A abordagem da função de produção de conhecimento é especialmente importante para o tema de criação de inovação dentro das firmas. O caso das firmas norte-americanas tem sido estudado exaustivamente na literatura. Pakes e Griliches (1984) analisaram a importância dos gastos feitos por cada firma em seu próprio departamento P&D sobre a criação de conhecimento tecnológico, encontrando uma positiva e forte entre P&D e patentes. A influência dos gastos de P&D sobre o desempenho produtivo das empresas foi verificado por Griliches e Mairesse (1984), ao relacionarem a produção, o emprego e o capital físico e de P&D, concluindo que a produtividade da empresa parecia ter uma forte relação com o nível de investimentos de P&D feitos anteriormente. Na mesma linha de investigação, Mansfield (1984) analisou a relação entre os gastos de P&D sobre a taxa de produtividade das empresas, diferenciando o insumo P&D em interno e externo à empresa, assim como o insumo trabalho e o estoque de capital físico de cada firma, obtendo resultados que comprovaram que os gastos de P&D interno e externo influenciavam a taxa de produtividade das empresas, com coeficiente maior para este último.

Assim como as empresas, as universidades possuem seus produtos, sejam eles conhecimento científico por meio de artigos e publicações, patentes propriamente ditas ou inclusive criando recursos humanos altamente qualificados, que tem sua produção determinada por diversos insumos, como, por exemplo, o investimento em pessoal e pesquisa. Logo, a função de produção de conhecimento pode ser expandida para a as universidades.

No caso de Jaffe (1989), a função de produção foi utilizada para analisar a presença de transbordamentos de conhecimento acadêmico nos estados dos EUA. Em uma função de produção de conhecimento regional, insumos de conhecimento como despesas de P&D, contribuíram para a inovação regional, medida por número de patentes e novos produtos. O uso das patentes como produto nessa situação mostra-se adequado, pois é um indicador quantitativo e direto de invenção ao nível da firma. Entretanto, assim como há vantagens em seu uso, há também desvantagens: i) nem todas as inovações desenvolvidas em uma firma são patenteadas; ii) essas patentes diferem em seus impactos econômicos. Apesar de tais desvantagens, o uso de patentes para analisar a produção de conhecimento é muito popular entre os pesquisadores.

Em outra função de produção de Cobb-Douglas estimada por Mansfield (1984) para o setor industrial norte-americano, a variável dependente é dada pelo valor adicionado por uma determinada firma no período t , ao passo que as independentes são o insumo trabalho das

indústrias, o estoque de capital físico e dois tipos de capital de P&D (básico e aplicado). Tal função foi estimada para o período de 1948-1966.

A principal conclusão do autor nesse trabalho foi desenvolvida a partir do coeficiente significativo da variável da pesquisa básica. A partir de tal coeficiente, afirma-se que quanto maior a proporção de pesquisa básica (pesquisa em conjunto com o meio acadêmico) gasta por determinada empresa, maior será a produtividade total do setor industrial e maior a produtividade da pesquisa aplicada nesse setor. Tal conclusão confirma a importância que a interação entre universidade-empresa traz para a produtividade de uma firma.

Guellec e Van Pottelsberghe (2001) buscaram confirmar ou não a relação entre o P&D e a produtividade da economia de 16 países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Tal estudo utilizou uma função de produção simples de Cobb-Douglas, na qual se estimou a ligação entre a produtividade total dos fatores da indústria e entre as variáveis que representam os estoques de capital de P&D: os negócios domésticos, os estrangeiros e o total de P&D público. Conclui-se que o P&D público total é benéfico para a economia, especialmente em razão da participação das universidades na pesquisa pública, pois são responsáveis pela pesquisa básica, fator essencial para a produtividade industrial. Em segundo lugar, houve um impacto significativo de P&D desenvolvida em outros países⁸ sobre a produtividade de países pequenos e menos desenvolvidos, pois em tais países há um menor número de pesquisadores, tornando o processo de P&D mais internacionalizado.

A grande controvérsia em torno da função de produção de conhecimento é quanto à especificação da “medida de capital de conhecimento” (*knowledge capital*) e sobre que variáveis devem ser incluídas como produtos de pesquisa (variável Y na função). Novamente de acordo com Griliches, três problemas deveriam ser levados em conta com relação à medida de capital de conhecimento:

i) O fato que o processo de pesquisa leva tempo e as despesas em P&D atuais podem não afetar instantaneamente a medida da produção de pesquisas a não ser que tenha se passado alguns anos;

⁸ O P&D internacional apresenta muitas maneiras para que o seu resultado (novas tecnologias) consiga ultrapassar as fronteiras e possa ser usado por empresas de diferentes países. Essas empresas podem comprar patentes, licenças ou *know-how* das firmas estrangeiras; podem observar a concorrência e utilizar a engenharia reversa; além de outras maneiras.

ii) As despesas em P&D anteriores se depreciam e se tornam obsoletas e, por essa razão, o estoque líquido de conhecimento, como medida de capital, não é igual ao nível bruto de recursos atuais investidos na sua expansão e;

iii) O conhecimento disponível para pesquisa atual não é apenas derivado de seu próprio investimento em P&D, mas também é afetado por outros investimentos em P&D em outras unidades de pesquisa através do processo de transbordamento (*spillover*) de conhecimento.

A abordagem mais tradicional tem sido modelar as despesas de P&D passadas usando a função linear “ad hoc” em forma de U. Tal abordagem foi feita por Adams e Griliches (1998) e por Crespi e Geuna (2004).

Para Crespi (2007), uma situação mais complicada era decidir o que incluir entre as medidas de produto da pesquisa universitária. O autor afirma que a pesquisa não é o único produto da educação superior, o ensino, como alunos de mestrado e doutorado, assim como os diplomas, desempenham um papel importante no crescimento econômico.

O autor encontrou retornos decrescentes de P&D universitário. Quando Crespi considerou P&D (estoque) com outros insumos de pesquisa como os funcionários acadêmicos e administrativos, constatou-se um retorno decrescente de escala. Isso demonstra que a concentração de recursos em grandes unidades de pesquisa não leva necessariamente a um aumento da produtividade de pesquisa universitária.

Quando Crespi (2007) utilizou como variável dependente todos os produtos possíveis de pesquisa, como publicações, artigos em periódicos, livros, capítulos de livros e outros, o autor chegou à conclusão que bolsas de pesquisa são mais benéficas para a produção de artigos científicos, enquanto os recursos internos da universidade, como pessoal administrativo, são mais importantes para os outros tipos de produções, como a quantidade de patentes que cada universidade possui e citações obtidas pelos artigos dos docentes. Outro resultado, ao utilizar todas as produções de pesquisa como variável dependente, foi que a desvantagem em produtividade das ciências sociais desapareceu.

Bolli e Somogyi (2011) analisaram o impacto que financiamentos públicos e privados causam na produtividade dos departamentos de universidades públicas e instituições de pesquisa da Suíça, através do uso de uma função de produção, na qual a variável dependente foi representada pelo número de publicações científicas e variáveis explicativas

como total de docentes, orçamento total por empregado, além de variáveis *dummies* para a definição dos campos científicos. Conclui-se que, tanto a participação do financiamento público, quanto a do privado, resultaram em incrementos na produtividade das universidades.

Gurmu, Black e Stephan (2010) priorizaram a estimação de uma função de produção de conhecimento para as patentes licenciadas pelas universidades dos Estados Unidos durante o período de 1985-1999 em cinco campos de conhecimento: engenharia química, ciência da computação e comunicação, ciências biológicas ou medicina, engenharia ou física e além de outros. Entre os insumos utilizados por eles estão: os gastos em P&D, o tamanho do corpo docente (quantidade de professores empregados), e o número de alunos de doutorado e pós-doutorado matriculados nos campos de conhecimento delimitados, além de variáveis binárias relativas à existência ou não de um escritório para transferência de tecnologia e se a universidade é pública ou privada.

Concluiu-se que os gastos em P&D e a presença de um escritório para a transferência de tecnologias são positiva e significativamente relacionados à produção de conhecimento, medida pela quantidade de patentes. Com relação aos insumos dos recursos humanos, as patentes se mostraram positiva e significativamente relacionadas ao número de alunos de doutorado e pós-doutorado. Em relação à natureza jurídica da universidade, as privadas se mostraram mais produtivas, em termos de indicadores de patentes, que as públicas, nos Estados Unidos.

Uma análise adicional feita pelos autores diz respeito à importância de estudantes estrangeiros nos cursos de doutorado e pós-doutorado para a produtividade das suas respectivas universidades, ou seja, definir se todos os estudantes contribuiriam igualmente para a atividade inovativa (patentes) ou se existiria um efeito diferencial dependendo do status do visto de permanência no país. Concluiu-se que existiria esse efeito, pois pós-doutorandos com visto temporário apresentaram uma relação clara e forte com o número de patentes. Por outro lado, estudantes de doutorado não apresentaram tal relação quando a questão do visto foi analisada.

Uma função de produção foi estimada por Chellaraj, Maskus e Mattoo (2008), na qual estudantes de pós-graduação, tanto estrangeiros quanto cidadãos estadunidenses, são o principal insumo da produção de patentes tanto nas universidades quanto no setor industrial. A conclusão encontrada foi que os estudantes de pós-graduação estrangeiros apresentam um

efeito positivo e significativo na produção de patentes, tanto na equação das universidades quanto na do setor industrial. O período de análise desse trabalho foi de 1963-2001.

Os autores Whalley e Hicks (2013) analisaram em seu artigo a importância do investimento (gasto) em pesquisa para a produção de novo conhecimento nas universidades americanas, através de uma abordagem de variáveis instrumentais. Como já comentado anteriormente, artigos e publicações científicas não são os únicos resultados da produção de conhecimento e, por isso, os autores também utilizam como produto as patentes universitárias e suas citações. As principais conclusões encontradas são que existiu um forte efeito desses gastos na pesquisa básica (artigos), mas tal efeito não foi encontrado no impacto que esse conhecimento apresenta na academia, ou seja, não houve um efeito positivo sobre a quantidade de citações que esses artigos tiveram. Assim como não foram encontradas evidências de que os gastos com pesquisa afetariam a produção de conhecimento aplicado, causando uma diminuição na quantidade de patentes concedidas às universidades. Logo a existência de um *trade-off* entre pesquisa básica e aplicada não foi corroborada. Além dos resultados já expostos, os autores concluíram que os efeitos dos gastos de pesquisa foram similares quando se diferenciou as universidades em públicas e privadas.

David (2013) utilizou uma base de dados com apenas universidades de grande prestígio na atividade de pesquisa dos Estados Unidos para investigar os determinantes da produção de pesquisa. O autor descobriu que o tamanho da instituição, a receita da mesma e a parte dessa receita que é utilizada como gasto em pesquisa aumentam significativamente a habilidade de uma instituição de criar pesquisa acadêmica de alto nível.

Uma função de produção de conhecimento regionalizada foi utilizada para analisar a inovação em regiões europeias, por Charlot, Crescenzi e Musolesi (2012). Os autores também consideraram a influência da vizinhança regional, em termos de P&D e capital humano, a fim de explicar o nível de patenteamento regional. Além de adicionarem mais duas variáveis, uma delas é o nível externo de conhecimento e a outra que mede as características não observáveis das firmas que variam no tempo que facilitam a geração, absorção e difusão do conhecimento. Os autores concluem que o capital humano apresentou um impacto positivo e significativo, enquanto o P&D não teve um impacto tão claro. Por outro lado, o nível de P&D em regiões vizinhas apresentou um efeito positivo importante.

No intuito de analisar os sistemas regionais de inovação, dois artigos utilizaram de modo semelhante à função de produção de conhecimento, utilizando a análise fatorial⁹ para definir quais os melhores fatores a serem utilizados como insumo na função.

No artigo de Buesa *et al.* (2006), abordou-se o caso da Espanha, através das suas 17 regiões ou comunidades autônomas. Foram inicialmente coletadas 60 variáveis sobre as firmas e sua relação com o sistema regional de inovação, a infraestrutura de suporte à inovação, o desempenho público ligado à inovação e o ambiente regional e nacional para a inovação. Ao se utilizar a análise fatorial, foram encontrados quatro fatores: fator de ambiente regional e produtivo para a inovação; de serviço civil; do papel das firmas inovativas; e do papel das universidades. Tais fatores poderiam explicar de modo satisfatório a atividade inovativa espanhola, que teria como *proxy* o número de patentes *per capita*. As conclusões encontradas foram que todos os fatores testados foram significativos e apresentaram um impacto positivo na criação de conhecimento nas regiões. Os fatores de ambiente regional e produtivo e o papel das universidades foram os que mais se destacaram.

O segundo artigo de Buesa, Heijs e Baumert (2010) reproduziu a análise para as regiões europeias. Os autores produziram um banco de dados em painel, com um período de abrangência de seis anos. A variável dependente era patente sendo que em um primeiro modelo utilizou-se o número total, enquanto em um segundo modelo as patentes *per capita*. As conclusões foram similares tanto quando se utiliza o total de patentes ou quando se usa patentes *per capita* como variáveis dependentes. Todos os aspectos: ambiente nacional, ambiente regional, firmas inovativas, universidades e P&D advindo da administração pública foram estatisticamente significativos, entre eles o que apresentou a maior influência foi o ambiente regional, criado a partir das variáveis de número de doutores na região, produto interno bruto da região, dentre outros. A principal diferença entre as duas regressões foi que, quando a patente foi utilizada em seu número total, os fatores de universidades e administração pública se mostraram não significativos. E quando significativos, esses foram os fatores com os menores valores aqueles com os menores coeficientes. Os autores explicam esse papel marginal das universidades na produção de conhecimento por conta dessa variável

⁹ É um método de estatística multivariada, cujo objetivo é definir a estrutura subjacente em uma matriz de dados, a fim de reduzir um vasto conjunto de variáveis num pequeno número de fatores que podem ser considerados como hipotéticos ou variáveis não observáveis, que resumiria uma capacidade explicativa do conjunto original de variáveis. Assim a possibilidade de multicolinearidade entre os fatores tende a ser reduzida (MINGOTI, 2005).

expressar a importância relativa dessas instituições na região, enquanto em outros estudos é uma importância absoluta, pois se utiliza o P&D universitário absoluto.

Fisher e Varga (2002) investigaram o efeito da pesquisa universitária do ano de 1991 na contagem de patentes de 1993 em 72 distritos políticos austríacos, assumindo uma defasagem de dois anos. Aplicando uma abordagem de econometria espacial, os resultados mostraram evidência de transbordamentos de conhecimento universitários à produção de conhecimento regional.

Apesar de não serem diversos os estudos, alguns pesquisadores têm procurado investigar os determinantes da produção de conhecimento científico industrial, ou seja, o conhecimento básico criado pelas empresas privadas ou pelo setor industrial. Adams e Clemmons (2006) investigaram o papel da pesquisa básica e dos *spillovers* de P&D da indústria na produção de conhecimento científico ao nível setorial. Usando artigos como produto científico, eles apresentaram evidência de que o estoque de P&D da indústria, assim como transbordamentos acadêmicos e industriais, tem um efeito positivo e significativo na produção do conhecimento científico. Medindo o efeito pela elasticidade de artigos científicos com respeito ao fluxo de pesquisa básica, foi encontrado, entre outros resultados, que a elasticidade do transbordamento acadêmico excedia a elasticidade do transbordamento industrial e do estoque de P&D industrial, demonstrando a importância do conhecimento criado dentro das instituições de ensino superior. Em um trabalho relacionado, Adams e Clemmons (2010) estimaram uma função de produção para a ciência industrial ao nível da firma. Eles consideraram além do estoque de pesquisa básica da própria firma, o estoque de conhecimento externo (isto é, universidades e pesquisas científicas antigas de outras firmas) como determinantes da produção científica da firma. As conclusões que eles tiraram foi que o conhecimento externo importa mais do que o conhecimento interno nessa produção científica da firma, e que o conhecimento vindo diretamente das universidades importa mais do que o conhecimento que tem como fonte outras firmas. E por fim, os autores descobriram que o papel do conhecimento externo na produção da ciência industrial aumenta com a agregação para o nível da indústria.

Seguindo esse tema, Cincera e Dratwa (2011) também investigaram os determinantes da produção científica das firmas nos países da União Europeia, utilizando como produto os artigos científicos publicados por elas e seus pesquisadores através do uso de um dos modelos para dados de contagem, Binomial Negativo. Foram diversas as variáveis explicativas

utilizadas que poderiam afetar essa produção, como o tamanho do estoque de P&D, a participação em coautorias com empresas nacionais, empresas estrangeiras, universidades nacionais e internacionais; número de citações que os artigos receberam, além de outras variáveis de controle como *dummies* setoriais e de países. Os autores concluíram que o tamanho do P&D das firmas tem um impacto significativo na publicação de conhecimento científico das firmas e que a colaboração com as universidades também possui impacto significativo na publicação.

3. O Sistema Universitário Brasileiro

Por meio da leitura da seção anterior, a importância de um sistema universitário sobre o desenvolvimento é inegável. Nessa seção, o sistema universitário brasileiro é descrito e analisado, a fim de se verificar se este possui condições de colocar o Brasil na vanguarda do desenvolvimento científico-tecnológico.

A educação superior no Brasil se constitui de um sistema complexo e diversificado de instituições públicas e privadas com diferentes tipos de cursos e programas, incluindo vários níveis de ensino, desde a graduação até a pós-graduação *lato e stricto sensu*. “A proficiência brasileira atual, no campo científico, caracteriza-se pela constituição de importante infraestrutura científica, tecnológica e educacional, bem como pelo amplo e qualificado sistema de pós-graduação (SOARES, 2002, p. 23)”.

Historicamente, o sistema universitário brasileiro demorou a tomar forma. Segundo Fávero (2006), até a década de 1960, as universidades brasileiras se desenvolveram de modo pontual em relação ao seu início no século 19. Diversos foram os pontos que movimentos estudantis e estudiosos citavam para exemplificar a “crise da Universidade”, como a falta de autonomia e autoridade por parte das universidades, processos técnicos e administrativos atrasados, universidades pouco eficientes e produtivas, e outros. Somente com a Reforma Universitária de 1968, o ambiente universitário começou a apresentar políticas que modificariam e modernizariam o ensino superior no País.

Até a reforma de 1968, as instituições de ensino superior se restringiam a uma agregação de poucas faculdades profissionais, que eram as responsáveis pela formação de professores e em poucos casos, por pesquisa.

Em 1968, o governo criou um Grupo de Trabalho que se encarregaria “(...) estudar a reforma da Universidade brasileira visando à sua eficiência, modernização, flexibilidade administrativa e formação de recursos humanos de alto nível para o desenvolvimento do país” (RELATÓRIO DO GRUPO DE TRABALHO, 1968, p.15).

A questão da eficiência e produtividade das universidades foi especialmente discutida por esse grupo, e as seguintes medidas foram implementadas: sistema departamental, extinção da estrutura de cátedras vitalícias importada da Europa; unificação do

vestibular; implantação do sistema de créditos e a matrícula por disciplina, assim como a carreira do magistério e a pós-graduação, criando-se cursos regulares de mestrado e doutorado (FÁVERO, 2006; SCHWARTZMAN, 2008).

Apesar da intenção inicial de melhorar o ambiente universitário algumas dessas medidas se mostraram problemáticas ao longo do tempo. Como exemplo, podem-se mencionar os casos em que o departamento se torna um espaço de alocação burocrático-administrativa de docentes, tornando-se, em alguns casos, um fator inibidor da produção de conhecimento coletivo (FÁVERO, 2006).

Antes da reforma, a pesquisa científica brasileira estava concentrada em alguns centros governamentais de pesquisa aplicada, mas após a mesma esse papel é tomado pelos programas de pós-graduação, principalmente a partir da década de 1990 e 2000. Logo um dos resultados positivos da reforma foi uma pós-graduação forte, que ocupou e continua ocupando um papel de destaque nessa nova fase do sistema universitário brasileiro.

Outra mudança vista no ambiente universitário brasileiro ocorreu em 2007 com o lançamento do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Brasileiras (Reuni), que tem por objetivo o acesso e a permanência no ensino superior, o aumento da qualidade dos cursos e melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos das universidades participantes desse programa (BATISTA, 2013). Tal programa teve um efeito positivo no número de alunos matriculados no nível de graduação e inclusive a produtividade acadêmica das universidades.

Alguns estudos foram conduzidos na literatura nacional, com o intuito de analisar e de descrever o sistema universitário brasileiro. O estudo de Façanha e Marinho (2001) apresentou resultados sobre o desempenho relativo de organizações de ensino superior do Brasil, utilizando uma base empírica de 1995-1998, focando nas instituições de ensino superior governamentais e particulares com relação à eficiência das atividades de graduação. Com base na metodologia da análise envoltória de dados (DEA), na qual variáveis como alunos matriculados e total de docentes com doutorado se tornaram *outputs*, concluiu-se que as instituições federais obtiveram aumento de eficiência no período de 1995-1998, apesar de não serem tão eficientes como as estaduais e privadas, tal aumento estaria associado a uma recomposição drástica da força de trabalho, como a diminuição de servidores e o acréscimo de docentes em tempo integral. Em estudo anterior, Façanha e Marinho (1999) procuraram discutir e analisar a questão da distribuição de recursos públicos entre as instituições federais

de ensino superior brasileiras por meio da mesma metodologia, recursos esses que devem ser utilizados para o custeio da estrutura física da instituição e do custeio em pessoal, para contribuir ao pleno funcionamento da instituição. O resultado encontrado foi a ineficiência do modelo de alocação, o qual não leva em consideração as diferenças em qualidades, avaliando de modo equivocado a eficiência de algumas universidades. Santos (2013) apresentou resultados que se opõem aos anteriores, onde as instituições federais são de fato eficientes, e que necessitam de mais autonomia, pois carecem de uma política de financiamento sustentável para que possam atender suas demandas e para a expansão de suas atividades.

A produção científica nacional foi abordada em mais de um artigo na última década, com especial atenção para a questão da não homogeneidade entre as regiões brasileiras, pois a produção se concentra principalmente na região Sudeste e na região Sul do país (LETA; CRUZ, 2003; MENEGHINI, 2005; GREGOLIN, 2005). Em geral, há estudos de universidades específicas, como Faria e Medeiros (2005) que abordam o caso da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e Targino e Caldeira (1988) o caso da Universidade Federal do Piauí (UFPI), ou estudos que abordam áreas específicas, como Lima (1993) para o setor agrícola e Issler e Pillar (2002) para a área de economia.. Em geral, usam-se dados da base *Web of Science – Institute for Scientific Information (ISI)* para analisar a produção científica universitária desde 1970, segundo Morel e Morei (1977). Em comum, esses estudos indicam maior importância da produção científica brasileira ao longo dos anos.

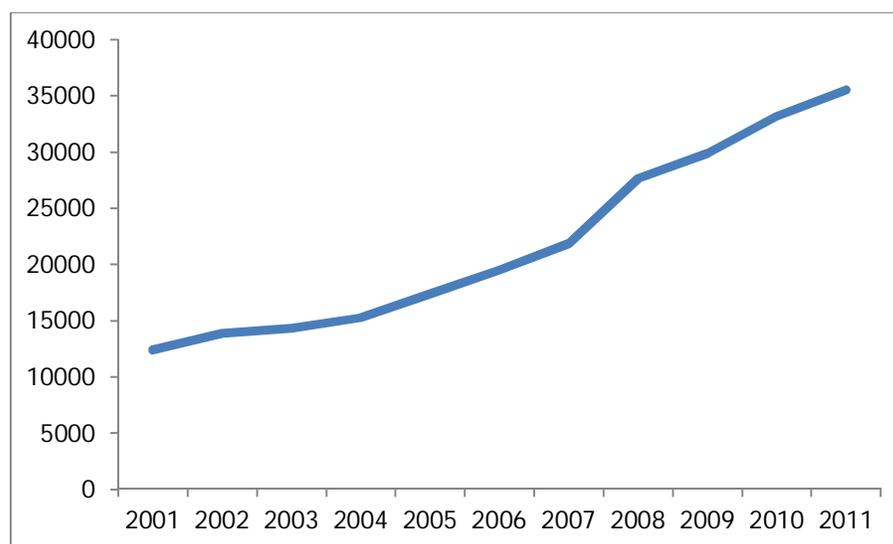
3.1 A produção científica e tecnológica brasileira no período 2001-2011

No gráfico 1 abaixo, observa-se a produção de artigos alcançada pelas universidades brasileiras entre os anos de 2001-2011, feito através de uma tabulação de dados da base (ISI)¹⁰. Apesar do crescimento da produção não ter sido intenso, ele foi constante. Em todos

¹⁰ Ressalta-se que essa base de dados não abrange o conjunto da produção científica brasileira, mas tão somente o que foi publicado em periódicos que a integram. Nesse sentido, o ISI padece de um viés que privilegia a produção científica seja norte-americana ou de outros países desenvolvidos. De qualquer modo, a sua utilização é interessante por possibilitar a visualização da produção científica brasileira no contexto internacional (MOREL e MOREI, 1979).

os anos analisados, a quantidade de artigos aumentou em relação ao ano anterior. Entre 2007 e 2008, o aumento foi de 26,4%, passando de 21.876 para 27.648 publicações, como mostrado na tabela 1. O crescimento dos artigos publicados em periódicos reconhecidos internacionalmente foi de 187,4% entre o início e o final do período analisado. Enquanto o crescimento médio ficou em torno de 11,3% no período de 2001-2011.

Analisando os dados coletados dessa base, pode-se concluir que o Brasil vem aumentando seu alcance no mundo acadêmico-científico internacional, em decorrência de fatores como a expansão da pós-graduação e o aumento dos investimentos em P&D (LETA e CRUZ, 2003; MEIS, ARRUDA e GUIMARÃES, 2007). Mas, segundo Corbucci (2007), uma questão preocupante é a não transformação desse conhecimento em aplicações produtivas. Tal conclusão é corroborada, segundo o autor, pela baixa quantidade de patentes obtidas por cidadãos brasileiros nos Estados Unidos (IPEA, 2005), desproporcionalmente menor que o número de artigos indexados junto à base ISI.



Fonte: *Web of Science* (2014). Elaboração própria.

Gráfico 1 – Produção científica por ano entre 2001-2011 na base de dados *Web of Science – Institute for Scientific Information*

No período, o total de artigos indexados foi de 240.733 (tabela 1), sendo que 15% destes tiveram como ano de sua publicação 2011, enquanto o ano com menor participação foi o ano de 2001, com apenas 12.356 artigos publicados. Esses dados corroboram a conclusão

dos estudos anteriores de que a produção de publicações no Brasil tem apresentado um aumento significativo ano após ano. Para Leta *et al.* (2013), esse desempenho brasileiro é o resultado de uma combinação de fatores, incluindo o investimento contínuo do setor público na qualificação do capital humano e o desenvolvimento de uma infraestrutura que atenda melhor a demanda por pesquisa e ensino em geral, especialmente nos institutos de pesquisa e universidades públicas.

Tabela 1 – Produção científica brasileira obtida na base ISI e sua distribuição ao longo do período 2001-2011

| Ano de publicação | Número de artigos indexados à base ISI | Participação em relação ao total do período |
|-------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|
| 2001 | 12356 | 5% |
| 2002 | 13884 | 6% |
| 2003 | 14275 | 6% |
| 2004 | 15237 | 6% |
| 2005 | 17355 | 7% |
| 2006 | 19489 | 8% |
| 2007 | 21876 | 9% |
| 2008 | 27648 | 11% |
| 2009 | 29896 | 12% |
| 2010 | 33205 | 14% |
| 2011 | 35512 | 15% |
| Total | 240733 | 100% |

Fonte: elaboração própria.

Esses não são os dados utilizados nas regressões do presente estudo, por conta da baixa representatividade da produção científica brasileira nos periódicos indexados pelo ISI, isso porque ainda é baixo o número de periódicos nacionais indexados, e buscando assim reduzir o tamanho da “ciência invisível” existente no país (MENEZHINI, 1977). Se o objetivo fosse uma análise comparativa da produção científica internacional, o ideal seria a utilização dessa base de dados.

Na tabela 2, observam-se dados da produção científica nacional entre 2001 e 2011 que foram encontrados nos Cadernos de Indicadores Capes e que possuem a vantagem de não subestimar a produção brasileira como os dados da base ISI subestimam.

Tabela 2 – Produção científica nacional obtida na Capes e sua taxa de crescimento no período de 2001-2011.

| Ano | Produção científica da base Capes | Taxa de crescimento em relação ao ano anterior |
|------|-----------------------------------|------------------------------------------------|
| 2001 | 184843 | - |
| 2002 | 208164 | 12,6% |
| 2003 | 233832 | 12,3% |
| 2004 | 243125 | 4,0% |
| 2005 | 255102 | 4,9% |
| 2006 | 276765 | 8,5% |
| 2007 | 298711 | 7,9% |
| 2008 | 295360 | -1,1% |
| 2009 | 342070 | 15,8% |
| 2010 | 374185 | 9,4% |
| 2011 | 409185 | 9,4% |

Fonte: dados da pesquisa (CAPES).

Analisando a tabela 2, conclui-se que o ano com a maior taxa de crescimento foi o de 2009, onde 342.070 publicações foram produzidas e publicadas. Enquanto a menor taxa é encontrada no ano de 2008, sendo esta inclusive negativa (-1,1%). O número de publicações de 2001 para 2011 mais que duplicou passando de 184.843 em 2001 para 409.185 no último ano, um crescimento de 121,4%. E o crescimento médio ao longo dos anos foi de 8,4% ao ano.

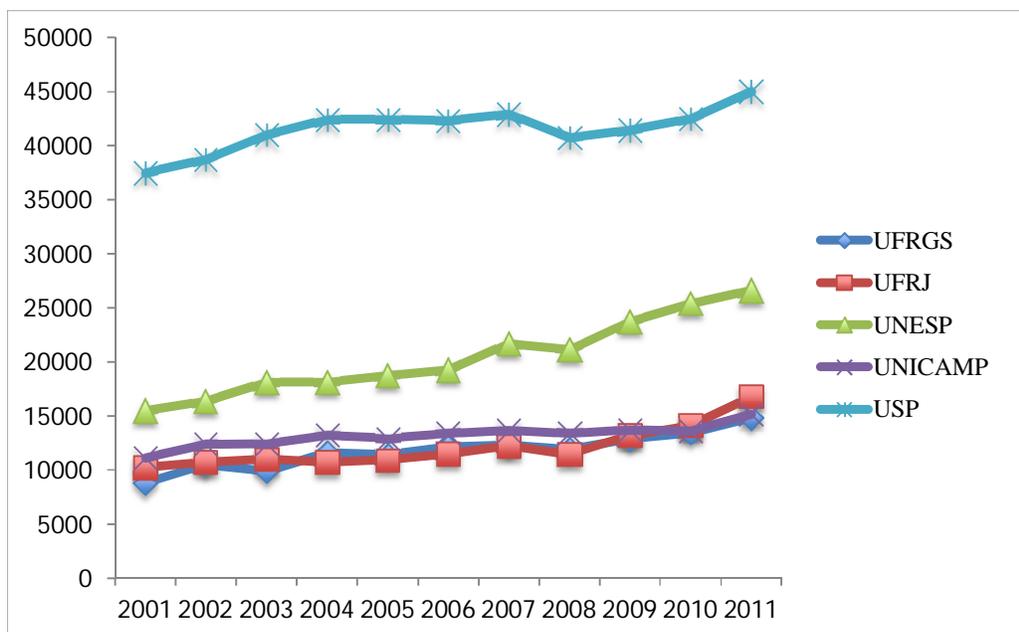
No gráfico 2, é possível observar a evolução na quantidade de publicações entre as cinco universidades que mais publicam no país, em números absolutos. Durante todo o período, a USP permaneceu na liderança, comprovando o seu grande prestígio e importância no sistema universitário brasileiro. Em seguida, aparece a UNESP, com um número menor de publicações, e por fim, a UNICAMP, a UFRGS e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com valores próximos entre si.

Em um estudo que abrange o período 2002-2006 e utiliza a base internacional ISI, Cruz (2011) lista exatamente as mesmas cinco universidades como as instituições que mais contribuíram para a produção científica brasileira.

A lista das cinco universidades confirma a predominância das regiões Sul-Sudeste na produção científica nacional, particularmente no estado de São Paulo. As instituições de ensino superior paulistas USP, UNICAMP e UNESP possuem uma orientação para a produção científica competitiva internacional e absorvem os melhores alunos de graduação,

por conta do ingresso nessas universidades serem extremamente concorrido, além de uma grande parcela dos pós-graduandos brasileiros (CRUZ, 2013), fato confirmado por Chiarini e Vieira (2012) ao investigarem a produção de artigos científicos indexados brasileira para 2007. Segundo Medeiros e Faria (2007) a predominância científica do Sul e do Sudeste é associada à infraestrutura instalada de P&D, ao maior volume de investimentos e ao maior número de cursos de pós-graduação, em 2011 cerca de 68% desses cursos se encontravam em uma dessas regiões.

A concentração da produção científica em determinada região não é recente e tampouco exclusividade brasileira, ocorrendo também, por exemplo, nos Estados Unidos e em outros países (DE MEIS e LETA, 1996).



Fonte: dados da pesquisa (CAPES).

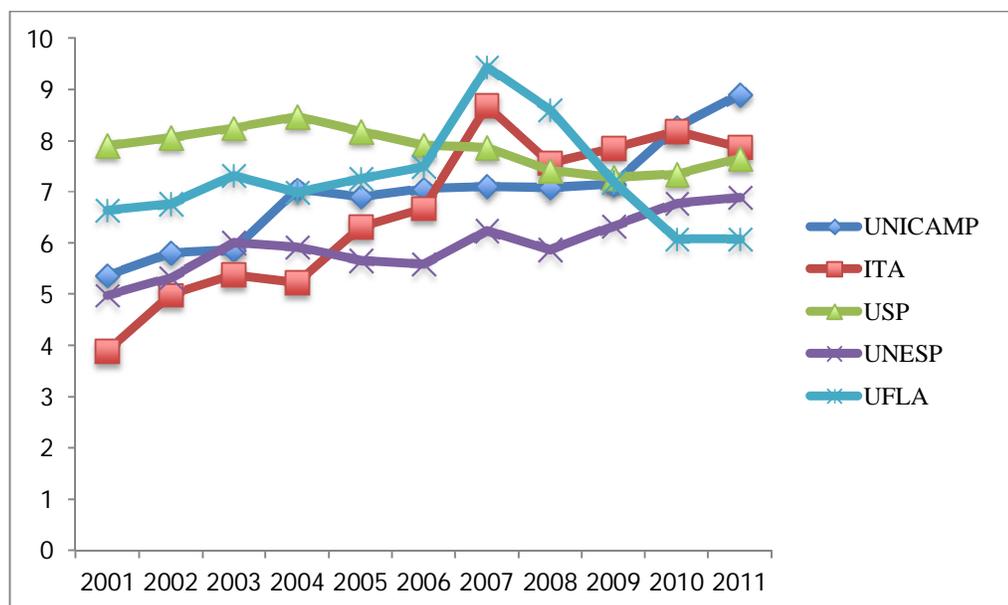
Gráfico 2 – Evolução das cinco instituições de ensino superior que mais publicaram em números absolutos no período 2001-2011.

Ao se analisar a questão pelo lado da publicação *per capita* (por docente), por meio do gráfico 3, as conclusões são outras. Utilizando-se da mesma abordagem anterior de listar as cinco universidades com mais publicações, é possível notar que do ponto de vista qualitativo não existem grandes mudanças, já que três das cinco universidades listadas

anteriormente entre as que mais publicam continuam na lista. São elas: UNICAMP, que em 2011 apresentou o maior valor de 8,9 publicações por docente, mas que teve oscilações no período, ficando inclusive em quarto nesse ranking em 2007 e 2008; USP, que foi a instituição que se consolidou nos primeiros seis anos do período como a mais produtiva (os valores de publicações *per capita* encontrados para os anos entre 2001 e 2007 variam de 7,7 a 8,6); e a UNESP, que iniciou o período em terceiro lugar, com 5 publicações por docente aproximadamente, mas que aumentou seu indicador até 2011.

Essas conclusões são especialmente relevantes ao confirmarem, ao menos em uma análise descritiva simples, que três das maiores e mais prestigiosas universidades são as mais produtivas não apenas em números absolutos, mas também em números relativos. As instituições de ensino superior mencionadas, como UNICAMP, USP e UNESP, possuem mais de 1.700 docentes. A USP, por exemplo, chega a ter em seu quadro docente 5.885 profissionais.

Issler e Pillar (2002) ao avaliarem a produção científica internacional dos departamentos de economia do Brasil, ainda que seja um objetivo diferente do presente trabalho, apresentaram resultados importantes com relação à produção *per capita* e divergentes dos comentados no parágrafo anterior. As instituições com os departamentos mais produtivos para o período de 1995-2001 foram: a Fundação Getúlio Vargas (FGV), a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), a USP, a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Universidade de Brasília (UNB). Os dois primeiros postos sendo ocupados por instituições privadas demonstram que, ao menos em economia, a “pesquisa de ponta” não é feita em universidades públicas, mas ao contrário é feita hegemonicamente em instituições privadas.



Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 3 – Evolução das cinco instituições de ensino superior que mais publicaram em números per capita no período 2001-2011.

As duas novas instituições nessa lista foram o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA). O ITA apresentou uma evolução interessante, pois iniciou o período em quinto lugar com 3,9 publicações *per capita*, aproximadamente, e terminou em segundo no ano de 2011 ao alcançar 7,9 contra 8,9 da UNICAMP. A situação do ITA demonstra que nem sempre as maiores instituições são as mais produtivas. Em comparação com o resto do universo universitário público brasileiro, o ITA tem um quadro docente tímido, com uma média de aproximadamente 141 docentes, ou seja, apesar do menor número de professores/pesquisadores a instituição tem uma produtividade elevada.

A UFLA mostra-se como a mais produtiva instituição de ensino superior brasileira em 2007, ao produzir 9,5 publicações por docente, seguida pelo ITA com 8,7 publicações. Semelhante ao ITA, a UFLA possui um quadro docente pequeno se comparado com as instituições de maior prestígio no país com 366 profissionais. Nos anos seguintes, à medida que procurava aumentar seu corpo docente, a instituição apresentou quedas constantes desse indicador, não sendo capaz de manter a mesma produtividade.

Apesar da crescente importância da pós-graduação brasileira, a pesquisa, assim como na América Latina, é principalmente acadêmica, e sua ocorrência fica restrita a determinados departamentos e instituições que são na maioria das vezes voltadas à formação profissional e que apresentam fracos vínculos com a economia e a sociedade em geral (SCHWARTZMAN, 2008).

Quando a questão envolve a produção tecnológica criada pelas instituições de ensino superior, a situação brasileira se torna mais concentrada em apenas algumas instituições e com um número menos abrangente se comparado com a produção científica brasileira no mesmo período.

Com dados obtidos através do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)¹¹, a tabela 3 mostra o forte crescimento das patentes em que o depositário era uma instituição de ensino durante os anos de 2001-2011. O ano que apresentou a maior contagem foi o último analisado, no qual 813 depósitos de patentes foram contabilizados. Entretanto, foi em 2002 em que a taxa de crescimento foi mais acentuada, aumentando em 180,6% em relação à 2001, mais que dobrando a quantidade de patentes (de 62 patentes em 2001 para 174 em 2002). Já o menor acréscimo foi encontrado no ano de 2005, do ano de 2004 para o seguinte o número de patentes subiu apenas 5,6% (indo de 252 patentes para 266).

Tabela 3 – Total de depósitos de patentes com titularidade de universidades e a taxa de crescimento entre 2001-2011.

| Ano | Depósitos de Patentes com titularidade de universidades | Taxa de crescimento em relação ao ano anterior |
|-------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 2001 | 62 | - |
| 2002 | 174 | 180,6% |
| 2003 | 215 | 23,6% |
| 2004 | 252 | 17,2% |
| 2005 | 266 | 5,6% |
| 2006 | 283 | 6,4% |
| 2007 | 409 | 44,5% |
| 2008 | 436 | 6,6% |
| 2009 | 472 | 8,3% |
| 2010 | 556 | 17,8% |
| 2011 | 813 | 46,2% |
| Total | 3938 | - |

Fonte: elaboração própria com base em dados do INPI.

¹¹ <http://www.inpi.gov.br>

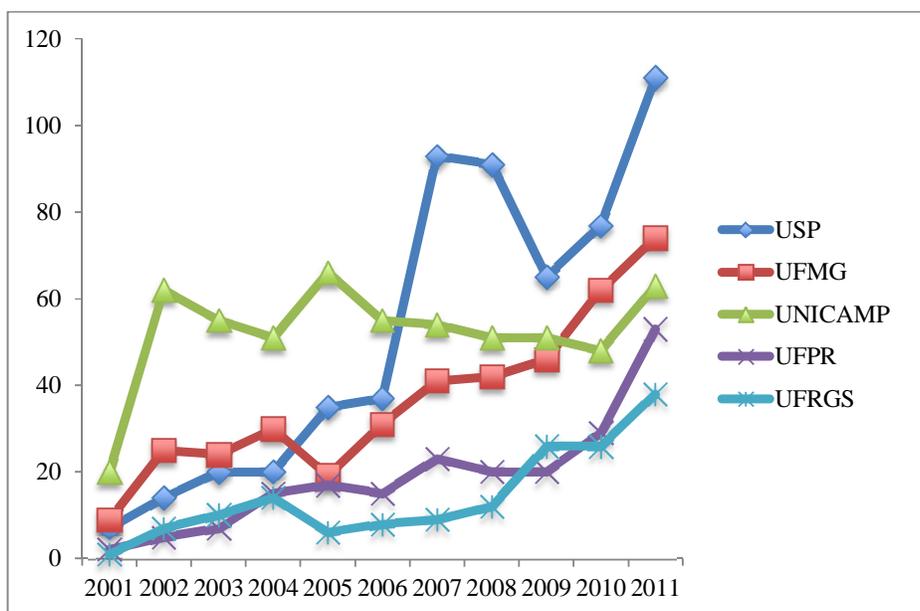
Considerando a taxa de crescimento média no período de 35,7%, observa-se que a criação de conhecimento aplicado está em destaque no País, apesar de ainda ser desproporcional em relação ao conhecimento científico, exemplificado pelas publicações. Essa evolução vem sendo documentada por alguns autores na literatura, como Póvoa (2008) com uma análise do período de 1979-2004 e Assumpção (2000) no período 1990-1999. Outro ponto importante a ser considerado é a aprovação pelo Congresso em dezembro de 2004 da Lei da Inovação (Lei n.º 11.196, de 21 de dezembro de 2004) que tinha o intuito de facilitar o envolvimento de pesquisadores em instituições de ensino superior com atividades de pesquisa empresariais (SCHWARTZMAN, 2008).

A promulgação dessa Lei ajudou a determinar as regras com relação à participação dos criadores da tecnologia nos ganhos econômicos resultantes da proteção da propriedade intelectual, por estimular acordos e parcerias entre universidades e empresas e pela instalação e aperfeiçoamento dos núcleos de inovação tecnológica. A responsabilidade pela gestão de sua política de inovação, pela avaliação de suas atividades de pesquisa e por acompanhar todo processo inovativo, promovendo e gerenciando a parceria universidade-empresa. Logo, este pode ser outro fator a ter alavancado o aumento dos depósitos de patentes universitárias a partir de 2007.

As cinco universidades que apresentaram a atividade inventiva mais ativa ao longo do período foram: a Universidade de São Paulo (USP); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Universidade de Campinas (UNICAMP); Universidade Federal do Paraná (UFPR); e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Entre elas, a instituição que teve um crescimento significativo no período foi a USP, que em 2001 se encontrava em terceiro lugar entre as instituições de ensino que mais patenteavam (com 7 depósitos de patentes em que era titular naquele ano), vale ressaltar que a USP possui um núcleo de inovação e tecnológico mais antigo do país, podendo contribuir para esse salto no número de depósitos de patentes. No resto do período analisado, essa instituição se torna a maior detentora de depósitos de patentes no INPI, com o menor patamar em 2009, mas retornando o crescimento no ano seguinte, como se observa no gráfico 4.

Oliveira e Nunes (2011) também analisaram a evolução dos depósitos de patentes por parte das universidades para o período 1990-2010, e o *ranking* de depositantes construído pelos autores é similar ao encontrado no presente trabalho, exceto pela UFPR que não

conseguiu um posto entre as cinco maiores depositantes no período, sendo seu lugar ocupado pela UFRJ. Segundo os autores, o fato das cinco maiores depositantes serem públicas destaca a importância das diretrizes e políticas públicas governamentais no âmbito do ensino e da pesquisa. Constatação relevante é a existência de três instituições da região Sudeste na lista, o que pode revelar uma concentração do conhecimento e expertise na região mais rica do Brasil, tanto do ponto de vista industrial quanto da qualidade do ensino e da pesquisa e da qualificação e quantidade de docentes.



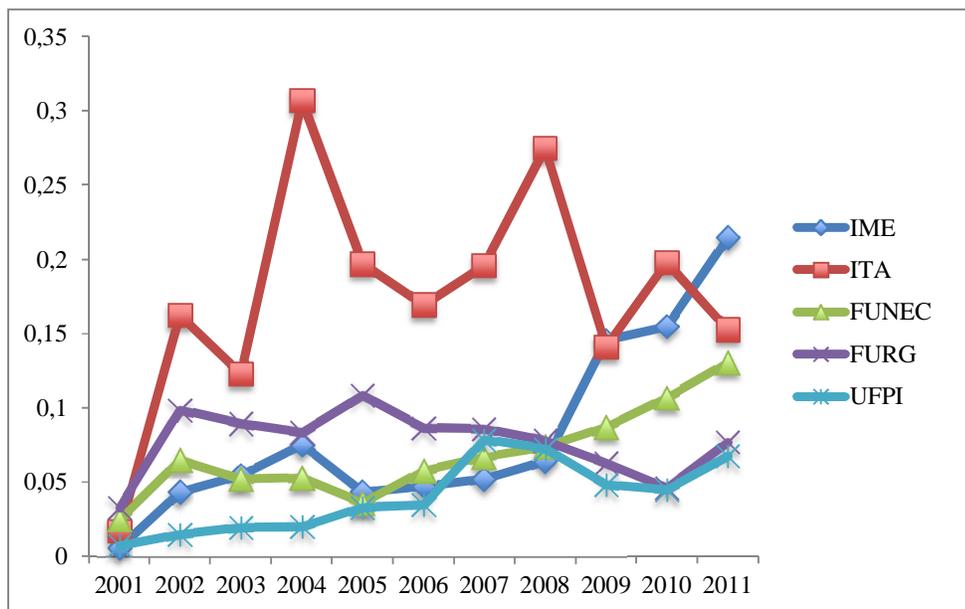
Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 4 – Evolução ao longo do período 2001-2011 das 5 universidades com o maior número absoluto de depósitos de patentes.

No gráfico 5, pode-se observar a evolução dos depósitos de patentes *per capita* no período. É possível notar pelo gráfico que os valores são bem menores se comparados com publicação *per capita*. Além disso, há uma maior oscilação nos valores, especialmente dos valores associados ao ITA, que durante a maior parte do período foi a instituição mais produtiva em relação às patentes, atingindo 0,31 patente por docente, em 2004.

As outras instituições listadas como as maiores produtoras de patentes por docente entre 2001 e 2011 foram o Instituto Militar de Engenharia (IME), a Fundação de Ensino de Contagem (FUNEC), a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e a Universidade

Federal do Piauí (UFPI). O IME foi uma instituição com uma evolução significativa, pois iniciou a década com um baixo valor de 0,005 patentes por docente e em 2011 se tornou a maior produtora de patentes *per capita*, com um valor de 0,22, ultrapassando o ITA.



Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 5 – Evolução ao longo do período 2001-2011 das 5 universidades com maior número de depósitos de patentes per capita.

Após a análise da produção de conhecimento científico e tecnológico produzida nessa seção, pode-se observar o domínio das instituições públicas nessas atividades. Segundo Chiarini e Vieira (2012, p. 13), “(...) as universidades não formam um grupo homogêneo de criação de conhecimento, havendo universidades mais intensivas na geração e produção de conhecimento científico e tecnológico que outras. No entanto, categoricamente, pode-se afirmar que, no Brasil, instituições privadas de ensino superior que se dedicam à pesquisa científica são raras exceções, ficando a produção de conhecimento científico a cargo principalmente das universidades públicas.”

3.2 A evolução do pessoal docente e a população estudantil no período 2001-2011

Tanto os docentes quanto os discentes de graduação são os principais atores da educação superior, e por isso são insumos importantes na criação de conhecimento científico e tecnológico por parte das instituições de ensino superior.

Na tabela 4, os dados relativos à população discente, matriculada em cursos de graduação nas universidades brasileiras, revelam um crescimento expressivo. Isso denota o fortalecimento das políticas educacionais, aumentando o número de vagas já existentes e através de novas universidades e faculdades. Entre os anos de 2001 e 2011, houve uma expansão de 44,4% no conjunto de matrículas no nível de graduação do ensino superior, enquanto a média de crescimento do período alcançou 3,8%. Essa taxa de crescimento é útil para se comparar com o crescimento observado na década de 1990 de mais de 80%, tal crescimento foi liderado principalmente pelo ensino superior privado, que se beneficiou da crescente demanda por vagas em cursos superiores que não estava sendo plenamente satisfeita pelo sistema público (CORBUCCI, 2007). Soares (2002) encontrou um crescimento de 95% entre 1991-2000 ao adicionar os níveis de mestrado e doutorado, comprovando que houve uma política de expansão de em todos os níveis de estudo no ensino superior. Portanto, conclui-se que o sistema de ensino superior tem apresentado um dinamismo importante, respondendo ao aumento da demanda do crescente número de egressos do ensino médio (SOARES, 2002).

Tabela 4 – Evolução no número de docentes e alunos matriculados em cursos de graduação entre 2001-2011.

| Ano | Docentes | Alunos matriculados na graduação |
|------|----------|----------------------------------|
| 2001 | 152451 | 2014401 |
| 2002 | 158048 | 2223269 |
| 2003 | 165412 | 2366479 |
| 2004 | 170700 | 2461097 |
| 2005 | 172044 | 2546223 |
| 2006 | 173520 | 2579838 |
| 2007 | 180470 | 2627128 |
| 2008 | 179417 | 2652708 |
| 2009 | 191767 | 2694934 |
| 2010 | 197053 | 2838330 |
| 2011 | 201134 | 2908198 |

Fonte: elaboração própria, com base em dados do INEP (2014).

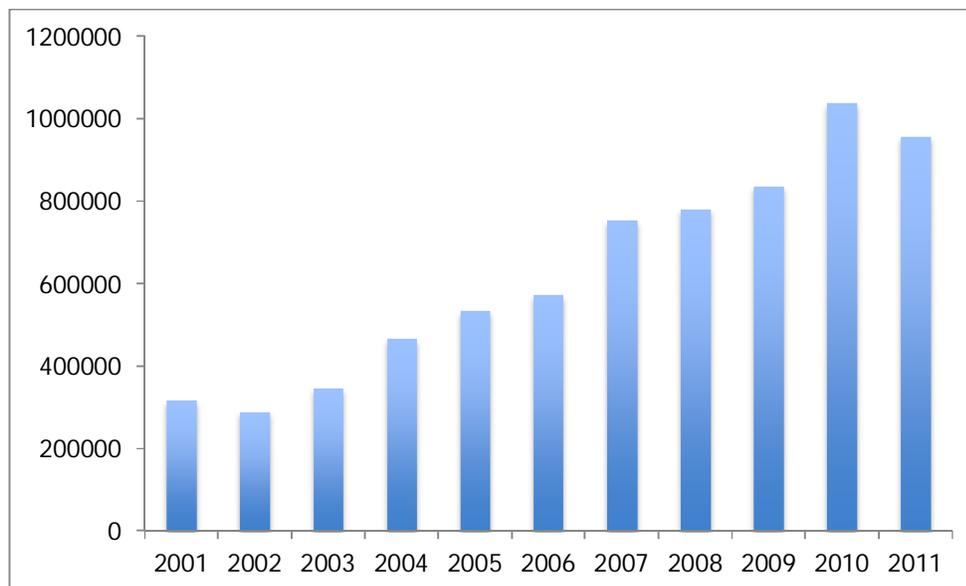
A capacidade de produção de conhecimento científico pode ser avaliada pela qualidade dos recursos humanos. Segundo a tabela 4, o corpo docente universitário brasileiro cresceu de 152.451 em 2001 para 201.134 professores no ano de 2011, representando uma taxa de expansão de 31,9% no seu pessoal, ainda assim foi um crescimento abaixo do verificado entre os estudantes e abaixo do crescimento experimentado na década de 1990 de 50% (SOARES, 2002).

3.3 Os investimentos do CNPq nas instituições de ensino superior

Os dados sobre investimento se dividem em auxílio em pesquisa, bolsas de mestrado, bolsas de doutorado e as bolsas PIBIC e demonstram que durante os anos tem-se apresentado uma tendência de crescimento do montante de investimento dessa agência de fomento à pesquisa nas instituições de ensino superior, apesar de pequenas quedas no total de investimento em alguns anos (gráfico 6). O ano em que o maior montante de investimento é observado foi em 2010, com valor de R\$ 1,4 bilhões; enquanto o menor é visto no ano de 2002, R\$ 289 milhões.

As bolsas PIBIC têm sido um importante investimento para o futuro do sistema universitário brasileiro, pois de acordo com o relatório institucional do CNPq (2013, p. 56):

Os ex-bolsistas do PIBIC demoram 1,2 ano para o ingresso no mestrado, após a conclusão da graduação, contra 6,8 anos daqueles que não tiveram nenhum tipo de bolsa; 75% dos egressos do PIBIC que ingressam no mestrado são selecionados para receber bolsa CNPq ou Capes; 61% dos bolsistas do PIBIC publicaram como autor ou coautor; o programa estimulou o envolvimento de novos pesquisadores na atividade de formação; o PIBIC tem contribuído para a diminuição das disparidades regionais na alocação de bolsas de iniciação científica.



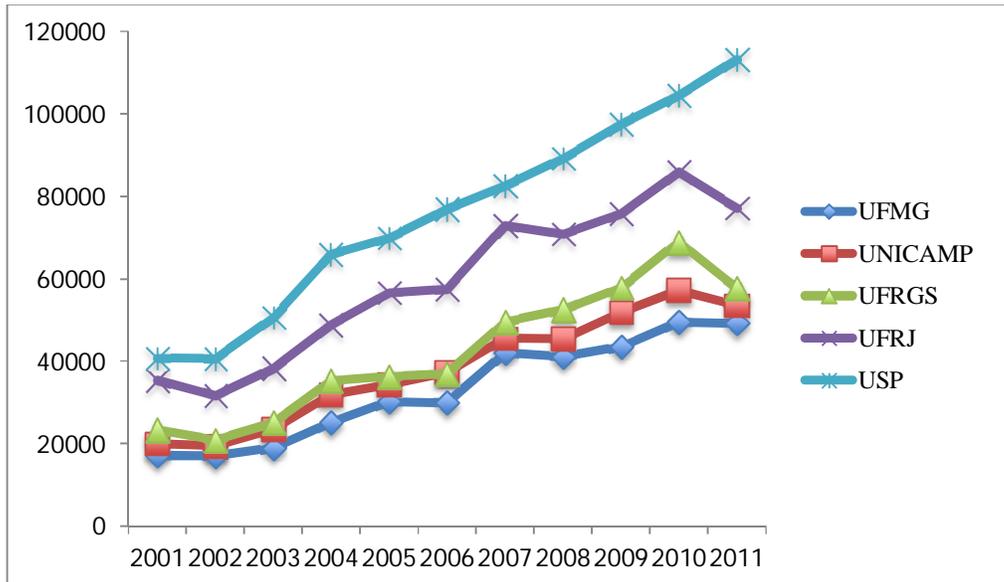
Fonte: elaboração própria.

Gráfico 6 – Valor total dos investimentos aplicados nas instituições de ensino superior entre 2001-2010 em milhares de reais¹².

No gráfico 7 abaixo, observa-se que as cinco universidades apresentaram uma forte tendência de crescimentos nos investimentos. A USP é a universidade que mais recebeu investimentos do CNPq em todos os anos analisados, com o maior valor observado no ano de 2011 mais de 100 milhões de reais (R\$113.223.430), em seguida aparece a UFRJ que em 2010 teve o seu maior investimento (R\$85.894.020), e então UFRGS, UNICAMP e UFRJ que tiveram seus maiores investimentos em 2010, R\$68.982.380; R\$57.152.370; e R\$49.503.530, respectivamente.

Ao observar os valores pagos com investimento em pesquisa para o ano de 2000, Schwartzman (2002), formulou a mesma lista de universidades, coincidindo com o entendimento generalizado de que essas universidades são as de melhor qualidade de pesquisa em suas respectivas esferas. Este é um forte indício da correta alocação de recursos pelas agências de fomento, no que tange ao critério de mérito. Mas também levanta a hipótese de favorecimento por parte das universidades federais, por tais fontes de recursos serem acessíveis a apenas cientistas de pesos e não há outros membros acadêmicos.

¹² Valores correntes para cada ano.



Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 7 – Universidades que receberam o maior aporte de investimento total pelo CNPq no período 2001-2011 em milhares de reais¹³.

Quando se considera apenas os investimentos do tipo auxílio em pesquisa, os dados apresentados no gráfico 8 a seguir mostram que em alguns anos houve aumento no montante desse investimento, enquanto em outros houve uma queda desse montante. Os anos com o maior valor investido e o menor foram os mesmos apresentados para o investimento total, ou seja, 2010 se apresentou como o ano com maior investimento em auxílio em pesquisa no período (R\$ 368.381.530,00) e 2002 o ano com menor investimento (R\$ 49.051.660,00). Apesar de apresentar o menor valor, não é o ano de 2002 que apresenta a menor taxa de crescimento do período, essa taxa foi encontrada em 2011 com um crescimento negativo de 36,9%, enquanto em 2002 essa taxa foi de -34,5%. Já a maior taxa de crescimento foi observada em 2007, com 111,5%, ou seja, mais que dobrando esse investimento de um ano para o outro.

¹³ Valores correntes para cada ano.

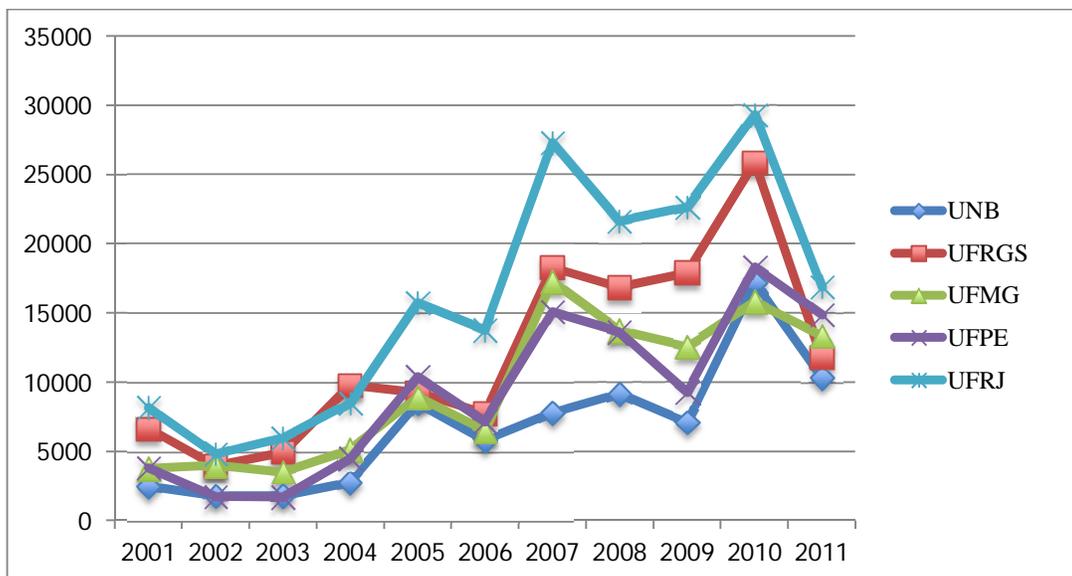


Fonte: elaboração própria.

Gráfico 8 – Valor dos investimentos em auxílio pesquisa disponibilizados às instituições de ensino superior pelo CNPq entre 2001-2011¹⁴

No gráfico 9 a seguir, pode-se analisar a evolução desse tipo de investimento nas cinco universidades que mais receberam em auxílio à pesquisa ao longo do período. Observa-se que nessa variável há uma maior oscilação, não se observa uma tendência óbvia de crescimento nos valores, mesmo na instituição que apresenta os maiores montantes de investimento do período: UFRJ. No início da década, não há uma universidade que se destaque, mas a partir de 2005 a UFRJ começa a exercer esse papel. Algo interessante de se notar é a ausência tanto da UNICAMP quanto da USP nesse ranking, principalmente considerando que as duas estão presentes na lista de maiores receptoras de investimento total.

¹⁴ Valores correntes para cada ano.



Fonte: dados da pesquisa.

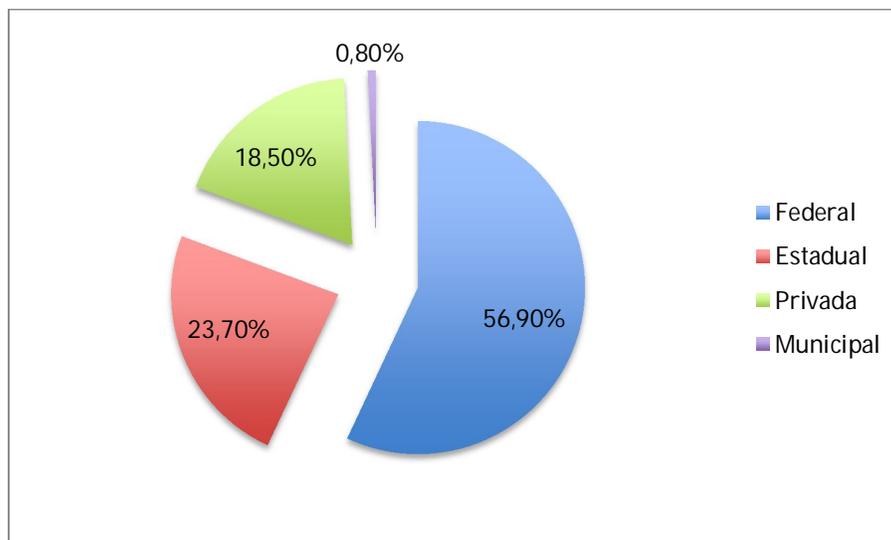
Gráfico 9 – Universidades que receberam o maior aporte de investimento em auxílio à pesquisa pelo CNPq no período 2001-2011 em milhares de reais¹⁵.

3.4 O sistema de pós-graduação

De acordo com Martins (2002), o Brasil construiu um sistema de pós-graduação que constitui da parte mais exitosa do seu sistema de ensino, sendo inclusive exemplo a ser seguido por outras nações que almejam uma pós-graduação de qualidade e excelência. A pós-graduação é o nível de ensino mais diretamente associado ao desenvolvimento científico do país, tanto por constituir um *locus* importante de pesquisa, quanto por formar os novos pesquisadores (CRUZ, 2011).

Ao contrário da graduação, a pós-graduação encontra-se concentrada nos estabelecimentos públicos de ensino superior. Apenas 18,5% dos programas de pós-graduação no ano de 2011 se encontravam em instituições de ensino superior privadas, enquanto que o restante 81,5% se dividiam entre instituições federais, estaduais e municipais (GEOCAPES, 2014), como pode-se notar pelo gráfico 10 a seguir:

¹⁵ Valores correntes para cada ano.



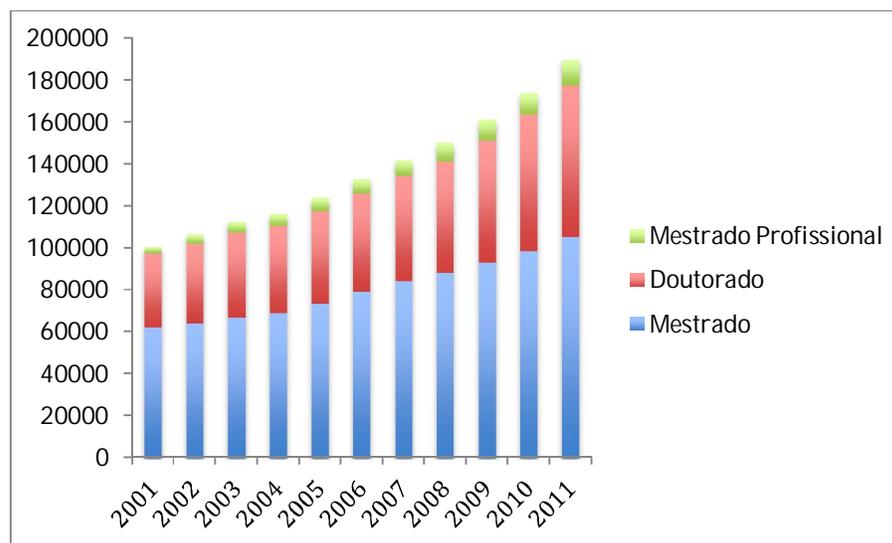
Fonte: GEOCAPES (2014).

Gráfico 10 – Distribuição dos programas por status jurídico.

No gráfico 11, é possível observar a evolução na quantidade de discentes de pós-graduação e a distribuição destas entre os níveis de mestrado, doutorado e pós-doutorado, e notar uma clara tendência de crescimento nesses números de estudantes. O nível de mestrado é o que possui a maior quantidade de discentes, em todos os anos mais de 55% das vagas em programas de pós-graduação no país são destinadas a esse nível.

Ainda que haja uma distribuição maciça dos discentes ao nível do mestrado, foram os estudantes dos programas de doutorado que apresentaram as maiores taxas de crescimento. Em 2010 e 2011, o número de doutorandos era de 64.588 e 71.890 e crescimento nesses anos foi de 11,52% e 11,31%, respectivamente. Enquanto as maiores taxas de crescimento dos estudantes mestrandos foram vistas no ano de 2005, em que alcançou 7,11% e, em 2011, 6,72%. O crescimento médio no período foi de 5,38% para os alunos de mestrado e 7,45% para os de doutorado. Soares (2002) demonstra em seu estudo que essa tendência de fortalecimento da pós-graduação já estava se apresentando na década de 1990, pois o aumento do número de pós-graduandos entre o ano de 1991 e 2000 foi 89%.

A pesquisa domiciliar do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra um número de estudantes de pós-graduação muito maior, em torno de 527 mil. Esta diferença ocorre pelo fato de que o ensino superior privado é muito maior que o público, o qual também tem desenvolvido um amplo segmento de cursos de MBA e especialização.



Fonte: Geocapes (2014).

Gráfico 11 - Quantidade de discentes de pós-graduação por nível no período de 2001-2011.

Ao se analisar a tabela 5, observa-se que o crescimento no número de alunos matriculados nos programas de pós-graduação foi acompanhado pelo aumento do número de docentes nesses programas, em sua maioria doutores. O total de docentes no período 2001-2011 apresentou um crescimento de 97,8%, acompanhado de uma maior qualificação desses docentes, pois em 2011 o percentual de doutores entre esses profissionais alcançou 99,4% em oposição ao percentual de 98,8% do início do período.

Tabela 5 - Quantidade total de docentes empregados nos programas de pós-graduação e a distribuição entre doutores e não-doutores entre 2001-2011

| Ano | Docentes | Doutores | Não-doutores |
|------|----------|----------|--------------|
| 2001 | 30604 | 98,83% | 1,17% |
| 2002 | 33011 | 99,09% | 0,91% |
| 2003 | 35474 | 99,27% | 0,73% |
| 2004 | 40725 | 99,47% | 0,53% |
| 2005 | 43524 | 99,54% | 0,46% |
| 2006 | 47571 | 99,54% | 0,46% |
| 2007 | 50581 | 99,50% | 0,50% |
| 2008 | 53706 | 99,53% | 0,47% |
| 2009 | 57251 | 98,74% | 1,26% |
| 2010 | 60038 | 99,49% | 0,51% |
| 2011 | 66507 | 99,35% | 0,65% |

Fonte: Geocapes

4. Metodologia

O presente estudo tem por objetivo analisar empiricamente os determinantes da produção de conhecimento científico e tecnológico nas instituições de ensino superior do Brasil. Com esse propósito, consideram-se variáveis relacionadas à instituição de ensino. Primeiro, descreve-se a base de dados; e em seguida, é exposto o modelo e suas variáveis, assim como os métodos pelos quais são estimados empiricamente.

4.1 A Base de Dados

A base de dados, com período de 2003-1011, foi construída contempla diversas variáveis relacionadas às instituições de ensino superior, tanto públicas quanto privadas. No total são consideradas 235 instituições. Esse número não abrange toda a amostra brasileira, por conta de muitas delas não terem fornecido informações para as agências que produziram as bases de dados das quais este estudo utilizou, especialmente as universidades e faculdades privadas.

As variáveis utilizadas nesse estudo são: produção científica, que será chamada no presente trabalho de “publicações” para fins de facilidade na compreensão, e produção tecnológica (depósito de patentes com titularidade da universidade), idade das instituições, quantidade de discentes de graduação, investimentos recebidos (total e que abrange apenas os de auxílio à pesquisa), quantidade de docentes que trabalham na pós-graduação de cada instituição, número de alunos matriculados em cursos de mestrado e doutorado nas instituições e quantidade de programas de pós-graduação de cada instituição que foram agraciados com uma nota 6 e/ou 7 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Além dessas variáveis, *dummies* foram utilizadas para definir o tipo de instituições (pública ou privada). As próximas subseções detalham essas variáveis.

4.1.1 Estoque de conhecimento científico e tecnológico

A variável dependente é o estoque de conhecimento científico e tecnológico de cada universidade, representado pelo número absoluto de publicações científicas e pelo número de depósitos de patentes realizados pelas universidades. Dadas as peculiaridades de cada área de conhecimento, existem diferentes preferências das comunidades científicas de cada área no emprego de veículos de publicação. As áreas de ciências exatas e biológicas tendem a utilizar os artigos científicos como veículos de comunicação, em detrimento de livros, enquanto a área de ciências humanas e sociais tem a tendência inversa. Por isso no presente estudo, as publicações englobam tanto artigos em periódicos, quanto livros e capítulos de livros (TARGINO e GARCIA, 2000).

Os dados relacionados à produção científica foram encontrados nos Cadernos de Indicadores no sítio da Capes¹⁶, e nessa base de dados as publicações são apresentadas segundo três modalidades: artigos em periódicos; capítulos de livros; e trabalhos completos em anais. Por fim, os dados acerca da produção tecnológica foram recolhidos de uma base de dados pertencente ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI)¹⁷. Os dados de depósitos de patentes englobam a patente de invenção, que são produtos ou processos que atendam aos requisitos de atividade inventiva, novidade e aplicação industrial e os de modelo de utilidade, que refere-se a objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação, segundo informações do INPI (2014). Apesar dessa exposição, neste trabalho será usado o termo “patente” para se definir indiscriminadamente a ambos os tipos de depósito de patente.

As publicações científicas e as patentes são utilizadas neste trabalho como *proxy* da produtividade das universidades públicas brasileiras, já que são os principais produtos mensuráveis da atividade de pesquisa científica e tecnológica em qualquer instituição. Cabe ressaltar, porém, que existem outros tipos de produções acadêmicas que poderiam ser usadas como, por exemplo, as citações que esses trabalhos receberam ou número de doutorandos que possuem (CRESPI, 2007).

¹⁶ Disponível em: <<http://www.capes.gov.br>>.

¹⁷ Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br>>.

4.1.2 Determinantes da produção conhecimento científico e tecnológico

As variáveis de controle ou explicativas que determinam o estoque de conhecimento das universidades brasileiras são: a idade das instituições de ensino superior, o número de programas de mestrado e doutorado, o tamanho das universidades medido através do número de discentes de graduação, os investimentos recebidos em relação ao número de docentes, o número de cursos de pós-graduação que receberam notas 6 e/ou 7 e a proporção dos docentes de pós graduação por discentes dos programas de mestrado e doutorado.

A idade das instituições, ou seja, número de anos desde a fundação da universidade é usado porque é defendida na literatura a ideia de que universidades mais antigas têm maior produção acadêmica que as mais jovens (CRESPI, 2007). A informação foi encontrada nos sítios institucionais de cada instituição.

Também foi criada uma variável *dummy* que analisará se instituições públicas são mais produtivas do que as privadas. Espera-se que as universidades públicas sejam mais produtivas tanto na produção de artigos científicos quanto na de patentes. As universidades públicas ocupam posição fundamental no cenário acadêmico nacional, detendo papel estratégico no processo de desenvolvimento científico e tecnológico do país (NEVES, 2002). Para Durham (1998), o sistema universitário brasileiro se diferenciou entre um sistema privado, voltado para o ensino e um sistema público no qual a pesquisa é incentivada, ainda que algumas instituições de ensino superior privadas estejam criando núcleos de pesquisas e concorrendo mais ativamente por recursos públicos e que existam instituições privadas de excelência no País.

O tamanho da universidade foi medido pelo total de discentes matriculados em cursos de graduação em cada ano¹⁸. É esperado que quanto maior o número de discentes, maior seja a produção científica da universidade, como Crespi (2007) observou em seu trabalho. Normalmente grandes instituições recebem mais investimentos advindos de agências públicas, além de possuírem uma infraestrutura que é proporcional ao seu tamanho. Estes dados podem ser encontrados nos relatórios do Censo de Ensino Superior, apresentado pelo

¹⁸ Testou-se a variável docentes que lecionam na graduação, mas a variável apresentou altas correlações com as demais, e por isso, foi descartada.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP)¹⁹. Tais relatórios são divulgados anualmente e o período disponível é 2001-2009.

As variáveis que medem os investimentos são o auxílio à pesquisa concedido a pesquisadores, divididos por discente e outra por docente, e o total acumulado de investimento em fomento de pesquisa nas universidades. Neste último, encontram-se o montante gasto em bolsas para os alunos dos programas de mestrado e doutorado e o montante gasto em bolsas de iniciação científica. Além dessas variáveis, também são testadas e analisadas o investimento em auxílio à pesquisa/discente e o investimento em auxílio à pesquisa/docente. Há uma expectativa que tal variável aumente a produtividade científica da universidade. Existe um especial interesse nessas variáveis, pois são importantes para comprovar o retorno que esse tipo de investimento tem para a criação de conhecimento (CRESPI, 2007).

Deve-se fazer, porém, uma ressalva em relação a essa variável, pois os dados só refletem parte dos investimentos de agências públicas no Brasil, não contemplando agências estaduais e investimentos provenientes de fontes privadas, apesar de tal investimento privado ser pouco utilizado no Brasil.

Outra variável representa o número de programas de pós-graduação que receberam as notas 6 e/ou 7, que são as maiores notas dos cursos de mestrado e doutorado dadas pela CAPES. Logo, tal *proxy* testa se a excelência dos programas de pós-graduação influencia a produção científico-tecnológica das universidades. Esse dado também é encontrado no sítio da Capes. Nesse caso, criaram-se três *dummies*, sendo uma para cada área de conhecimento: ciências humanas, ciências exatas e ciências biológicas. Portanto, se uma universidade apresentava ao menos um programa que recebeu uma nota 6 ou 7, a variável *dummy* assume valor 1. Se a universidade não possuía programas com tais notas, a *dummy* assumiu valor 0.

O número de programas de pós-graduação é outra variável dividida por áreas de conhecimento, que são as mesmas listadas acima, mais a adição da área multidisciplinar, totalizando então quatro variáveis. Essas variáveis tem a função de testar a existência de economias de escopo em pesquisa nas universidades brasileiras.

Por fim, utiliza-se a quantidade de docentes dividida pelo número de matriculados nos cursos de pós-graduação *stricto-sensu*. Tal variável será utilizada porque tanto os

¹⁹Disponível em:<<http://www.inep.gov.br/superior/censosuperior/sinopse/default.asp>>.

docentes que lecionam na pós-graduação quanto seus estudantes de mestrado e doutorado tendem a ser mais produtivos do que os demais (estudantes de graduação), causando uma maior produtividade da universidade em que estes indivíduos estiverem presentes. Esses dados foram encontrados no GEOCAPES²⁰.

Todas as variáveis independentes definidas acima, exceto a variável de idade, são estimadas com defasagem temporal em relação à produção de conhecimento científico e tecnológico, a fim de se atenuar possíveis problemas de endogeneidade. Além disso, uma variável *dummy* (PÚBLICA) é inserida para controlar diferenças de produção de conhecimento entre as instituições de ensino superior de *status* jurídico diferente, pública e privada, que seriam causadas por fatores institucionais ou outros, não captados pelas variáveis explicativas desse trabalho.

O número de observações e as estatísticas de cada variável utilizadas estão apresentados na tabela 6. As estatísticas referem-se à média, ao desvio padrão, aos valores mínimo e máximo das variáveis utilizadas. O painel de dados é composto por 2.083 observações.

Em relação às variáveis dependentes, as publicações (PUB) apresentaram uma média de 1.309,77 e com desvio padrão de 3.726,04, sendo a USP a instituição com maior concentração de publicações, apresentando o valor máximo de 45.058. O valor mínimo para essa variável é 0, sendo este valor muito frequente, ocorrendo em 29,57% das observações.

Já a variável patentes (PAT), outra variável dependente, possui média de 1,78, com um desvio padrão de 7,35, um máximo de 111 (novamente a instituição foi a USP) e um valor mínimo de 0, que ocorreu em 79,74% das observações.

Por último, publicações *per capita* (PUBPERCAPITA) é uma variável dependente que apresentou uma média de 1,034, junto com um desvio padrão de 1,6, com valor mínimo de 0 e valor máximo de 11,76, registrado pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.

Verifica-se que, em média, as instituições têm 36 anos, com algumas recém-criadas e outras com 217 anos, Instituto Militar de Engenharia (IME). Em geral, notam-se muitos programas na área de exatas em algumas instituições (104 na USP), mas a maioria das 235 instituições não tem programa de pós, 23,27% delas mais precisamente. Programas na área de humanas também se apresentam em grandes quantidades em instituições específicas (49

²⁰Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/estatisticas>>.

programas novamente na USP), enquanto 15,23% não possuem programas nessa área. Já na área de ciências biológicas existe também uma grande quantidade de programas, sendo que a USP se encontra como a instituição com a maior número de programas (102). Com relação ao investimento alocado nas instituições de ensino superior da amostra, constata-se que em média o investimento total/docente é de R\$ 1.600, com 38 instituições sem receber qualquer investimento e outras como a Universidade Federal de Lavras - UFLA com um investimento superior a R\$ 30.000 por docente. Quando o denominador dessa variável é discente, nota-se que a média de investimento é menor do que a anterior, assim como o máximo de aproximadamente R\$ 9.000 alcançado pela UNIFESP.

Com relação às variáveis qualitativas, observa-se que 101 instituições apresentam um programa na área de exatas com excelência; na área de humanas, esse número alcança apenas 17 instituições, enquanto que, na área das ciências biológicas, são apenas 15 instituições. E, por fim, verifica-se que 42,5% das instituições da amostra são públicas.

Como a tabela 6 apresenta uma acentuada variabilidade na escala em que os dados são medidos, procedeu-se à normalização das observações com o intuito de reduzir o impacto das diferentes escalas de medição das variáveis sobre as magnitudes absolutas dos coeficientes estimados. No presente estudo, o procedimento de normalização adotado seguiu a subtração das observações de suas médias e a divisão pelo desvio-padrão, de modo que os dados transformados possuem média zero e desvio-padrão unitário.

A fim de evitar problemas originados pela multicolinearidade nas regressões, observou-se a matriz de correlação entre as variáveis do estudo (tabela 7). As prováveis consequências de altas correlações parciais refletem-se nas estimativas dos parâmetros, isto é, as estimativas obtidas podem ter erros muito grandes e esses erros podem estar altamente correlacionados entre si. A baixa precisão das estimativas torna difícil, ou até mesmo impossível, distinguir as influências das diversas variáveis explicativas, podendo até mesmo levar um pesquisador a eliminá-las da análise por apresentar coeficientes não estatisticamente diferentes de zero. Outro inconveniente imposto pela multicolinearidade é a grande variação das estimativas dos coeficientes de amostra para amostra (HOFFMANN; 2006).

Em geral, a tabela 7 indica que existe baixa correlação parcial entre as variáveis independentes do estudo. Aquelas variáveis que apresentam correlação maior que 70% serão usadas alternativamente, ou seja, nunca na mesma especificação, minimizando possíveis efeitos da multicolinearidade.

Tabela 6 – Descrição das variáveis empregadas na estimação.

| Variável | Descrição | Média | Desvio padrão | Mínimo | Máximo |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|-----------|-------------|
| PUB | Total de publicações por instituição de ensino superior | 1309,77 | 3726,04 | 0 | 45058 |
| PAT | Total de depósitos de patente com titularidade das instituições | 1,78 | 7,35 | 0 | 111 |
| PUBPERCAPITA | Total de publicações por docente | 1,034 | 1,6 | 0 | 11,76 |
| DISC | Proporção de discentes de graduação em relação ao total de discentes na amostra | 0,0043 | 0,0045 | 0,0000115 | 0,046 |
| IDADE | Anos desde a criação da universidade | 36,95 | 25,48 | 1 | 217 |
| KDOC | Investimento total/docente | R\$1623,64 | R\$3695,55 | 0 | R\$30432,56 |
| KAPDOC | Investimento em auxílio pesquisa/docente de graduação | R\$770,19 | R\$4699,68 | 0 | R\$96602,73 |
| KDISC | Investimento total/discente | R\$196,11 | R\$580,67 | 0 | R\$9279,15 |
| KAPDISC | Investimento em auxílio pesquisa/discente de graduação | R\$55,41 | R\$182,41 | 0 | R\$4015,93 |
| DOC_ALUPOS | Docente por aluno de pós-graduação | 0,31 | 0,44 | 0 | 11 |
| EXATAS | Quantidade absoluta de programas de pós-graduação ativos na grande área de conhecimento ciências exatas | 3,44 | 12,72 | 0 | 104 |

| | | | | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|---|-----|
| HUMANAS | Quantidade absoluta de programas de pós-graduação ativos na grande área de conhecimento ciências humanas | 2,64 | 5,82 | 0 | 49 |
| BIO | Quantidade absoluta de programas de pós-graduação ativos na grande área de conhecimento ciências biológicas | 2,22 | 8,1 | 0 | 102 |
| MULTI | Quantidade absoluta de programas de pós-graduação ativos na área considerada multidisciplinar | 0,55 | 1,21 | 0 | 11 |
| NOTA_EX | 1 se a instituição de ensino superior possui ao menos um programa de pós-graduação que recebeu nota 6 ou 7 na grande área de conhecimento ciências exatas | - | - | - | - |
| NOTA_HUM | 1 se a instituição de ensino superior possui ao menos um programa de pós-graduação que recebeu nota 6 ou 7 na grande área de conhecimento ciências humanas | - | - | - | - |
| NOTA_BIO | 1 se a instituição de ensino superior possui ao menos um programa de pós-graduação que recebeu nota 6 ou 7 na grande área de conhecimento ciências biológicas | - | - | - | - |
| PÚBLICA | 1 se a instituição de ensino superior é pública e zero se é privada | - | - | - | - |

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 7 – Matriz de correlação entre as variáveis explicativas

| | DISC | KDOC | KAP DOC | KDISC | KAPDISC | DOC_ALU POS | IDADE | EXATAS | HUMANAS | BIO | MULTI |
|------------|-------|------|------------|-------|---------|----------------|-------|--------|---------|------|-------|
| DISC | 1 | | | | | | | | | | |
| KDOC | 0,12 | 1 | | | | | | | | | |
| KAPDOC | 0,04 | 0,84 | 1 | | | | | | | | |
| KDISC | 0,06 | 0,85 | 0,70 | 1 | | | | | | | |
| KAPDISC | -0,01 | 0,68 | 0,87 | 0,76 | 1 | | | | | | |
| DOC_ALUPOS | 0,08 | 0,05 | 0,03 | 0,07 | 0,03 | 1 | | | | | |
| IDADE | 0,11 | 0,33 | 0,20 | 0,23 | 0,12 | 0,11 | 1 | | | | |
| EXATAS | 0,19 | 0,36 | 0,25 | 0,26 | 0,16 | 0,06 | 0,18 | 1 | | | |
| HUMANAS | 0,40 | 0,49 | 0,39 | 0,41 | 0,25 | 0,05 | 0,30 | 0,43 | 1 | | |
| BIO | 0,30 | 0,45 | 0,43 | 0,32 | 0,34 | 0,04 | 0,18 | 0,43 | 0,57 | 1 | |
| MULTI | 0,27 | 0,43 | 0,40 | 0,48 | 0,33 | 0,11 | 0,21 | 0,30 | 0,59 | 0,55 | 1 |

Fonte: dados da pesquisa.

4.2 Método

Uma vez que foram identificadas as variáveis que poderiam afetar a produção de conhecimento científico e tecnológico das instituições de ensino superior, é importante definir o período de influência delas. Na literatura referente ao tema da criação científica e tecnológica é usual e recomendável utilizar uma defasagem em algumas das variáveis consideradas no modelo. Em Crespi (2007), a defasagem implementada foi de dois anos levando-se em conta o tempo de amadurecimento da produção de conhecimento científico, ou seja, da pesquisa em si. O mesmo tempo é utilizado no presente estudo entre a variável dependente e as explicativas. A ideia é propiciar tempo para que uma mudança na variável explicativa tenha um impacto na produção de conhecimento científico e tecnológico.²¹

Com o intuito de relacionar os insumos do conhecimento das universidades com suas medidas de produção, ou seja, seus *outputs*, foi utilizada a função de produção, baseada em Griliches (1979) e na versão modificada e estendida de Crespi (2007). Como o autor aplicou-a ao caso do Reino Unido, foram realizadas mudanças no modelo para torná-lo mais adequado ao caso das universidades brasileiras.

A função de produção de conhecimento utilizada por Crespi é apresentada a seguir:

$$y_{itc} = a + \beta k_{itc} + \beta \Omega_1 \frac{K_{itc}^{PRIV}}{K_{itc}} + \beta \Omega_2 \frac{K_{it}^{GOV}}{K_{itc}} + \gamma x_{itc} + \tau_i + \varepsilon_{itc}, \quad (1)$$

onde y representa a produção científica/tecnológica de uma determinada universidade i em um período específico tem um campo específico c ; k representa os gastos em investimentos, que foram divididos em gastos privados (K^{PRIV}) e gastos públicos ou governamentais (K^{GOV}); x são as variáveis controles do modelo e τ representa uma variável *dummy*.

Para o caso estudado neste trabalho, algumas modificações foram feitas como a não inclusão de investimento privado e investimento proveniente de governos estrangeiros, pois simplesmente não condiz com a realidade acadêmica brasileira, o financiamento de pesquisas é majoritariamente público. Além disso, não foi possível utilizar os campos de conhecimento,

²¹ Foram testadas defasagem de um ano e três anos, assim como nenhuma, e os resultados permaneceram robustos. A defasagem de dois anos apresentou os melhores resultados.

pois a variável de investimento não podia ser desagregada pelos *campi*, tendo disponibilidade apenas do montante de investimento recebido por instituição de ensino.

Assim, utiliza-se a seguinte função de produção de conhecimento modificada, levando-se em consideração a realidade brasileira e a defasagem de dois anos:

$$PU_{it} = a + \beta k_{it} + \gamma x_{it} + \tau_i + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

onde PU representa a produção de conhecimento universitária, k representa os investimentos de fomento à pesquisa (CNPq), x as demais variáveis de controle do modelo. E os subscritos i e t representam a instituição de ensino superior e ano analisado, respectivamente.

4.2.1 Modelos econométricos para dados de contagem

Ao se considerar que algumas das variáveis dependentes utilizadas (PU_{it} = patentes e publicações científicas) apresentam características de uma variável de contagem (ou seja, assumem um número reduzido de valores inteiros e não negativos), a estimação através dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) não é recomendável. A questão é que esta variável não deve ser tratada como contínua e dificilmente apresentará uma distribuição normal. Logo, métodos alternativos devem ser pensados para a estimação com variáveis de contagem na variável dependente. Estes seriam os modelos para dados de contagem: Poisson e Binomial Negativo.

Hausman, Hall e Griliches (1984) foram os primeiros pesquisadores a desenvolverem um método de estimação para dados em painel com variáveis de contagem (*count panel data*) que procurava tratar do “efeito não-observado”. O problema econômico que eles analisaram centrava-se na relação entre os gastos de P&D de firmas e o número de patentes depositadas e recebidas por essas firmas. Os procedimentos propostos no artigo ficaram conhecidos como Modelo de Poisson de Efeitos Aleatórios e Modelo de Poisson de Efeitos Fixos. A partir daí esses métodos e alguma variação deles (Modelo Binomial Negativo de Efeitos Aleatórios e de Efeitos Fixos) têm sido utilizados na literatura.

Dados em painel ou dados longitudinais são caracterizados por possuírem observações em duas dimensões que, em geral, são o tempo e o espaço. Este tipo de dados contém informações que possibilitam uma melhor investigação sobre a dinâmica das mudanças nas variáveis, tornando possível considerar o efeito das variáveis não-observadas. Outra vantagem é a melhoria na inferência dos parâmetros estudados, pois eles propiciam mais graus de liberdade e maior variabilidade na amostra em comparação com dados em *cross-section* ou em séries temporais, o que refina a eficiência dos estimadores econométricos.

Para estimar modelos em que se procura explicar a produção de artigos científicos é necessário levar em consideração algumas características desses tipos de dados. Tais dados de números de publicações constituem eventos, que podem ser considerados dados de contagem (WOOLDRIDGE, 2006). Tal evento de contagem se refere ao número de vezes em que um evento ocorre em determinado período de tempo. Além disso, artigos publicados assumem apenas valores inteiros, não positivos e não possuem um valor limite superior. Tais valores representam o número de vezes que o evento ocorreu.

Usualmente a regressão para esse tipo de dado pode ser aplicada quando a distribuição da variável dependente é assimétrica. Os modelos de dados de contagem tanto em painel quanto em *cross-section*, o modelo de Poisson e o modelo Binomial Negativo, são explicados a seguir.

Nesse trabalho, propõe-se como variável dependente o total de publicações por universidade, as patentes depositadas por estas instituições e as publicações *per capita* (por docente), as quais são associadas às variáveis que medem os insumos defasados do processo de produção de conhecimento. Os dados são utilizados em painel e também são utilizados os dados em *cross-section* para que os modelos de contagem inflados em zero possam ser estimados, trazendo mais informações e conclusões sobre a questão da produção de conhecimento nas universidades brasileiras.

4.2.2 O modelo de Poisson e o Binomial Negativo e os modelos *Zero Inflated*

Um dos métodos econométricos aplicados na pesquisa é o modelo de Poisson, que é o representante mais simples entre os modelos de dados de contagem. Esse modelo se caracteriza pela análise de dados apresentados sob a forma de proporções ou variáveis de contagem (McCULLAGH e NELDER, 1989).

A variável resposta de um modelo de regressão de Poisson deve seguir a distribuição de Poisson, que é a distribuição normal de dados de contagem com poucos valores, que pode assumir valores inteiros não-negativos (0, 1, 2,...), e os dados deverão apresentar igual dispersão (WOOLDRIDGE, 2006). A formulação de um modelo de Poisson é ideal para grupos de observações nas quais grande parte de seus valores são zero ou muito baixos (BOUND *et al.*, 1984).

Supondo $PU_{it} = y_{it}$, a média condicional de y_{it} , dado um conjunto de regressores (X_{it}), pode ser definida por:

$$\mu_i = E(y_{it}|X_{it}) = m(X_{it}, \beta) \quad (3)$$

Em que y_{it} é um número estritamente não negativo, representando o número de ocorrências da variável dependente; X_{it} é uma matriz contendo as variáveis explicativas; β são os parâmetros associados a estas variáveis; m é a função de distribuição que determina o modelo.

Como há apenas um parâmetro na distribuição de Poisson, a igualdade entre média e variância é assumida (equidispersão de dados), que pode ser representado da seguinte forma:

$$\mu_i = \exp(X_{it}\beta) = E(y_{it}|X_{it}) = Var(y_{it}|X_{it}) \quad (4)$$

Como y_{it} é uma variável de contagem, assume-se usualmente que o modelo segue uma distribuição de Poisson, com $m(X_{it}, \beta) = \exp(X_{it}, \beta)$:

$$E(y_{it}|X_{it}) = m(X_{it}, \beta) = \frac{[e^{-\exp(X'_{it}\beta)} \exp(X'_{it}\beta)^{y_{it}}]}{y_{it}!} \quad (5)$$

Observando-se que a equação não é linear em seus parâmetros, os modelos de regressão linear não seriam capazes de fornecer boas estimativas. Wooldridge (2002, p. 646)

recorda que uma alternativa nesse caso seria a utilização dos Mínimos Quadrados Não-Lineares, mas como o autor argumenta, tal abordagem é relativamente ineficiente a não ser que a variância seja constante e todas as distribuições padrões desse tipo de dado assume heterocedasticidade. Assim, a estimação por máxima verossimilhança apresenta melhores resultados.

Entretanto, antes de definir a função de verossimilhança, é necessário assegurar que os dados seguem uma distribuição de Poisson (WOOLDRIDGE, 2002). Quando isso não acontece, o modelo de Poisson convencional produz graves distorções nas estimativas dos parâmetros (CAMERON e TRIVEDI, 2005). Contudo, não existe um método seguro para testar tal distribuição, e na maioria dos casos, se refere às características da variável dependente (apresenta valores inteiros e não negativos).

Segundo Wooldridge (2002), o estimador de quase máxima verossimilhança pode ser calculado através da maximização da seguinte função de Log-Verossimilhança:

$$\ell_i(\beta) = \sum_{t=1}^T \{y_{it} \log[m(x_{it}, \beta)] - m(x_{it}, \beta)\} = \sum_{t=1}^T \ell_{it}(\beta)$$

Portanto, este estimador, para um modelo de Poisson de tipo *Pooled*, maximiza a soma de $\ell_i(\beta)$ para $i=1, \dots, N$.

A não incorporação explícita de um possível efeito não observado, constante no tempo c_i , pelo modelo *Pooled* Poisson causa uma séria limitação à especificação. Basta que c_i seja correlacionado com qualquer variável X_{it} para tornar o modelo enviesado e inconsistente. Além disso, a presença de c_i , mesmo sendo esse efeito aleatório, poderia afetar os resíduos da regressão, reduzindo a eficiência do estimador (WOOLDRIDGE, 2002).

Logo, assumindo-se a existência do efeito c_i , é necessário verificar se este efeito é meramente aleatório ou se está correlacionado com as demais variáveis do modelo (X_{it}). Caso o efeito seja aleatório o modelo de Poisson de Efeitos Aleatórios é o mais indicado, caso contrário, apenas o de Efeitos Fixos seria consistentes (WOOLDRIDGE, 2002).

O modelo de Poisson de Efeitos Aleatórios reconhece e leva em consideração a sobredispersão (*overdispersion*) da variância causada por c_i a fim de produzir estimativas mais eficientes. Observe que enquanto a $Var(y_{it}|X_{it}, c_i) = E(y_{it}|X_{it}, c_i)$ a $Var(y_{it}|X_{it}) = E(y_{it}|X_{it})\{1 + [Var(c_i)E(y_{it}|X_{it})]\}$. Neste caso, ignorar c_i implicaria em sobredispersão, já

que $Var(y_{it}|X_{it}) > E(y_{it}|X_{it})$, violando assim o pressuposto básico do modelo de Poisson.

Para que este modelo de efeitos aleatórios seja consistente, é necessário assumir as seguintes hipóteses:

$$(y_{it}|X_{it}, c_i) \sim Poisson[c_i m(X_{it}, \beta_0)] \quad (6)$$

$$E(y_{it}|X_{it}, c_i) \text{ é independente de } E(y_{ir}|X_{it}, c_i), \text{ onde } t \neq r \quad (7)$$

$$E(c_i|X_{it}) = E(c_i) \quad c_i \sim Gama \quad (8)$$

A hipótese (6) se refere à exogeneidade estrita entre X_{it} e c_i . Neste caso, o efeito parcial de X_{it} sobre $E(y_{it}|X_{it}, c_i)$ não é afetado pelo efeito não observado (c_i), pois c_i seria apenas um fator exógeno que multiplicaria uma função de Poisson do tipo *Pooled*. A hipótese 7 mostra que a média de y_{it} , dado X_{it} e c_i , não apresenta dependência serial. Por fim, a última hipótese indica que c_i possui uma distribuição *Gama* e sua média não é afetada pelas demais variáveis explicativas (X_{it}).

Segundo Wooldridge (2002), se as três hipóteses anteriores forem mantidas, o estimador de máxima verossimilhança para o modelo de Poisson de efeitos aleatórios será o mais eficiente dentre os estimadores que não utilizam informações sobre a distribuição de X_{it} . Contudo esse modelo, estimado pelo estimador de máxima verossimilhança, é muito sensível a qualquer violação desses pressupostos. Logo a estimação via a quase máxima-verossimilhança pode produzir estimativas mais eficientes. Em tal caso, as estimações seriam consistentes mesmo que $E(y_{it}|X_{it}, c_i)$ e c_i não seguissem as distribuições de Poisson e de *Gama*, respectivamente. Além do mais, o estimador de quase máxima-verossimilhança é robusto à dependência serial. Portanto, a violação desse pressuposto não tornaria o modelo inconsistente.

Hausman, Hall e Griliches (1984) se tornaram os primeiros pesquisadores a desenvolverem um método que permite que c_i seja correlacionado de forma arbitrária X_{it} . Esse procedimento é conhecido como modelo de Poisson de Efeitos Fixos.

Esse modelo assume apenas as pressuposições 6 e 7 (da exogeneidade estrita entre X_{it} e c_i ; e da não dependência serial da média de y_{it} , respectivamente). Desta forma, essa especificação admite a existência de uma dependência arbitrária entre X_{it} e c_i . Com o intuito de obterem os coeficientes β , os autores utilizam a máxima verossimilhança condicional, que foi proposta por Andersen (1970). Assumindo que $n_i = \sum_{t=1}^T y_{it}$ e usando os resultados para

obter uma distribuição condicional conjunta referente à soma desses n_i componentes, os autores mostraram que:

$$E(y_i | n_i, X_i, c_i) \sim \text{Multinomial}\{n_i, p_1(X_i, \beta), \dots, n_i, p_T(X_i, \beta)\} \quad (9)$$

$$\text{onde } p_T(X_i, \beta) \equiv \frac{m(X_{it}, \beta)}{[\sum_{r=1}^T m(X_{ir}, \beta)]}$$

$$E(y_{it} | X'_{it}\beta) \sim \text{Poisson} \quad (10)$$

Uma vez que tal distribuição não depende de c_i , é possível inferir que a equação 9 também é a distribuição de y_i dado n_i e X_i . Dessa forma, os coeficientes β podem ser estimados via técnicas tradicionais da estimação de máxima verossimilhança, com o log da verossimilhança da distribuição Multinomial:

$$\ell_i(\beta) = \sum_{t=1}^T y_{it} \log[p_T(X_i, \beta)] \quad (11)$$

onde o estimador $\hat{\beta}$ que maximiza $\sum_{t=1}^T \ell_i(\beta)$ é chamado de estimador de Poisson de Efeitos Fixos. Segundo Wooldridge (2002, p. 675), apenas o pressuposto 6, sem a necessidade de que $E(y_{it} | X_{it}, c_i) \sim \text{Poisson}$, já garantiria a existência de um estimador de Poisson de Efeitos Fixos consistente. Conclui-se que o modelo permanece robusto mesmo quando existe dependência serial entre $E(y_{it} | X_{it}, c_i)$ e $E(y_{it} | X_{ir}, c_i)$, com $t \neq r$. Ainda mais, esse método de efeitos fixos permaneceria consistente na presença de qualquer sobredispersão causada por c_i .

Apesar de que a eliminação do efeito não observado (c_i), através da estimação de Poisson de Efeitos Fixos, garantir estimativas consistentes, é possível ganhar eficiência ao utilizar o Modelo Binomial Negativo de Efeitos Fixos. Na verdade, os modelos Binomial Negativo deveriam ser escolhidos sempre que houvesse a detecção da sobredispersão. De acordo com Cameron e Trivedi (2009), o Binomial Negativo tem a vantagem de que seu estimador é concebido para lidar e corrigir explicitamente com sobredispersão, e os dados em contagem costumam sofrer de sobredispersão. Essa vantagem costuma levar a uma maior eficiência da estimação, em comparação ao método de Poisson. Os autores, inclusive, afirmam que ainda que a sobredispersão seja causada por um efeito aleatório, o Modelo Binomial Negativo de Efeitos Aleatórios seria preferível ao seu “parente”, Poisson de Efeitos Aleatórios. Isso acontece porque a heterogeneidade e a variância de c_i podem causar tanto autocorrelação serial quanto sobredispersão, e o Binomial Negativo de Efeitos Aleatórios

adiciona dois parâmetros além do β , que acomodam tanto a super dispersão quanto a autocorrelação (CAMERON e TRIVEDI, 2009).

Os métodos de estimação e a análise dos coeficientes dos modelos Binomial Negativo são similares aos do modelo de Poisson, explicados anteriormente. Na verdade, Wooldridge (2002) ao descrever o modelo Binomial Negativo do tipo *Pooled*, afirma que tal modelo é muito similar à análise feita para o *Pooled* de Poisson, exceto que o log da quase verossimilhança para cada período de tempo é o binomial negativo. Logo, a diferença primordial entre os modelos Binomial Negativo (Efeitos Fixos e Aleatórios) e Poisson (Efeitos Fixos e Aleatórios) se deve à função de distribuição adotada, pois a média da variável resposta não necessita ser igual à variância, ou seja, tal modelo é recomendável quando ocorre o fenômeno da sobredispersão dos dados (WOOLDRIDGE, 2006). A sobredispersão ocorre quando a variância da amostra é maior que sua média.

Para Poisson, utiliza-se a equação 5 para definir $E(y_{it}|X_{it})$. Para o Binomial Negativo usa-se:

$$E(y_{it}|X_{it}, \alpha) = \frac{\Gamma(\alpha^{-1} + y_{it})}{\Gamma(\alpha^{-1})\Gamma(y_{it} + 1)} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu}\right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu}{\mu + \alpha^{-1}}\right)^{y_{it}} \quad (12)$$

onde Γ indica a função *Gama* padrão e $\alpha = Var(c_i)$. Isso reduz o modelo de Poisson a $\alpha \rightarrow 0$.

O painel pode ser balanceado ou não balanceado. No primeiro caso, todas as unidades individuais são observadas em todos os períodos de tempo ($T_i = T$ para todo i); no segundo caso há informação que falta ($T_i \neq T$ para algum i). No caso que será trabalhado nessa dissertação, o painel será não balanceado, pois diversas universidades da amostra foram criadas durante o período de análise.

O modelo de Poisson inflado em zero também é analisado, em razão da grande ocorrência de zero nas variáveis dependentes (publicações e patentes), como foi comentado na seção de análise descritivas dos dados, e da importância que o valor zero tem nas observações. Esse modelo é utilizado quando se observa uma distribuição discreta de Poisson com maior quantidade de observações iguais a zero que o modelo permite.

Na distribuição inflada em zero, os dados observados estão distribuídos de forma discreta, mas incluem muitas observações no extremo igual a zero. A especificação desse modelo é a seguinte:

$$P(Y = y) = \begin{cases} p + (1 - p)e^{-\lambda} & , y = 0 \\ (1 - p) \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} & , y = 1, 2, 3 \dots \end{cases} \quad (13)$$

onde $0 < p < 1$, $\lambda > 0$. O parâmetro p pode ser interpretado como a proporção de zeros e λ como a taxa média de ocorrência de eventos em uma unidade de tempo, também conhecido como parâmetro intensidade (HALL, 2000).

O valor esperado e a variância da distribuição de Poisson inflada em zeros são dados por:

$$E(Y) = (1 - p)\lambda \quad e \quad Var(Y) = \lambda(1 - p)(1 - p\lambda) \quad (14)$$

Nesse modelo, há a adição de um componente randômico ao modelo de Poisson com uma distribuição gamma, que é a função de heterogeneidade não observada. Desse modo, capta-se a sobredispersão, a partir do momento que a variância condicional passa a apresentar uma forma quadrática ou linear da média condicional (WOOLDRIDGE, 2002).

Em casos de sobredispersão, o modelo de Poisson é inadequado, pois apresenta ajustes com resíduos sistematicamente maiores do que os limites tolerados.

Há também o modelo Binomial Negativo Inflado em Zeros, que é utilizado quando se observa uma distribuição Binomial Negativa com maior quantidade de observações iguais a zero que o modelo permite e com sobredispersão. Assim como no caso do modelo de Poisson inflado em zeros, os dados observados estão distribuídos de forma discreta, mas com muitas observações no extremo igual a zero.

A densidade de probabilidade nesse modelo possui a seguinte forma (HALL, 2000):

$$P(Y = y) = \begin{cases} p + (1 - p) \left(\frac{1}{1 + \sigma\mu}\right)^{1/\sigma} & , y = 0 \\ (1 - p) \frac{\Gamma(y + \frac{1}{\sigma})}{\Gamma(\frac{1}{\sigma})\Gamma(y + 1)} \left(\frac{\sigma\mu}{1 + \sigma\mu}\right)^y \left(\frac{1}{1 + \sigma\mu}\right)^{1/\sigma} & , y = 1, 2, 3 \dots \end{cases} \quad (15)$$

onde $0 < p < 1$ é a proporção de zeros e $\mu > 0$ é o parâmetro de média, e $\sigma > 0$ é o parâmetro de dispersão.

O valor esperado e a variância da distribuição Binomial Negativa Inflado em zero são dados por:

$$E(Y) = (1 - p)\mu \quad e \quad Var(Y) = (1 - p)(1 + \mu\sigma + p\mu)\mu \quad (16)$$

5. Condicionantes da produção científica e tecnológica de universidades no Brasil

Neste capítulo são apresentados os resultados das estimações da produção de conhecimento científico-tecnológico e seus principais determinantes para as universidades brasileiras presentes na amostra. Sendo assim, são expostos e comparados diversos modelos para dados de contagem e para painel. Inicialmente, são apresentados os resultados das estimações utilizando-se toda a amostra, com os modelos Binomial Negativo, Binomial Negativo Inflado de Zeros sendo usados tanto para a dependente publicações quanto patentes com os dados em *cross-section*. Em seguida, os dados em painel são usados seguindo os modelos Binomial Negativo de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios para a dependente caracterizada por publicações e, por último, publicações *per capita* para Efeitos Fixos e Aleatórios. Na seção de análise de robustez, os passos anteriores descritos são seguidos, mas com uma nova amostra que abrange apenas as instituições de ensino superior públicas.

Como a tabela 6, da análise descritiva dos dados, apresenta uma acentuada variabilidade na escala em que os dados são medidos, procedeu-se à normalização das observações com o intuito de reduzir o impacto das diferentes escalas de medição das variáveis sobre as magnitudes absolutas dos coeficientes estimados. No presente estudo, o procedimento de normalização adotado seguiu a subtração das observações de suas médias e a divisão pelo desvio-padrão, de modo que os dados transformados possuem média zero e desvio-padrão unitário.

5.1 Resultados para toda a amostra

Como foi comentado e explicado na seção sobre os métodos para dados de contagem, o fenômeno da sobredispersão pode ocorrer quando a variância da variável resposta é maior do que a média. Em casos como esse, a suposição de distribuição de Poisson para a resposta é inadequada, uma vez que esse modelo subestima a quantidade de dispersão da variável dependente. Uma investigação simples das variáveis dependentes utilizadas no presente

estudo (tabela 8 e 9) permite verificar a sobredispersão dos dados²². Foram feitos os testes de sobredispersão (Razão de Verossimilhança) e, em todos, a hipótese nula de que $\alpha = 0$ é rejeitada. O fato de o próprio coeficiente Alpha apresentar-se significativo nos modelos confirma a existência da sobredispersão.

Tabela 8: Descrição da variável dependente PUB (produção científica)

| Percentil | | | | |
|-----------|-------|-------|---------------|----------|
| 1% | 0 | 0 | Média | 1309,77 |
| 5% | 0 | 0 | Desvio-padrão | 3726,04 |
| 10% | 0 | 0 | Variância | 13900000 |
| 25% | 0 | 0 | Assimetria | 7,13 |
| 50% | 213 | 0 | Curtose | 69,74 |
| 75% | 878 | 42440 | N | 2083 |
| 90% | 3503 | 42514 | | |
| 95% | 6219 | 42921 | | |
| 99% | 14809 | 45058 | | |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9: Descrição da variável dependente PAT (depósitos de patentes).

| Percentil | | | | |
|-----------|----|-----|---------------|-------|
| 1% | 0 | 0 | Média | 1,78 |
| 5% | 0 | 0 | Desvio-padrão | 7,35 |
| 10% | 0 | 0 | Variância | 53,96 |
| 25% | 0 | 0 | Assimetria | 7,72 |
| 50% | 0 | 0 | Curtose | 77,79 |
| 75% | 0 | 77 | N | 2083 |
| 90% | 4 | 91 | | |
| 95% | 9 | 93 | | |
| 99% | 38 | 111 | | |

Fonte: Elaboração própria.

²² Analisando os dados acerca da produção de conhecimento científico e tecnológico pelas instituições de ensino superior brasileiras, verifica-se sobredispersão, tendo em vista que a média é menor do que a variância.

Logo, conclui-se que o modelo Binomial Negativo é uma abordagem adequada para tratar a sobredispersão dos dados, pois explicita a heterogeneidade entre as observações do modelo, adicionando um parâmetro extra, que é função da heterogeneidade não-observada²³.

Como já é de conhecimento, o modelo Binomial Negativo, apesar de tratar do problema da sobredispersão dos dados, não lida com a presença de excessos de zero. E, por isso, também é estimado o modelo Binomial Negativo Inflado de zero.

Os coeficientes estimados pelos modelos Binomial Negativo e Binomial Negativo Inflado de Zeros não são diretamente comparáveis, uma vez que possuem média condicional diferentes. Segundo Cameron e Trivedi (2005), o teste LR de Vuong é utilizado a fim de discriminar entre os dois modelos. Esse teste não possui hipótese nula a priori, com grandes valores positivos favorecendo o modelo inflado de zero, e valores muito negativos favorecendo o modelo Binomial Negativo. Além desse teste, são utilizados os critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC)²⁴ para se confirmar qual o modelo e especificação apresentou o melhor ajuste. Os modelos especificados levam em consideração as três *dummies* indicativas da qualidade dos programas de pós-graduação (possuem graus 6 ou 7 concedidos pela Capes) nas três áreas de conhecimento ciências exatas, humanas e biológicas, além das demais variáveis de controle apresentadas anteriormente. Cabe ressaltar, que o grupo de comparação em questão refere-se à qualidade dos programas na área biológica, de forma que as estimações expressam os coeficientes de qualidade das áreas de exatas e humanas em relação à qualidade dos programas em biológicas.

Na tabela 10, são apresentados os resultados das regressões pelos modelos Binomial Negativo e Binomial Negativo Inflado de Zeros, em que a variável dependente é o número absoluto de publicações. Tanto no primeiro modelo quanto no segundo, foram utilizadas quatro categorias distintas quanto à variável que investiga o efeito dos investimentos na produção científica: na categoria 1, a variável foi o total de investimento/docente; na categoria 2, total de investimento/discente; na categoria 3, investimento em auxílio pesquisa/docente; enquanto na categoria 4, investimento em auxílio pesquisa/discente. Desse modo, pode-se investigar o efeito dos investimentos em mais de um prisma.

Cabe advertir que o teste de Vuong, que justifica o uso do modelo Binomial Negativo ou do modelo Binomial Negativo Inflado de Zeros, foi realizado e confirmou-se o modelo inflado de zeros como o de melhor ajuste, em qualquer uma das quatro categorias. O modelo

²³ Ver equação 12.

²⁴ “Akaike information criterion” e “Bayesian information criterion”. Os critérios de informação são úteis na comparação entre modelos não alinhados. Quanto mais baixos os valores, mais preferíveis serão os modelos.

inflado de zeros ainda possui menores valores para os critérios de informação AIC e BIC (ver tabela 10, colunas 2, 4, 6 e 8). Logo, a análise dessa tabela será baseada nesse modelo, o inflado de zeros.

Em geral, os resultados apresentados apontam que o coeficiente da variável DISC que mede a importância do tamanho das instituições para a produção de publicações é positivamente e estatisticamente significativo ao nível de significância de 1%, ou seja, quanto maior a proporção de alunos que uma instituição apresenta em relação ao total do universo maior seria a produção de artigos. Esse resultado é o esperado e está em consonância com a literatura internacional (CRESPI, 2007; DAVID, 2013; GURMU *et al.*, 2010), na qual se argumenta que maiores instituições teriam maior facilidade de conseguir recursos financeiros para suas pesquisas, se na esfera pública como na privada. Ademais, Morel e Morel (1978) confirmou para os casos das universidades dos estados de Rio de Janeiro e São Paulo que uma comunidade de pesquisa maior é determinante na produção científica.

A variável que investiga o insumo altamente qualificado dos programas de pós-graduação (DOCALU_POS) apresentou coeficientes negativos e estatisticamente significativos ao nível de confiança de 1%, o que representa um resultado oposto ao da literatura, pois se esperava que uma maior proporção de docentes por alunos de pós-graduação teria um efeito positivo no total de publicações criadas pela instituição, pois estes são considerados insumos humanos altamente qualificados e são os mais preparados para criar novo conhecimento. Corbucci (2000), por exemplo, observou relação positiva entre a proporção de discente/docentes de pós-graduação e a produção acadêmica, ao analisar os dados para as instituições públicas de ensino entre 1995-1999 no Brasil. Crespi (2007) usou a variável como o total de alunos matriculados em programas de doutorado, e encontrou uma relação positiva e significativa com a produção de conhecimento científico.

A variável IDADE como esperado possui uma relação positiva com a produção de conhecimento científico, apesar do coeficiente não ter sido significativo estatisticamente na coluna 2, na qual o investimento total é ponderado pelo número de docentes. Isso confirma a expectativa de que instituições mais antigas possuem uma vantagem sobre as mais novas quando se considera a criação de artigos científicos, pois seus cursos já seriam mais bem conceituados e seus quadros de docentes mais bem preparados para a criação de conhecimento. Resultado similar foi encontrado por Crespi (2007) para a amostra de instituições britânicas.

As variáveis de investimentos públicos gastos nas instituições de ensino são realmente determinantes para a produção científica básica, apresentando coeficientes promissores e importantes, todos positivos e significativos para todos os níveis de significância, comprovando um resultado que foi encontrado por mais de um trabalho científico na literatura. Whalley e Hicks (2013), David (2013) e Abigail e Siow (2003), por exemplo, encontraram resultados similares para as instituições norte-americanas, enquanto Crespi (2007) para as britânicas. No caso brasileiro, Leta (2011) afirmou que a evolução da produção científica brasileira observada nos anos de 2007-2010 na participação mundial foi devido ao contínuo investimento público nas instituições. Targino e Caldeira (1988), ao analisarem o caso da UFPI, argumentam que um dos fatores que influenciaram na queda da produção científica dessa instituição entre 1984-1985 foi a diminuição dos recursos, impossibilitando a atividade de pesquisa e desestimulando os docentes nessa função. A variável que tem o maior valor entre os coeficientes é o investimento em auxílio de pesquisa por aluno (tabela 10, coluna 8). Entretanto, entre as quatro equações (Tabela 10, colunas 2, 4, 6 e 8), que se diferenciam pela variável “investimentos”, a com menor valor AIC e BIC é a que utiliza o investimento total ponderado pelos alunos de graduação (Tabela 10, coluna 4).

As variáveis que procuram elucidar a relação entre programas de pós-graduação e criação de conhecimento apresentaram resultados relevantes: os coeficientes de programas na grande área de ciências exatas (EXATAS) apontaram correlação positiva e estatisticamente significativa. Tal resultado é apoiado pelo trabalho de Glanzel e Schbert (2003), no qual se descobriu que os campos de agricultura e ciências da terra e espaço²⁵ foram os mais ativos na produção de publicações, coletadas por meio da *Web of Science*. Conclusão similar é encontrada por Leta *et al.* (2013) ao descobrirem a física como um campo de crescente e importante produção científica para o estoque de conhecimento brasileiro, tendência que já havia sido observada por Morel e Morel (1978). A significância estatística e a relação positiva com a criação de publicações também ocorreram com os programas em ciências humanas (HUMANAS), os quais possuem coeficientes com magnitudes maiores do que os observados na variável EXATAS. De fato, programas na área de humanas tiveram os maiores coeficientes da estimação, sendo por isso, umas das variáveis mais importantes para a produção universitária de publicações. As variáveis MULTI e BIO também se apresentam significativas estatisticamente; entretanto, possuem relação negativa com a produção de artigos científicos,

²⁵ No presente trabalho, esses campos foram agregados junto com outros em uma única área, ciências exatas.

indicando que programas nas áreas biológicas e multidisciplinar diminuem a criação de publicação científica.

Em geral, os resultados apresentados para as variáveis de nota, que denotam a importância de programas de pós-graduação altamente qualificados (graus 6 ou 7 pela Capes), para as quatro equações, apontam que os coeficientes da *dummy* NOTA_EX são estatisticamente significativos ao nível de significância de 1% e positivamente correlacionados com a criação de conhecimento pelas universidades. Por outro lado, o mesmo não é observado para os programas na área de humanas (NOTA_HUM), que apresenta sinal negativo para o coeficiente estimado. Portanto, programas de pós-graduação que obtêm as notas mais altas da Capes na área de exatas tenderiam a produzir mais conhecimento básico, por meio de artigos, livros e trabalhos completos em anais, do que programas qualificados na área biológica; enquanto que, com relação aos programas na área de humanas, a situação se inverte, pois estes programas produziram menos conhecimento do que programas da área biológica. Esse resultado é interessante, pois como visto no resultado anterior o aumento em programas de pós em biológicas diminuiria a produção científica. Situação contrária acontece nos programas de humanas.

A variável *dummy* que distingue entre instituições públicas e privadas é estatística e positivamente relacionada à produção de pesquisa básica nas universidades. Comprovando o argumento de que no caso brasileiro as instituições públicas de ensino superior são mais produtivas que as privadas, confirmando os argumentos de Martins (2000) de que as universidades públicas no Brasil, em especial, as federais se tornaram local para a discussão e disseminação de questões científicas. Chiarini e Vieira (2012) também confirmaram a contribuição das universidades financiadas pelo governo brasileiro para o nível de publicação nacional e internacional. De acordo com Maculan e Mello (2009), a atividade de pesquisa básica e aplicada por parte das instituições privadas no Brasil é quase inteiramente residual, tendo como principal objetivo o ensino. Argumento semelhante é utilizado por Caldarelli *et al.* (2014) para explicar a baixa participação das instituições privadas de estado do Paraná na produção científica estadual.

Tabela 10: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo tradicional e inflado de zero. Período: 2003-2011

| Variável dependente: PUB | Binomial Negativo (1) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (2) | Binomial Negativo (3) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (4) | Binomial Negativo (5) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (6) | Binomial Negativo (7) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (8) |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|
| DISC | 0,54*** (0,07) | 0,16*** (0,03) | 0,58*** (0,07) | 0,18*** (0,03) | 0,49*** (0,07) | 0,15*** (0,03) | 0,53*** (0,07) | 0,16*** (0,03) |
| KDOC | 0,49*** (0,08) | 0,36*** (0,03) | - | - | - | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,82*** (0,09) | -0,07*** (0,02) | 0,81*** (0,09) | -0,06*** (0,02) | 0,80*** (0,10) | -0,07*** (0,02) | 0,79*** (0,09) | -0,07*** (0,02) |
| IDADE | 0,29*** (0,06) | 0,02 (0,02) | 0,33*** (0,06) | 0,06*** (0,02) | 0,36*** (0,06) | 0,07*** (0,02) | 0,37*** (0,06) | 0,09*** (0,02) |
| EXATAS | 0,03 (0,04) | 0,06*** (0,02) | 0,05 (0,05) | 0,08*** (0,02) | 0,04 (0,04) | 0,06*** (0,02) | 0,05 (0,05) | 0,08*** (0,02) |
| HUMANAS | 0,73*** (0,09) | 0,66*** (0,04) | 0,98*** (0,10) | 0,85*** (0,04) | 0,74*** (0,10) | 0,66*** (0,04) | 0,91*** (0,10) | 0,80*** (0,04) |
| BIO | -0,02 (0,1) | -0,07* (0,04) | -0,42*** (0,09) | -0,27*** (0,04) | 0,14 (0,09) | 0,03 (0,04) | -0,19** (0,09) | -0,15*** (0,04) |
| MULTI | -0,34*** | -0,19*** | -0,25*** | -0,15*** | -0,35*** | -0,20*** | -0,28*** | -0,16*** |

| | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | (0,08) | (0,03) | (0,08) | (0,03) | (0,09) | (0,04) | (0,08) | (0,04) |
| NOTA_EX | 0,87*** | 0,62*** | 0,76*** | 0,56*** | 0,82*** | 0,56*** | 0,76*** | 0,53*** |
| | (0,16) | (0,07) | (0,16) | (0,06) | (0,16) | (0,07) | (0,16) | (0,07) |
| NOTA_HUM | -0,51** | -0,37*** | -0,60*** | -0,44*** | -0,39* | -0,31*** | -0,49** | -0,39*** |
| | (0,23) | (0,10) | (0,23) | (0,10) | (0,23) | (0,10) | (0,23) | (0,10) |
| Dummy de ano 2003 | -0,23 | -0,10 | -0,30* | -0,15 | -0,22 | -0,08 | -0,25 | -0,11 |
| | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) |
| Dummy de ano 2004 | -0,20 | -0,06 | -0,25 | -0,10 | -0,15 | -0,01 | -0,15 | -0,03 |
| | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) |
| Dummy de ano 2005 | -0,31* | -0,16* | -0,36** | -0,19** | -0,26 | -0,11 | -0,26 | -0,12 |
| | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) |
| Dummy de ano 2006 | -0,25 | -0,16* | -0,28 | -0,18** | -0,20 | -0,11 | -0,17 | -0,10 |
| | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,08) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,09) |
| Dummy de ano 2007 | -0,13 | -0,15* | -0,16 | -0,16* | -0,12 | -0,12 | -0,12 | -0,13 |
| | (0,18) | (0,08) | (0,18) | (0,08) | (0,18) | (0,09) | (0,18) | (0,08) |
| Dummy de ano 2008 | -0,24 | -0,22*** | -0,27 | -0,23*** | -0,20 | -0,17** | -0,19 | -0,17** |
| | (0,18) | (0,08) | (0,17) | (0,08) | (0,18) | (0,08) | (0,18) | (0,08) |
| Dummy de ano 2009 | -0,20 | -0,12 | -0,22 | -0,12 | -0,28 | -0,19** | -0,25 | -0,17** |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | (0,18) | (0,08) | (0,17) | (0,08) | (0,18) | (0,08) | (0,18) | (0,08) |
| Dummy de ano 2010 | -0,17 | -0,12 | -0,18 | -0,11 | -0,21 | -0,16* | -0,19 | -0,13 |
| | (0,17) | (0,08) | (0,17) | (0,08) | (0,18) | (0,08) | (0,17) | (0,08) |
| PUBLICA | 0,96*** | 0,87*** | 1,03*** | 0,92*** | 0,99*** | 0,88*** | 1,02*** | 0,90*** |
| | (0,10) | (0,05) | (0,10) | (0,05) | (0,10) | (0,05) | (0,10) | (0,05) |
| KDISC | - | - | 0,57*** | 0,38*** | - | - | - | - |
| | | | (0,07) | (0,03) | | | | |
| KAPDOC | - | - | - | - | 0,43*** | 0,32*** | - | - |
| | | | | | (0,08) | (0,03) | | |
| KAPDISC | - | - | - | - | - | - | 0,59*** | 0,42*** |
| | | | | | | | (0,09) | (0,04) |
| Constante | 5,36*** | 5,91*** | 5,39*** | 5,91*** | 5,36*** | 5,91*** | 5,35*** | 5,91*** |
| | (0,14) | (0,07) | (0,14) | (0,06) | (0,14) | (0,07) | (0,14) | (0,07) |
| Observações | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 |
| R2 | 0,05 | - | 0,05 | - | 0,04 | - | 0,04 | - |
| AIC | 26192,83 | 23575,72 | 26166,95 | 23540,89 | 26208,01 | 23620,71 | 26193,98 | 23589,94 |
| BIC | 26316,94 | 23711,11 | 26291,07 | 23676,28 | 26332,12 | 23756,11 | 26318,10 | 23725,33 |
| Alpha | 1,26*** | -0,51*** | 1,25*** | -0,53*** | 1,27*** | -0,48*** | 1,26*** | -0,50*** |
| Vuong Test | - | 10,24*** | - | 10,42*** | - | 10,29*** | - | 10,45*** |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Fonte: Elaboração própria utilizando o *software* Stata 11.

Os resultados reportados na tabela 11 se referem ao Binomial Negativo para dados em painel, que trazem mais poder de explicação à análise sobre os determinantes da produção de conhecimento científico pelas instituições de ensino do sistema universitário brasileiro. Com esse modelo, espera-se que o sinal negativo da variável docentes/alunos dos programas de pós-graduação seja revisto e corrigido pelo método, pois é possível que efeitos não-observados estejam enviesando o resultado, produzindo sinal contrário ao que seria esperado na literatura.

São utilizados o modelo Binomial Negativo de Efeitos Fixos (FE) e de Efeitos Aleatórios (RE), pois possibilitam estimações mais apropriadas para a consideração de efeitos não observados. Por sua vez, sentenciar o melhor modelo entre o modelo de efeitos fixos e aleatórios exige averiguação da existência de correlação entre o efeito observado individual e/ou individual e as demais variáveis explicativas do modelo. Formalmente, o teste de Hausman é empregado com este objetivo para as quatro especificações distintas, e seu resultado apontou para a existência de correlação entre o efeito não observado e as demais variáveis explicativas, rejeitando a hipótese de que o estimador de efeitos aleatórios seja o mais apropriado. O modelo Binomial Negativo de Efeitos Fixos (FE) possui menores valores para os critérios de informação AIC e BIC. Sendo assim, o método de efeitos fixos mostrou-se como o mais adequado para estimar o modelo de produção de conhecimento científico nas universidades brasileiras. Com o uso do Binomial Negativo de Efeitos Fixos, houve uma perda de observações, de 2083 para 1654, já que observações por unidade (instituição de ensino superior) i que entre os anos analisados somam a quantidade de publicações igual a zero não contribuem para a estimação, pois a aplicação dos efeitos fixos no modelo Binomial Negativo pretende excluir algumas características individuais não observadas, com os parâmetros tendo propriedades de robustez.

Com o uso de métodos que controlam efeitos fixos, as variáveis constantes no tempo acabam eliminadas do modelo, impossibilitando analisar de forma direta o efeito do status jurídico (universidade pública ou privada) para a produção de publicações científicas. Porém, por meio das *dummies* de ano e suas interações com a variável PÚBLICA ainda é possível analisar tal efeito através do tempo.

Os critérios de informação AIC e BIC apresentaram valores menores quando utilizado o modelo binomial negativo com dados em painel (tabela 11), em relação aos modelos inflados de zero (tabela 10). Logo, o modelo binomial negativo com dados em painel apresenta um melhor ajuste.

Ao se controlar os efeitos não observados, consegue-se ver que alguns resultados contrastam com os encontrados no modelo binomial negativo inflado de zeros, na tabela 10. De forma geral, pode-se verificar que a maior parte dos coeficientes apresentou aumento em suas magnitudes em comparação ao modelo anterior, e que em alguns destes coeficientes inclusive houve mudança de sinal e/ou perda de significância. Este fato evidencia a importância do controle dos efeitos não observados, mostrando que características institucionais, culturais, e individuais importam dentro do contexto de produção de conhecimento nas universidades.

O coeficiente da variável de docentes/alunos de pós-graduação (DOC_ALUPOS), que havia apresentado uma relação negativa e estatisticamente significativa nos modelos anteriores, tornou-se positivo e igualmente significativo para todos os níveis de confiança. Esse resultado pode comprovar algum tipo de endogeneidade na variável DOC_ALUPOS, que foi corrigida no modelo binomial de efeitos fixos. E, dessa forma, o resultado corrobora o que já foi encontrado na literatura, que os insumos altamente qualificados de docentes e discentes desse nível de ensino são determinantes para a criação de conhecimento pelas instituições de ensino superior. Lyra e Guimarães (2007), por exemplo, afirmam que o forte crescimento da produção científica brasileira no exterior coincide com a expansão e fortalecimento da pós-graduação no início dos anos 2000. Caldarelli (2014) confirma que docentes altamente qualificados é um fator preponderante na capacidade de produzir conhecimento científico das instituições paranaenses.

Das *dummies* com as quais se investiga a relação de programas de pós-graduação de excelência com a produção de conhecimento científico, apenas a da área de exatas (NOTA_EXA) apresenta relação positiva e significativa, a outra (NOTA_HUM) se mostrou não significativa. Logo, programas na área de exatas apresentariam maior produção do que aqueles da área biológica, enquanto que não parece existir diferença de produção de conhecimento entre os programas em humanas e biológicas. Observa-se que a variável NOTA_EXA apresenta coeficientes com valores maiores (tabela 11, colunas 1, 3, 5 e 7) do que os encontrados na tabela 10 (colunas 2, 4, 6 e 8). Esse resultado para os programas da área de exatas pode ser explicado ao se deduzir que cursos de pós-graduação de melhor qualidade possuem alunos mais bem preparados e qualificados, que produziram mais artigos científicos.

As quatro categorias de investimento também sofreram mudanças, houve perda de significância da variável KDOC (Tabela 11, coluna 1), indicando que o investimento

total/docente não teve efeito sobre a criação de material para publicação científica e a diminuição nas magnitudes dos coeficientes das demais variáveis (tabela 11, coluna 3, 5 e 7) em comparação com os modelos utilizados na tabela 10 (colunas 4, 6 e 8).

A idade permaneceu sendo um determinante para a produção de conhecimento e o conjunto de variáveis de programas de pós continuaram a apresentar o mesmo efeito sobre a produção. As variáveis que quantificam o efeito dos programas de pós-graduação nas quatro áreas permaneceram com os mesmos sinais observados na tabela 10. O coeficiente negativo de programas na área biológica é um resultado que é contrário a alguns trabalhos que focaram em casos específicos no universo universitário brasileiro, como Medeiros e Faria (2005). Estes concluíram que os cursos e programas nessa área biológica são os mais importantes para a produção científica para a UNESP.

Em especial, os coeficientes positivos e significativos das *dummies* de tempo entre 2006-2011 demonstram que há um crescimento da produção científica durante o período, usando o ano de 2003 como referência, além de um fortalecimento dessa atividade, pois os coeficientes cresceram ano após ano (tabela 11, colunas 1, 3, 5 e 7). Já com relação às *dummies* de interação de ano com a *dummy* pública, a produção científica das universidades públicas nos anos de 2008, 2009 e 2011 foram significativas, mas com sinal negativo, o que mostra que a produção científica nas públicas caiu nestes três anos em relação a 2003. Logo, os resultados não corroboram o que é fato comumente encontrado e aceito na literatura brasileira de que universidades públicas estão produzindo mais ao longo do tempo (NEVES, 2002; CRUZ, 2013).

| | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| NOTA_EX | 0,77*** (0,06) | 0,78*** (0,06) | 0,77*** (0,06) | 0,78*** (0,06) | 0,77*** (0,06) | 0,78*** (0,06) | 0,77*** (0,06) | 0,78*** (0,06) |
| NOTA_HUM | 0,01 (0,08) | 0,01 (0,08) | -0,01 (0,08) | -0,01 (0,08) | 0,02 (0,08) | 0,02 (0,08) | 0,01 (0,08) | 0,01 (0,08) |
| Dummy de ano 2004 | -0,11 (0,11) | -0,12 (0,11) | -0,10 (0,11) | -0,11 (0,11) | -0,11 (0,11) | -0,12 (0,11) | -0,11 (0,11) | -0,12 (0,11) |
| Dummy de ano 2005 | 0,16 (0,10) | 0,13 (0,10) | 0,16 (0,10) | 0,14 (0,10) | 0,15 (0,10) | 0,13 (0,10) | 0,15 (0,10) | 0,13 (0,10) |
| Dummy de ano 2006 | 0,28*** (0,10) | 0,25** (0,10) | 0,28*** (0,10) | 0,25** (0,10) | 0,28*** (0,10) | 0,25** (0,10) | 0,28*** (0,10) | 0,25** (0,10) |
| Dummy de ano 2007 | 0,54*** (0,10) | 0,51*** (0,09) | 0,54*** (0,09) | 0,51*** (0,09) | 0,54*** (0,09) | 0,51*** (0,09) | 0,54*** (0,09) | 0,50*** (0,09) |
| Dummy de ano 2008 | 0,53*** (0,10) | 0,50*** (0,09) | 0,53*** (0,10) | 0,50*** (0,09) | 0,53*** (0,10) | 0,49*** (0,09) | 0,53*** (0,10) | 0,49*** (0,10) |
| Dummy de ano 2009 | 0,61*** (0,10) | 0,57*** (0,09) | 0,61*** (0,10) | 0,57*** (0,09) | 0,61*** (0,09) | 0,57*** (0,09) | 0,61*** (0,09) | 0,57*** (0,10) |
| Dummy de ano 2010 | 0,59*** (0,10) | 0,55*** (0,10) | 0,59*** (0,10) | 0,55*** (0,09) | 0,59*** (0,10) | 0,55*** (0,09) | 0,59*** (0,10) | 0,55*** (0,10) |

| | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Dummy de ano 2011 | 0,69*** (0,10) | 0,65*** (0,09) | 0,69*** (0,10) | 0,65*** (0,09) | 0,69*** (0,09) | 0,64*** (0,09) | 0,69*** (0,09) | 0,64*** (0,10) |
| PUBLICA*Ano 2004 | 0,18 (0,13) | 0,20 (0,13) | 0,18 (0,13) | 0,20 (0,13) | 0,18 (0,13) | 0,20 (0,12) | 0,18 (0,13) | 0,20 (0,12) |
| PUBLICA*Ano 2005 | 0,02 (0,12) | 0,05 (0,12) | 0,02 (0,12) | 0,04 (0,12) | 0,02 (0,12) | 0,05 (0,12) | 0,02 (0,12) | 0,05 (0,12) |
| PUBLICA*Ano 2006 | 0,02 (0,11) | 0,05 (0,11) | 0,01 (0,11) | 0,04 (0,11) | 0,01 (0,11) | 0,04 (0,11) | 0,02 (0,11) | 0,05 (0,11) |
| PUBLICA*Ano 2007 | -0,16 (0,11) | -0,13 (0,11) | -0,17 (0,11) | -0,15 (0,11) | -0,19* (0,11) | -0,17 (0,11) | -0,18 (0,11) | -0,15 (0,11) |
| PUBLICA*Ano 2008 | -0,23** (0,11) | -0,21* (0,11) | -0,26** (0,11) | -0,23** (0,11) | -0,26** (0,11) | -0,24** (0,11) | -0,25** (0,11) | -0,23** (0,11) |
| PUBLICA*Ano 2009 | -0,18 (0,11) | -0,15 (0,11) | -0,22** (0,11) | -0,19* (0,11) | -0,25** (0,12) | -0,23* (0,12) | -0,23** (0,12) | -0,21* (0,11) |
| PUBLICA*Ano 2010 | -0,07 (0,11) | -0,05 (0,11) | -0,10 (0,11) | -0,08 (0,11) | -0,11 (0,11) | -0,09 (0,11) | -0,10 (0,11) | -0,08 (0,11) |
| PUBLICA*Ano 2011 | -0,18 (0,11) | -0,16 (0,11) | -0,21* (0,11) | -0,19* (0,11) | -0,21* (0,11) | -0,20* (0,11) | -0,20* (0,11) | -0,19* (0,11) |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|
| KDISC | - | - | 0,11*** | 0,11*** | - | - | - | - |
| | | | (0,03) | (0,03) | | | | |
| KAPDOC | - | - | - | - | 0,04** | 0,04** | - | - |
| | | | | | (0,02) | (0,02) | | |
| KAPDISC | - | - | - | - | - | - | 0,05*** | 0,05*** |
| | | | | | | | (0,02) | (0,02) |
| Constante | -0,14* | -0,11 | -0,13* | -0,10 | -0,12* | -0,10 | -0,13* | -0,10 |
| | (0,07) | (0,07) | (0,07) | (0,07) | (0,07) | (0,07) | (0,07) | (0,07) |
| Observações | 1654 | 2083 | 1654 | 2083 | 1654 | 2083 | 1654 | 2083 |
| AIC | 19182,35 | 23550,82 | 19172,98 | 23541,06 | 19180,19 | 23548,42 | 19178,74 | 23546,92 |
| BIC | 19333,86 | 23720,07 | 19324,49 | 23710,30 | 19331,69 | 23717,66 | 19330,24 | 23716,17 |
| Teste Razão Verossimilhança | - | 1699,39*** | - | 1684,22*** | - | 1703,67*** | - | 1720,38*** |
| Teste de Hausmann | FE (1) x RE (1): | 61,74*** | FE (2) x RE (2): | 73,31*** | FE (3) x RE (3): | 57,79*** | FE (4) x RE (4): | 76,99*** |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Na tabela 12, as estimações dos modelos binomial negativo e o inflado de zeros são usadas para determinar os efeitos que as variáveis explicativas causam na produção de conhecimento tecnológico (patentes) pelas universidades e faculdades do País.

Nessas estimações são feitas algumas mudanças na especificação econométrica quando comparadas com aquelas da tabela 10 para a produção científica. Em particular, a variável vinculada aos programas da área de ciências humanas (HUMANAS) e aquela que confirma a existência de programas altamente qualificados nessa mesma área (NOTA_HUM) são retiradas, tendo em vista que a geração de patentes ocorre mais comumente nas outras áreas de conhecimento de exatas e biológicas, que são mais voltadas para a produção tecnológica.

Novamente, é utilizado o teste de Vuong para a decisão entre o modelo Binomial Negativo e Binomial Negativo Inflado de Zeros. E o modelo inflado de zeros é escolhido como o de melhor ajuste entre as especificações, assim como estes apresentam os menores valores para os critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC), sendo possível confirmar na tabela 12, colunas 2, 4, 6 e 8.

Especificamente, os resultados indicam que a contagem de depósitos de patentes universitárias é altamente sensível ao tamanho da instituição, situação comprovada por meio da variável DISC. Assim como visto para a produção científica (tabela 10), instituições maiores estão mais aptas a criar conhecimento patenteável por possuírem mais recursos para serem alocados no desenvolvimento desse produto. Resultados similares são encontrados na literatura internacional por Gurmu *et al.* (2010), Hewitt-Dundas (2012), Bulut e Moschini (2009) e Coupé (2003).

Os coeficientes de quantidade de programas multidisciplinares não foram significativos. O grupo de variáveis que investigam a relação da quantidade de programas de pós-graduação por área de conhecimento EXATAS e BIO apresentam coeficientes positivos e significativos. No caso da variável BIO, apenas houve significância nas equações em que se utilizou a variável de investimento KAPDOC (tabela 12, coluna 6) e KAPDISC (tabela 12, coluna 8). Amadei e Torkomian (2009) argumentam sobre a importância dos programas de pós-graduação para a produção do conhecimento tecnológico das universidades do estado de São Paulo. Segundo eles, esse nível de ensino seria “a espinha dorsal da pesquisa científica”. O efeito de programas de pós com excelência na área de exatas (NOTA_EX) foi positivo e significativo a 10% apenas na especificação que utiliza a variável investimento total/docente

(tabela 12, coluna 2). Logo, nesse caso, os programas altamente qualificados de exatas seriam mais efetivos na produção de patentes do que os da área de ciências biológicas.

A produção de pesquisa aplicada foi altamente sensível ao seu *status* jurídico, pois a variável que indica se uma instituição é pública apresentou em todas as especificações coeficientes positivos e significativos (tabela 12, colunas 2, 4, 6 e 8), indicando que estas tendem a patentear mais do conhecimento criado dentro de seus muros do que as privadas. Amadei e Torkomian (2009) confirmam essa predominância das universidades públicas paulistas na produção de depósitos de patentes sobre as privadas. Oliveira e Nunes (2013) destacam a importância das diretrizes públicas governamentais para o estabelecimento do padrão de ensino e pesquisa vigente nas instituições de ensino superior públicas, de um orçamento adequado para manter a qualidade da pesquisa e o aparato operacional necessário para as atividades administrativas e técnicas de proteção das patentes.

A produção de pesquisa aplicada foi altamente sensível à idade da instituição, ou seja, instituições mais antigas tenderiam a produzir mais depósitos de patentes. A relação de instituições mais antigas e a criação de patentes universitárias foi abordada por Crespi (2007), chegando a mesma conclusão. Entretanto, nesse trabalho se utilizou a produção de conhecimento total, somando artigos, capítulos de livros, livros, resenhas, patentes, dentre outros.

Verifica-se que o coeficiente da variável de recursos humanos da pós-graduação (DOCALU_POS) é negativo e estatisticamente significativo. O resultado difere de Crespi (2007), Gurmu *et al.* (2010) e Abigail e Siow (2003), que apresentaram e confirmaram em seus trabalhos a relação positiva entre os docente e pós-graduandos e a criação de conhecimento aplicado.

Os resultados indicam que a contagem de depósitos de patentes universitárias é altamente relacionada com o investimento, não importando se a variável investimento é incluída como investimento total/docente (KDOC) ou investimento total/discente (KDISC) ou investimento auxílio em pesquisa/docente (KAPDOC) ou investimento auxílio em pesquisa/discente (KAPDISC). Os coeficientes são positivos e significativos para todos os níveis de significância. Entre estas variáveis, a que possui o maior valor é o investimento total por aluno (tabela 12, coluna 4). Tal resultado está de acordo com parte da literatura. Há evidências de que os investimentos universitários ou gastos federais em pesquisa são positivamente associados à produção tecnológica (GURMU *et al.*, 2010; FISCH *et al.*, 2015; ABIGAIL e SIOW, 2003).

As *dummies* indicam que as universidades aumentaram sua produção científica em 2011, que é a categoria de referência para as *dummies*.

Tabela 12: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico (depósitos de patentes com titularidade das universidades) nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo tradicional e inflado de zero Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PAT | Binomial Negativo (1) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (2) | Binomial Negativo (3) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (4) | Binomial Negativo (5) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (6) | Binomial Negativo (7) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (8) |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|
| DISC | 0,47*** (0,08) | 0,54*** (0,09) | 0,55*** (0,09) | 0,64*** (0,10) | 0,38*** (0,08) | 0,40*** (0,09) | 0,44*** (0,08) | 0,47*** (0,09) |
| KDOC | 0,73*** (0,07) | 0,59*** (0,06) | - | - | - | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,06 (0,06) | -0,27*** (0,10) | 0,04 (0,07) | -0,30*** (0,10) | 0,04 (0,06) | -0,37*** (0,11) | 0,02 (0,07) | -0,40*** (0,11) |
| IDADE | 0,25*** (0,05) | 0,16*** (0,05) | 0,32*** (0,06) | 0,22*** (0,05) | 0,30*** (0,05) | 0,19*** (0,05) | 0,36*** (0,06) | 0,23*** (0,05) |
| EXATAS | 0,09** (0,04) | 0,06* (0,04) | 0,13** (0,06) | 0,08* (0,04) | 0,12** (0,06) | 0,08** (0,04) | 0,16** (0,08) | 0,10** (0,05) |
| BIO | 0,17** (0,09) | 0,11 (0,07) | 0,13 (0,10) | 0,07 (0,08) | 0,44*** (0,09) | 0,33*** (0,08) | 0,37*** (0,11) | 0,26*** (0,08) |
| MULTI | -0,09 (0,07) | -0,06 (0,06) | -0,04 (0,07) | -0,01 (0,07) | -0,09 (0,08) | -0,04 (0,07) | -0,03 (0,08) | 0,01 (0,07) |
| NOTA_EX | 0,51*** | 0,25* | 0,48*** | 0,20 | 0,41** | 0,14 | 0,39** | 0,12 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | (0,16) | (0,15) | (0,17) | (0,15) | (0,17) | (0,16) | (0,18) | (0,16) |
| Dummy de ano 2003 | -1,16*** | -0,92*** | -1,26*** | -1,03*** | -1,03*** | -0,76*** | -1,11*** | -0,83*** |
| | (0,24) | (0,24) | (0,25) | (0,25) | (0,25) | (0,24) | (0,25) | (0,25) |
| Dummy de ano 2004 | -0,89*** | -0,72*** | -0,97*** | -0,80*** | -0,68*** | -0,51** | -0,79*** | -0,60** |
| | (0,23) | (0,23) | (0,24) | (0,23) | (0,24) | (0,23) | (0,24) | (0,24) |
| Dummy de ano 2005 | -1,09*** | -0,93*** | -1,13*** | -0,97*** | -0,80*** | -0,65*** | -0,89*** | -0,72*** |
| | (0,23) | (0,22) | (0,24) | (0,23) | (0,24) | (0,23) | (0,24) | (0,23) |
| Dummy de ano 2006 | -1,05*** | -0,89*** | -1,01*** | -0,86*** | -0,84*** | -0,68*** | -0,86*** | -0,69*** |
| | (0,23) | (0,22) | (0,23) | (0,23) | (0,23) | (0,22) | (0,24) | (0,23) |
| Dummy de ano 2007 | -0,79*** | -0,62*** | -0,73*** | -0,56** | -0,63*** | -0,46** | -0,61*** | -0,43* |
| | (0,22) | (0,21) | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,23) | (0,22) |
| Dummy de ano 2008 | -0,76*** | -0,61*** | -0,73*** | -0,57*** | -0,54** | -0,39* | -0,56** | -0,40* |
| | (0,21) | (0,20) | (0,22) | (0,21) | (0,22) | (0,21) | (0,22) | (0,21) |
| Dummy de ano 2009 | -0,60*** | -0,48** | -0,53** | -0,42** | -0,73*** | -0,58*** | -0,61*** | -0,48** |
| | (0,21) | (0,20) | (0,21) | (0,20) | (0,23) | (0,21) | (0,23) | (0,21) |
| Dummy de ano 2010 | -0,52** | -0,47** | -0,50** | -0,45** | -0,58*** | -0,52*** | -0,54** | -0,48** |
| | (0,20) | (0,19) | (0,21) | (0,20) | (0,22) | (0,20) | (0,22) | (0,20) |
| PUBLICA | 1,87*** | 1,91*** | 1,93*** | 1,99*** | 1,75*** | 1,79*** | 1,83*** | 1,88*** |

| | | | | | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | (0,14) | (0,14) | (0,14) | (0,14) | (0,14) | (0,14) | (0,14) | (0,15) |
| KDISC | - | - | 0,72*** | 0,60*** | - | - | - | - |
| | | | (0,08) | (0,075) | | | | |
| KAPDOC | - | - | - | - | 0,65*** | 0,51*** | - | - |
| | | | | | (0,08) | (0,07) | | |
| KAPDISC | - | - | - | - | - | - | 0,66*** | 0,56*** |
| | | | | | | | (0,11) | (0,09) |
| Constante | -1,63*** | -1,30*** | -1,61*** | -1,29*** | -1,58*** | -1,19*** | -1,56*** | -1,20*** |
| | (0,18) | (0,17) | (0,18) | (0,18) | (0,18) | (0,18) | (0,19) | (0,18) |
| Observações | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 |
| R2 | 0,22 | - | 0,21 | - | 0,20 | - | 0,19 | - |
| AIC | 3634,77 | 3543,12 | 3663,67 | 3580,53 | 3694,12 | 3592,21 | 3733,09 | 3617,13 |
| BIC | 3747,60 | 3667,23 | 3684,81 | 3704,65 | 3806,95 | 3716,33 | 3845,92 | 3741,25 |
| Alpha | 0,82*** | 0,58*** | 0,94*** | 0,67*** | 0,97*** | 0,69*** | 1,04*** | 0,74*** |
| Vuong Test | - | 5,21*** | - | 5,53*** | - | 5,08*** | - | 5,29*** |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Por meio da tabela 13, observam-se os resultados para o modelo Binomial Negativo para dados em painel, definindo-se os determinantes da produção tecnológica universitária. Novamente as vantagens são a revisão e correção de sinais contrários à literatura, corrigindo algum viés resultante de efeitos não-observados. O teste de Hausmann foi aplicado e novamente apresentou como estimação preferencial a de efeitos fixos.

A variável proporção de docente/discentes da pós-graduação (DOC_ALUPOS) teve o seu sinal trocado, passando a ser positivo, e manteve a significância. Esse resultado está em consonância com a literatura de que quanto mais professores doutores e pós-graduandos maior será a produção de pesquisa aplicada por parte das instituições (GURMU *et al.*, 2010), pois são os profissionais engajados na pesquisa de ponta. Na literatura brasileira, também existe trabalho que relaciona um corpo técnico altamente qualificado (docentes e discente de pós-graduação) e a geração de conhecimento aplicado (SORIA *et al.*, 2010).

Outras variáveis perderam suas significâncias, como por exemplo a de tamanho (DISC), as *dummies* de nota para as áreas exatas (NOTA_EX), não indicando diferença de produção tecnológica entre as áreas de exatas e biológicas e a de investimento total/discente.

Como mencionado na análise da tabela 12, o tamanho da instituição é considerado por muito dos trabalhos um determinante essencial para a produção de patentes universitárias. Entretanto, Fisch *et al.* (2015) também não encontraram tal relação, ainda que sua amostra das 300 maiores universidades mundiais seja extremamente distinta da utilizada no presente estudo.

O sinal negativo e significativo dos coeficientes relativos às variáveis de investimento (KDOC, KAPDOC e KAPDISC), apesar de intrigante, corrobora o argumento de Whalley e Hicks (2013) de que, para o caso das universidades norte-americanas, os investimentos públicos em pesquisa nas universidades afetam de modo mais incidente o desenvolvimento de pesquisa básica em relação à pesquisa aplicada.

As demais variáveis apresentaram coeficientes condizentes com a literatura, a idade da instituição teve sinal positivo e significativo, assim como as variáveis de programas de pós-graduação nas áreas de exatas e biológicas, que podem ser comparadas com as de *hard science*, que no artigo de David (2013) tiveram um impacto positivo e significativo sobre a produção de pesquisa nas melhores e mais prestigiadas universidades norte-americanas. Dessa forma, programas de pós nessas duas áreas afetam positivamente o número de depósitos de patentes, ou seja, influenciam a produção de pesquisa nas universidades brasileiras.

As *dummies* de tempo de 2003, 2004 e 2005 com sinais negativos e significativos demonstram que as universidades da amostra aumentaram sua produção tecnológica no ano mais recente, que é a categoria de referência. Tal resultado é repetido pelas *dummies* de interação nos anos de 2003, 2007 e 2009, comprovando o aumento da produção nas universidades públicas.

Tabela 13: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo por método em painel de dados. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PAT | Binomial Negativo FE (1) | Binomial Negativo RE (2) | Binomial Negativo FE (3) | Binomial Negativo RE (4) | Binomial Negativo FE (5) | Binomial Negativo RE (6) | Binomial Negativo FE (7) | Binomial Negativo RE (8) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DISC | -0,17 (0,18) | 0,12 (0,14) | -0,09 (0,18) | 0,15 (0,14) | -0,12 (0,18) | 0,11 (0,14) | -0,13 (0,18) | 0,09 (0,14) |
| KDOC | -0,13** (0,06) | -0,03 (0,05) | - | - | - | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,19** (0,08) | 0,18** (0,07) | 0,19** (0,09) | 0,17** (0,07) | 0,18** (0,09) | 0,18** (0,07) | 0,19** (0,09) | 0,18** (0,07) |
| IDADE | 0,68*** (0,22) | 0,64*** (0,16) | 0,50** (0,20) | 0,60*** (0,14) | 0,61*** (0,21) | 0,66*** (0,15) | 0,51** (0,20) | 0,62*** (0,14) |
| EXATAS | 0,20*** (0,05) | 0,22*** (0,05) | 0,20*** (0,05) | 0,21*** (0,05) | 0,20*** (0,05) | 0,22*** (0,05) | 0,20*** (0,05) | 0,22*** (0,05) |
| BIO | 0,20** (0,08) | 0,38*** (0,11) | 0,21** (0,09) | 0,35*** (0,12) | 0,21** (0,09) | 0,42*** (0,11) | 0,24** (0,10) | 0,46*** (0,11) |
| MULTI | -0,08*** (0,03) | -0,06** (0,03) | -0,09*** (0,03) | -0,06** (0,03) | -0,10*** (0,03) | -0,06** (0,03) | -0,10*** (0,03) | -0,06** (0,03) |
| NOTA_EX | 0,08 (0,13) | 0,20 (0,13) | 0,10 (0,14) | 0,21 (0,13) | 0,11 (0,13) | 0,20 (0,13) | 0,10 (0,13) | 0,20 (0,13) |

| | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| Dummy de ano 2003 | -0,84* | -1,39*** | -0,79* | -1,40*** | -0,79* | -1,38*** | -0,78* | -1,37*** |
| | (0,46) | (0,45) | (0,47) | (0,45) | (0,47) | (0,45) | (0,47) | (0,45) |
| Dummy de ano 2004 | -0,95* | -1,63*** | -0,91* | -1,64*** | -0,91* | -1,62*** | -0,90* | -1,62*** |
| | (0,50) | (0,52) | (0,51) | (0,52) | (0,50) | (0,52) | (0,51) | (0,52) |
| Dummy de ano 2005 | -0,90* | -1,60*** | -0,85* | -1,61*** | -0,85* | -1,58*** | -0,84* | -1,58*** |
| | (0,49) | (0,51) | (0,50) | (0,52) | (0,49) | (0,51) | (0,49) | (0,51) |
| Dummy de ano 2006 | -0,76 | -1,60*** | -0,73 | -1,61*** | -0,72 | -1,58*** | -0,71 | -1,58*** |
| | (0,46) | (0,52) | (0,47) | (0,52) | (0,47) | (0,52) | (0,47) | (0,52) |
| Dummy de ano 2007 | -0,30 | -1,14*** | -0,29 | -1,16*** | -0,27 | -1,12*** | -0,27 | -1,13*** |
| | (0,39) | (0,42) | (0,40) | (0,42) | (0,40) | (0,42) | (0,40) | (0,42) |
| Dummy de ano 2008 | -0,46 | -1,20*** | -0,40 | -1,21*** | -0,41 | -1,18*** | -0,40 | -1,19*** |
| | (0,40) | (0,42) | (0,41) | (0,42) | (0,40) | (0,42) | (0,40) | (0,42) |
| Dummy de ano 2009 | 0,03 | -0,81** | 0,05 | -0,83** | 0,09 | -0,78** | 0,08 | -0,80** |
| | (0,35) | (0,38) | (0,36) | (0,38) | (0,35) | (0,38) | (0,35) | (0,38) |
| Dummy de ano 2010 | -0,13 | -0,89** | -0,10 | -0,91** | -0,10 | -0,88** | -0,10 | -0,89** |
| | (0,35) | (0,36) | (0,36) | (0,36) | (0,35) | (0,36) | (0,36) | (0,36) |
| PUBLICA*Ano 2003 | -1,12** | -0,10 | -1,04** | -0,05 | -1,10** | -0,11 | -1,09** | -0,09 |
| | (0,48) | (0,48) | (0,48) | (0,47) | (0,48) | (0,47) | (0,48) | (0,47) |

| | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| PUBLICA*Ano 2004 | -0,81 (0,51) | 0,25 (0,54) | -0,75 (0,52) | 0,30 (0,54) | -0,81 (0,52) | 0,22 (0,54) | -0,81 (0,52) | 0,24 (0,54) |
| PUBLICA*Ano 2005 | -0,71 (0,50) | 0,38 (0,54) | -0,65 (0,51) | 0,42 (0,54) | -0,72 (0,50) | 0,33 (0,53) | -0,71 (0,50) | 0,34 (0,53) |
| PUBLICA*Ano 2006 | -0,64 (0,47) | 0,56 (0,54) | -0,60 (0,49) | 0,59 (0,54) | -0,68 (0,48) | 0,52 (0,53) | -0,66 (0,48) | 0,54 (0,54) |
| PUBLICA*Ano 2007 | -0,68* (0,41) | 0,54 (0,44) | -0,63 (0,42) | 0,57 (0,44) | -0,68* (0,41) | 0,50 (0,43) | -0,66 (0,42) | 0,52 (0,44) |
| PUBLICA*Ano 2008 | -0,40 (0,41) | 0,66 (0,44) | -0,40 (0,42) | 0,68 (0,44) | -0,46 (0,41) | 0,61 (0,44) | -0,44 (0,42) | 0,64 (0,44) |
| PUBLICA*Ano 2009 | -0,77** (0,36) | 0,25 (0,40) | -0,81** (0,37) | 0,27 (0,40) | -0,84** (0,37) | 0,23 (0,40) | -0,83** (0,37) | 0,25 (0,40) |
| PUBLICA*Ano 2010 | -0,25 (0,36) | 0,63* (0,37) | -0,28 (0,37) | 0,65* (0,37) | -0,27 (0,36) | 0,63* (0,37) | -0,27 (0,36) | 0,64* (0,37) |
| KDISC | - | - | -0,03 (0,05) | 0,01 (0,04) | - | - | - | - |
| KAPDOC | - | - | - | - | -0,07** (0,03) | -0,05 (0,03) | - | - |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| KAPDISC | - | - | - | - | - | - | -0,07* | -0,05* |
| | | | | | | | (0,04) | (0,03) |
| Constante | 1,80*** | 0,97*** | 1,53*** | 0,90*** | 1,63*** | 1,00*** | 1,59*** | 0,96*** |
| | (0,29) | (0,25) | (0,26) | (0,23) | (0,26) | (0,23) | (0,26) | (0,22) |
| Observações | 883 | 2083 | 883 | 2083 | 883 | 2083 | 883 | 2083 |
| AIC | 2079,09 | 3148,53 | 2083,96 | 3148,72 | 2079,39 | 3146,19 | 2080,55 | 3145,73 |
| BIC | 2201,94 | 3306,50 | 2206,81 | 3306,68 | 2202,24 | 3304,15 | 2203,40 | 3303,69 |
| Teste Razão Verossimilhança | - | 351,07*** | - | 454,13*** | - | 436,67*** | - | 495,22*** |
| Teste de Hausmann | FE (1) x RE (1): 183,29*** | | FE (2) x RE (2): 126,66*** | | FE (3) x RE (3): 57,65*** | | FE (4) x RE (4): 125,06*** | |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Com a intenção de explorar a questão da produtividade dentro das universidades brasileiras, foram realizadas estimações econométricas usando um indicador de produtividade dos docentes universitários (publicações *per capita*) como variável dependente. Os resultados são divulgados na tabela 14.

Pelo procedimento do teste de Hausmann feito, conclui-se que a estimação por efeitos fixos é a ideal nesse caso (tabela 14, colunas 1, 3, 5 e 7). Em termos de resultados, muitos pontos merecem destaque.

Primeiramente, a proporção de docentes/alunos de pós-graduação (DOC_ALUPOS), que investiga o efeito do insumo alocado no nível de mestrado e doutorado, se mostrou não significativo, assim como a IDADE e a variável de investimento auxílio em pesquisa/discente (KAPDISC).

A variável investimento total/discente se mostrou positiva e altamente significativa, indicando que o aumento desse investimento melhora a produtividade científica dos docentes universitários.

O total de programas de mestrado e doutorado na área biológica (BIO) não teve um efeito significativo na produtividade das instituições, enquanto os programas das demais áreas (EXATAS, HUMANAS e MULTI) indicaram um efeito positivo e significativo, confirmando a importância de um sistema de pós-graduação maduro e que abrange diversas áreas de conhecimento (MARTINS, 2000; CRESPI, 2007). O efeito da qualidade da pós-graduação sobre a produtividade científica teve resultados diversos entre as áreas de conhecimento. A excelência em programas de pós na área de humanas (NOTA_HUM) não parece influenciar significativamente na produtividade da instituição, enquanto na área das ciências exatas o coeficiente foi negativo e significativo. Logo, programas em áreas de exatas tenderiam a influenciar menos na produtividade universitária do que os programas da área de ciências biológicas.

Apesar de as *dummies* de tempo serem não significativas, as de interação apresentaram-se significativas e com coeficientes positivos entre os anos de 2005 a 2010, mostrando que as universidades públicas diminuiram sua produtividade científica no ano mais recente, que é a categoria de referência.

Tabela 14: Determinantes da produção de conhecimento científico *per capita* nas instituições de ensino superior. Estimação por método em painel de dados. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PUBpercapita | FE (1) | RE (2) | FE (3) | RE (4) | FE (5) | RE (6) | FE (7) | RE (8) |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| DISC | 101,5*** (30,6) | 129,3*** (29,56) | 105,3*** (31,02) | 129,1*** (29,97) | 99,50*** (30,59) | 126,4*** (29,75) | 100,7*** (31,07) | 122,1*** (29,93) |
| KDOC | 194,30*** (27,1) | 209,8*** (28,13) | - | - | - | - | - | - |
| DOCALU_POS | -0,20 (9,35) | -1,113 (10,19) | -0,936 (9,461) | -1,872 (10,32) | -0,0636 (9,349) | -1,234 (10,23) | -0,957 (9,482) | -1,974 (10,37) |
| IDADE | 2040 (2686) | 85,02 (59,95) | 2099 (2717) | 116,5* (60,12) | 2189 (2685) | 117,2* (60,80) | 2115 (2723) | 120,1** (59,02) |
| EXATAS | 100,8*** (19,08) | 140,5*** (20,08) | 102,4*** (19,30) | 143,9*** (20,33) | 101,2*** (19,07) | 142,3*** (20,18) | 102,3*** (19,34) | 144,5*** (20,39) |
| HUMANAS | 751,4*** (59,27) | 893,9*** (55,22) | 781,3*** (59,81) | 931,5*** (55,65) | 765,3*** (59,14) | 915,9*** (55,47) | 782,5*** (59,97) | 929,2*** (55,61) |
| BIO | 120,2 (113,9) | 1,931*** (66,03) | 120,6 (115,3) | 1,953*** (67,11) | 84,96 (114,0) | 1,954*** (66,62) | 126,5 (115,7) | 1,996*** (65,98) |
| MULTI | 368,5*** (20,38) | 323,8*** (21,90) | 402,8*** (19,92) | 361,4*** (21,51) | 384,1*** (19,84) | 346,3*** (21,54) | 409,5*** (19,84) | 368,4*** (21,49) |

| | | | | | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| NOTA_EX | -335,8*** | -361,3*** | -368,1*** | -397,3*** | -356,4*** | -389,1*** | -375,7*** | -405,9*** |
| | (39,47) | (42,42) | (39,61) | (42,67) | (39,13) | (42,29) | (39,63) | (42,76) |
| NOTA_HUM | -43,66 | 16,35 | -43,27 | 21,14 | -44,00 | 25,73 | -35,89 | 29,09 |
| | (74,74) | (80,04) | (75,65) | (81,12) | (74,71) | (80,37) | (75,77) | (81,36) |
| Dummy de ano 2003 | -83,89 | -47,34 | -89,50 | -55,52 | -89,81 | -52,22 | -90,71 | -58,30 |
| | (114,3) | (45,89) | (115,6) | (46,46) | (114,2) | (46,08) | (115,9) | (46,64) |
| Dummy de ano 2004 | -161,3 | -61,15 | -168,7 | -70,12 | -172,1 | -66,60 | -170,2 | -72,93 |
| | (216,2) | (45,89) | (218,7) | (46,45) | (216,1) | (46,08) | (219,2) | (46,63) |
| Dummy de ano 2005 | -242,1 | -73,97 | -250,3 | -82,87* | -258,4 | -80,42* | -252,4 | -85,73* |
| | (320,0) | (46,09) | (323,7) | (46,66) | (319,8) | (46,29) | (324,4) | (46,82) |
| Dummy de ano 2006 | -305,4 | -68,92 | -313,9 | -76,85 | -327,8 | -76,40 | -315,9 | -78,76* |
| | (423,1) | (46,45) | (428,0) | (47,01) | (422,9) | (46,66) | (429,0) | (47,16) |
| Dummy de ano 2007 | -404,2 | -102,2** | -413,1 | -109,6** | -430,2 | -108,9** | -415,6 | -111,7** |
| | (528,1) | (47,07) | (534,2) | (47,64) | (527,8) | (47,30) | (535,4) | (47,77) |
| Dummy de ano 2008 | -473,4 | -95,04** | -478,1 | -96,57** | -508,9 | -104,3** | -480,5 | -97,64** |
| | (633,2) | (47,75) | (640,6) | (48,33) | (633,0) | (48,03) | (642,0) | (48,44) |
| Dummy de ano 2009 | -603,8 | -157,1*** | -612,1 | -161,8*** | -644,4 | -167,8*** | -615,5 | -163,5*** |
| | (738,3) | (48,57) | (746,9) | (49,14) | (738,0) | (48,85) | (748,5) | (49,22) |

| | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Dummy de ano 2010 | -658,1 (843,5) | -137,3*** (49,51) | -672,4 (853,3) | -147,8*** (50,07) | -696,8 (843,2) | -144,4*** (49,79) | -677,1 (855,2) | -151,0*** (50,11) |
| PUBLICA*Ano 2003 | 48,70 (65,86) | 83,41 (69,30) | 34,82 (66,60) | 73,24 (70,15) | 48,99 (65,83) | 82,30 (69,66) | 29,01 (66,74) | 69,37 (70,38) |
| PUBLICA*Ano 2004 | 80,58 (65,97) | 65,80 (69,34) | 83,00 (66,74) | 73,56 (70,19) | 88,99 (65,95) | 75,58 (69,67) | 81,18 (66,89) | 73,46 (70,41) |
| PUBLICA*Ano 2005 | 118,1* (66,12) | 96,60 (69,56) | 141,6** (66,79) | 128,3* (70,29) | 138,6** (65,98) | 123,1* (69,75) | 146,9** (66,91) | 135,9* (70,45) |
| PUBLICA*Ano 2006 | 202,1*** (66,24) | 138,9** (69,60) | 235,4*** (66,81) | 181,2*** (70,22) | 219,7*** (66,03) | 165,3** (69,75) | 242,8*** (66,91) | 191,9*** (70,37) |
| PUBLICA*Ano 2007 | 59,41 (66,74) | -43,28 (69,91) | 94,87 (67,30) | 1,462 (70,52) | 84,93 (66,44) | -10,06 (69,96) | 105,1 (67,36) | 15,01 (70,63) |
| PUBLICA*Ano 2008 | 432,5*** (67,91) | 324,0*** (71,11) | 506,2*** (67,76) | 412,1*** (70,97) | 422,7*** (68,12) | 339,9*** (71,91) | 521,6*** (67,99) | 436,6*** (71,31) |
| PUBLICA*Ano 2009 | 480,7*** (69,19) | 328,6*** (72,09) | 540,9*** (69,44) | 401,4*** (72,38) | 490,0*** (68,93) | 355,6*** (72,34) | 557,4*** (69,59) | 425,9*** (72,64) |
| PUBLICA*Ano 2010 | 699,9*** (69,99) | 484,5*** (72,37) | 745,6*** (70,50) | 540,3*** (72,93) | 716,3*** (69,69) | 511,5*** (72,55) | 760,2*** (70,55) | 559,2*** (73,05) |

| | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|
| KDISC | - | - | 67,69*** (22,80) | 59,15** (23,87) | - | - | - | - |
| KAPDOC | - | - | - | - | 108,3*** (14,88) | 89,91*** (16,12) | - | - |
| KAPDISC | - | - | - | - | - | - | 11,12 (12,66) | -4,295 (13,75) |
| Constante | 1603*** (425,5) | 1400*** (65,35) | 1606*** (430,5) | 1399*** (65,80) | 1626*** (425,4) | 1405*** (66,38) | 1606*** (431,4) | 1398*** (64,89) |
| Observações | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 | 2083 |
| R ² | 0,63 | - | 0,62 | - | 0,63 | - | 0,62 | - |
| Teste de Hausmann | FE (1) x RE (1): 390,17*** | | FE (2) x RE (2): 404,43*** | | FE (3) x RE (3): 239,18*** | | FE (4) x RE (4): 440,95*** | |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

5.2 Análise de Robustez: amostra das instituições de ensino públicas²⁶

Para efeitos de comparação e robustez, as estimações da seção anterior são refeitas considerando-se apenas as instituições de ensino superior públicas. Isso posto, na tabela 15 apresentam-se os resultados para a estimação dos determinantes da produção científica (publicações) seguindo o modelo binomial negativo para quatro especificações, revezando a utilização que investiga o efeito do investimento.

A primeira questão é explicar que foi utilizado o teste Vuong e o modelo binomial negativo inflado de zeros foi o modelo preterido, por conta da amostra que contém apenas instituições públicas, as quais apresentam menos observações iguais a zero na variável dependente (apenas 10,9%).

Os resultados seguem a tendência dos resultados da tabela 10 para a amostra total. Existe alguma perda ou ganho de significância em algumas variáveis, mas no geral o aumento dos coeficientes de todas as variáveis é o que merece atenção e principalmente a mudança de sinal da variável DOC_ALUPOS, que anteriormente era negativa e significativa, torna-se positiva. Desse modo, mais insumos altamente qualificados que se encontram nos níveis de mestrado e doutorado nas instituições públicas aumentariam o nível de conhecimento científico produzido.

Assim, considerando-se o quadro geral e o fato de que não há mudança de sinais, os determinantes associados com o universo das instituições de ensino superior brasileiras são os mesmos para as instituições públicas, inclusive com um efeito mais intenso nas últimas.

Tabela 15: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior públicas brasileiras. Estimação pelo modelo binomial negativo. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PUB | Binomial Negativo (1) | Binomial Negativo (2) | Binomial Negativo (3) | Binomial Negativo (4) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| DISC | 0,50*** (0,14) | 0,58*** (0,15) | 0,22* (0,13) | 0,33** (0,14) |
| KDOC | 0,52*** (0,07) | - | - | - |

²⁶ No apêndice, encontram-se as estimações em que são adicionados aos modelos *dummies* de região para a amostra de instituições públicas e notas metodológicas em relação à agregação de áreas de conhecimento.

| | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|---------|
| DOCALU_POS | 0,42*** | 0,42*** | 0,36*** | 0,35*** |
| | (0,11) | (0,11) | (0,11) | (0,11) |
| IDADE | 0,11** | 0,18*** | 0,18*** | 0,22*** |
| | (0,06) | (0,06) | (0,06) | (0,06) |
| EXATAS | 0,07* | 0,11* | 0,11** | 0,13** |
| | (0,04) | (0,06) | (0,05) | (0,06) |
| HUMANAS | 0,47*** | 0,73*** | 0,56*** | 0,72*** |
| | (0,10) | (0,11) | (0,10) | (0,11) |
| BIO | -0,07 | -0,34*** | 0,08 | -0,14* |
| | (0,08) | (0,08) | (0,07) | (0,08) |
| MULTI | -0,25*** | -0,21*** | -0,22*** | -0,19** |
| | (0,07) | (0,07) | (0,08) | (0,08) |
| NOTA_EX | 0,98*** | 0,84*** | 0,85*** | 0,78*** |
| | (0,16) | (0,16) | (0,16) | (0,16) |
| NOTA_HUM | -0,53** | -0,55** | -0,44* | -0,48* |
| | (0,24) | (0,25) | (0,24) | (0,25) |
| Dummy de ano 2003 | -0,06 | -0,20 | 0,02 | -0,08 |
| | (0,23) | (0,23) | (0,24) | (0,24) |
| Dummy de ano 2004 | -0,10 | -0,18 | 0,05 | -0,0004 |
| | (0,23) | (0,23) | (0,24) | (0,23) |
| Dummy de ano 2005 | -0,25 | -0,32 | -0,08 | -0,13 |
| | (0,23) | (0,23) | (0,23) | (0,23) |
| Dummy de ano 2006 | -0,25 | -0,29 | -0,09 | -0,09 |
| | (0,23) | (0,22) | (0,23) | (0,23) |
| Dummy de ano 2007 | -0,15 | -0,17 | -0,07 | -0,08 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,23) | (0,23) |
| Dummy de ano 2008 | -0,26 | -0,27 | -0,14 | -0,13 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,22) |
| Dummy de ano 2009 | -0,20 | -0,19 | -0,33 | -0,26 |

| | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (0,22) | (0,22) | (0,23) | (0,22) |
| Dummy de ano 2010 | -0,13 | -0,12 | -0,19 | -0,15 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,22) |
| KDISC | - | 0,53*** (0,06) | - | - |
| KAPDOC | - | - | 0,43*** (0,07) | - |
| KAPDISC | - | - | - | 0,51*** (0,08) |
| Constante | 6,30*** (0,17) | 6,41*** (0,17) | 6,27*** (0,18) | 6,34*** (0,17) |
| Observações | 879 | 879 | 879 | 879 |
| R2 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| AIC | 13641,95 | 13635,45 | 13669,50 | 13667,64 |
| BIC | 13742,30 | 13735,81 | 13769,86 | 13768 |
| Alpha | 0,85*** | 0,84*** | 0,87*** | 0,87*** |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Na tabela 16, seguem os resultados para estimação pelo modelo binomial negativo de efeitos fixos para a produção científica das universidades públicas brasileiras. Novamente, não há mudanças drásticas ao se comparar com resultados para a amostra toda (tabela 11), não apresentando nenhuma mudança de sinal, apenas maiores magnitudes nos coeficientes de algumas variáveis.

As alterações mais significativas podem ser listadas como a variável de investimento total/docente (KDOC) na tabela 16 (coluna 1) ao apresentar uma relação positiva e significativa a 10%, ao contrário do que aconteceu na tabela 11 (coluna 1) em que essa variável não foi significativa. Assim como KDOC, o restante das variáveis que investiga a relação do investimento com a produção de pesquisa básica indicou a relação positiva entre o produto e esses insumos. Esses resultados são especialmente interessantes, por confirmarem que o investimento alocado nessas instituições é determinante para o aumento da produção científica das mesmas. O tamanho e a idade da instituição novamente se mostraram

significativos e comprovaram que para a amostra pública são determinantes para a maior produção científica.

Com relação às variáveis que estão ligadas à pós-graduação, a proporção de docentes/alunos (DOC_ALUPOS) apresentou relação positiva com a produção de publicações, enquanto as *dummies* de nota, que representam a excelência do programa nas áreas de conhecimento, apenas a de nota da área de exatas (NOTA_EX) se apresentou significativa e com relação positiva, logo como a variável de referência é programas de excelência na área biológicas, conclui-se que os programas excelentes de exatas produzem mais que aqueles da área biológica. O coeficiente da variável NOTA_HUM foi não significativo. As variáveis do número de programas de pós em categorias de ciências exatas, humanas, biológicas e multidisciplinares se mostraram significantes, mas com sinais diversos entre si. Os coeficientes positivos da quantidade de programas de exatas (EXATAS) e humanas (HUMANAS) indicaram que programas de mestrado e doutorado nessas áreas aumentam a produção científica, sejam por meio de mais artigos, livros ou trabalhos completos em anais, enquanto programas de pós na área biológica (BIO), com significância nas colunas 1 e 2 da tabela 16 e multidisciplinar (MULTI), reduzem a produção.

Por meio das *dummies* de tempo, confirma-se que as universidades públicas aumentaram a produção de pesquisa básica no ano mais recente.

Tabela 16: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior públicas. Estimação do modelo Binomial Negativo por método em painel de dados. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PUB | Binomial Negativo FE (1) | Binomial Negativo FE (2) | Binomial Negativo FE (3) | Binomial Negativo FE (4) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DISC | 0,31*** (0,08) | 0,34*** (0,08) | 0,31*** (0,08) | 0,32*** (0,08) |
| KDOC | 0,06* (0,03) | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,13*** (0,02) | 0,14*** (0,02) | 0,13*** (0,02) | 0,14*** (0,02) |
| IDADE | 0,49*** (0,05) | 0,51*** (0,05) | 0,50*** (0,054) | 0,51*** (0,05) |

| | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| EXATAS | 0,08*** (0,02) | 0,08*** (0,02) | 0,08*** (0,02) | 0,08*** (0,02) |
| HUMANAS | 0,30*** (0,07) | 0,32*** (0,06) | 0,28*** (0,07) | 0,31*** (0,06) |
| BIO | -0,13** (0,06) | -0,16*** (0,06) | -0,06 (0,08) | -0,10 (0,06) |
| MULTI | -0,09*** (0,02) | -0,09*** (0,02) | -0,08*** (0,02) | -0,08*** (0,02) |
| NOTA_EX | 0,65*** (0,08) | 0,64*** (0,07) | 0,65*** (0,08) | 0,64*** (0,08) |
| NOTA_HUM | 0,12 (0,10) | 0,09 (0,10) | 0,12 (0,10) | 0,12 (0,10) |
| Dummy de ano 2003 | -0,38*** (0,11) | -0,36*** (0,11) | -0,35*** (0,11) | -0,36*** (0,11) |
| Dummy de ano 2004 | -0,43*** (0,11) | -0,40*** (0,11) | -0,40*** (0,11) | -0,41*** (0,11) |
| Dummy de ano 2005 | -0,28*** (0,11) | -0,26** (0,10) | -0,26** (0,11) | -0,26** (0,10) |
| Dummy de ano 2006 | -0,19** (0,09) | -0,17** (0,09) | -0,17** (0,09) | -0,17** (0,09) |
| Dummy de ano 2007 | -0,11 (0,08) | -0,10 (0,08) | -0,12 (0,08) | -0,11 (0,08) |
| Dummy de ano 2008 | -0,20*** (0,08) | -0,19** (0,08) | -0,20*** (0,08) | -0,19*** (0,07) |
| Dummy de ano 2009 | -0,07 (0,07) | -0,08 (0,07) | -0,11 (0,08) | -0,09 (0,07) |
| Dummy de ano 2010 | 0,03 (0,06) | 0,03 (0,06) | 0,02 (0,06) | 0,02 (0,06) |
| KDISC | - | 0,12*** | - | - |

| | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| | | (0,03) | | |
| KAPDOC | - | - | 0,04** | - |
| | | | (0,02) | |
| KAPDISC | - | - | - | 0,05*** |
| | | | | (0,02) |
| Constante | 0,48*** | 0,47*** | 0,47*** | 0,48*** |
| | (0,11) | (0,11) | (0,11) | (0,11) |
| Observações | 793 | 793 | 793 | 793 |
| AIC | 10302,65 | 10312,66 | 10321,55 | 10320,30 |
| BIC | 10400,85 | 10406,18 | 10415,06 | 10413,82 |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Os resultados da tabela 17 mostram os determinantes da produção tecnológica por universidades públicas. Ao contrário do que foi visto na amostra completa (tabela 12), a variável DOCALU_POS, apesar de também ser negativa, não apresentou significância estatística, assim como a variável de programas de pós-graduação na área multidisciplinar. No entanto, a *dummy* de nota (NOTA_EX) e as variáveis de número de programas de pós nas áreas de ciências exatas e biológicas apresentaram efeitos positivos e significantes na atividade de patenteamento, indicando que tanto a qualidade quanto a quantidade programas em áreas tecnológicas são importantes para que se possam criar mais patentes universitárias, atentando-se ao fato que a *dummy* tem como referência programas na área de biológicas, ou seja, os departamentos de pós na área de exatas que possuem nota 6 ou 7 produzem mais patentes do que aqueles na área das ciências biológicas.

Além dessa variável, são também determinantes da produção tecnológica as seguintes variáveis: tamanho das instituições, que possui como *proxy* a proporção de alunos matriculados na graduação, a idade da universidade e as variáveis de investimento.

Tabela 17: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior. Estimação pelo modelo binomial negativo. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PAT | Binomial Negativo (1) | Binomial Negativo (2) | Binomial Negativo (3) | Binomial Negativo (4) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| DISC | 0,52*** | 0,71*** | 0,30*** | 0,41*** |

| | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | (0,10) | (0,12) | (0,11) | (0,12) |
| KDOC | 0,57*** | - | - | - |
| | (0,06) | | | |
| DOCALU_POS | -0,07 | -0,08 | -0,12 | -0,13 |
| | (0,09) | (0,09) | (0,09) | (0,09) |
| IDADE | 0,25*** | 0,31*** | 0,29*** | 0,34*** |
| | (0,05) | (0,05) | (0,05) | (0,06) |
| EXATAS | 0,09** | 0,11** | 0,14** | 0,17** |
| | (0,04) | (0,05) | (0,05) | (0,07) |
| BIO | 0,18** | 0,10 | 0,42*** | 0,37*** |
| | (0,08) | (0,09) | (0,08) | (0,10) |
| MULTI | -0,10 | -0,04 | -0,04 | 0,02 |
| | (0,07) | (0,07) | (0,07) | (0,07) |
| NOTA_EX | 0,59*** | 0,48*** | 0,41** | 0,33* |
| | (0,16) | (0,17) | (0,17) | (0,18) |
| Dummy de ano 2003 | -1,20*** | -1,32*** | -1,05*** | -1,14*** |
| | (0,24) | (0,25) | (0,25) | (0,26) |
| Dummy de ano 2004 | -0,97*** | -1,05*** | -0,77*** | -0,88*** |
| | (0,23) | (0,24) | (0,25) | (0,25) |
| Dummy de ano 2005 | -1,15*** | -1,18*** | -0,89*** | -0,96*** |
| | (0,23) | (0,24) | (0,24) | (0,25) |
| Dummy de ano 2006 | -1,15*** | -1,11*** | -0,93*** | -0,95*** |
| | (0,23) | (0,24) | (0,24) | (0,24) |
| Dummy de ano 2007 | -0,95*** | -0,85*** | -0,74*** | -0,70*** |
| | (0,23) | (0,23) | (0,23) | (0,24) |
| Dummy de ano 2008 | -0,75*** | -0,70*** | -0,55** | -0,55** |
| | (0,22) | (0,23) | (0,23) | (0,24) |
| Dummy de ano 2009 | -0,72*** | -0,66*** | -0,83*** | -0,71*** |
| | (0,22) | (0,22) | (0,23) | (0,24) |

| | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Dummy de ano 2010 | -0,61*** (0,21) | -0,58*** (0,22) | -0,67*** (0,23) | -0,60*** (0,23) |
| KDISC | - | 0,57*** (0,072) | - | - |
| KAPDOC | - | - | 0,44*** (0,06) | - |
| KAPDISC | - | - | - | 0,42*** (0,09) |
| Constante | 0,37** (0,17) | 0,47*** (0,17) | 0,36** (0,18) | 0,45** (0,18) |
| Observações | 879 | 879 | 879 | 879 |
| R2 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,14 |
| AIC | 2939,96 | 2971,95 | 2994,54 | 3017,86 |
| BIC | 3030,76 | 3062,74 | 3085,34 | 3108,66 |
| Alpha | 0,45*** | 0,55*** | 0,60*** | 0,67*** |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Os resultados da tabela 18, onde se usam os dados em painel para melhorar a análise da produção de depósitos de patentes universitárias, confirmam as conclusões encontradas para a amostra total, apresentando apenas mudanças nas magnitudes dos valores, no geral. Esse resultado comprova a robustez das estimações.

O coeficiente de tamanho (DISC) não se apresentou significativo para a produção de conhecimento aplicado, assim como a *dummy* de nota na área de exatas. Os coeficientes positivos da quantidade de programas de pós nas áreas de ciências exatas e biológicas (EXATAS e BIO) apontam que o aumento de programas em áreas mais aplicadas da ciência aumentaria a produção tecnológica. A mesma relação é encontrada para a variável de idade e de docentes/discentes de pós.

Uma questão importante é a relação negativa que investimento total/docente, investimento auxílio em pesquisa/docente e pesquisa/discente indicam ter com a variável dependente. Logo, os investimentos alocados pelo CNPq não estariam incentivando a criação de conhecimento aplicado medido por patentes.

A partir das *dummies* de tempo, observa-se que a produção tecnológica aumentou no período, confirmando o fortalecimento da atividade e do processo de inovação dentro das instituições públicas brasileiras (AMADEI e TORKOMIAN, 2009).

Tabela 18: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior públicas. Estimação por método em painel de dados. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PAT | Binomial Negativo FE (1) | Binomial Negativo FE (2) | Binomial Negativo FE (3) | Binomial Negativo FE (4) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DISC | -0,06 (0,19) | 0,03 (0,19) | -0,009 (0,19) | -0,02 (0,19) |
| KDOC | -0,13** (0,08) | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,27** (0,12) | 0,28** (0,12) | 0,27** (0,12) | 0,28** (0,12) |
| IDADE | 0,59*** (0,22) | 0,40** (0,20) | 0,52** (0,21) | 0,42** (0,20) |
| EXATAS | 0,19*** (0,05) | 0,18*** (0,05) | 0,18*** (0,05) | 0,19*** (0,05) |
| BIO | 0,19** (0,08) | 0,19** (0,09) | 0,20** (0,10) | 0,23** (0,10) |
| MULTI | -0,09*** (0,03) | -0,10*** (0,03) | -0,11*** (0,03) | -0,11*** (0,03) |
| NOTA_EX | 0,03 (0,14) | 0,05 (0,14) | 0,06 (0,14) | 0,06 (0,14) |
| Dummy de ano 2003 | -2,01*** (0,21) | -1,89*** (0,20) | -1,95*** (0,20) | -1,92*** (0,20) |
| Dummy de ano 2004 | -1,82*** (0,20) | -1,71*** (0,20) | -1,78*** (0,20) | -1,77*** (0,20) |
| Dummy de ano 2005 | -1,65*** (0,18) | -1,54*** (0,17) | -1,62*** (0,17) | -1,59*** (0,17) |
| Dummy de ano 2006 | -1,44*** | -1,38*** | -1,44*** | -1,42*** |

| | | | | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| | (0,16) | (0,16) | (0,16) | (0,16) |
| Dummy de ano 2007 | -1,01*** | -1,00*** | -1,00*** | -0,96*** |
| | (0,14) | (0,14) | (0,14) | (0,14) |
| Dummy de ano 2008 | -0,89*** | -0,83*** | -0,89*** | -0,86*** |
| | (0,13) | (0,13) | (0,13) | (0,13) |
| Dummy de ano 2009 | -0,76*** | -0,78*** | -0,77*** | -0,78*** |
| | (0,12) | (0,12) | (0,13) | (0,12) |
| Dummy de ano 2010 | -0,38*** | -0,38*** | -0,37*** | -0,38*** |
| | (0,09) | (0,10) | (0,09) | (0,09) |
| KDISC | - | -0,03 | - | - |
| | | (0,05) | | |
| KAPDOC | - | - | -0,07** | - |
| | | | (0,03) | |
| KAPDISC | - | - | - | -0,07* |
| | | | | (0,04) |
| Constante | 1,88*** | 1,60*** | 1,72*** | 1,67*** |
| | (0,31) | (0,27) | (0,27) | (0,27) |
| Observações | 626 | 626 | 626 | 626 |
| AIC | 1828,48 | 1832,73 | 1828,12 | 1829,37 |
| BIC | 1908,38 | 1912,64 | 1908,02 | 1909,28 |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Os resultados para a produtividade científica nas instituições públicas brasileiras podem ser vistos na tabela 19. E novamente comprovam a robustez dos dados, ao seguir de modo geral os resultados para amostra total, vistos na tabela 14.

As variáveis que investigam o efeito do investimento sobre a produtividade universitária obtiveram coeficientes positivos e significativos, e indicaram sua importância para a maior produtividade das instituições públicas.

Além dessas variáveis, são também determinantes da produtividade científica as seguintes variáveis: o tamanho da instituição (DISC), a quantidade de programas de pós na

área de exatas (EXATAS), na área de ciências humanas (HUMANAS) e na área multidisciplinar (MULTI).

Tabela 19 : Determinantes da produtividade científica nas instituições de ensino superior.
Estimação por método em painel de dados. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PUBpercapita | FE (1) | FE (2) | FE (3) | FE (4) |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| DISC | 221,4** (102,1) | 258,2** (104,2) | 216,0** (102,0) | 236,3** (104,3) |
| KDOC | 193,3*** (41,96) | - | - | - |
| DOCALU_POS | -12,54 (25,59) | -12,35 (25,87) | -11,78 (25,55) | -12,46 (25,94) |
| IDADE | 2782 (5044) | 2955 (5100) | 2984 (5036) | 2932 (5113) |
| EXATAS | 97,84*** (28,03) | 98,20*** (28,34) | 98,00*** (27,98) | 98,55*** (28,41) |
| HUMANAS | 912,3*** (102,2) | 937,8*** (103,3) | 915,0*** (102,0) | 937,1*** (103,6) |
| BIO | 57,99 (183,6) | 63,75 (185,8) | 20,75 (183,7) | 72,22 (186,6) |
| MULTI | 402,9*** (32,09) | 440,3*** (31,10) | 417,4*** (31,10) | 448,3*** (30,95) |
| NOTA_EX | -341,7*** (79,11) | -379,4*** (79,45) | -370,9*** (78,33) | -390,6*** (79,50) |
| NOTA_HUM | -131,0 (147,9) | -135,8 (149,7) | -137,5 (147,7) | -122,4 (149,9) |
| Dummy de ano 2003 | 283,8 (1576) | 290,6 (1594) | 321,7 (1574) | 267,7 (1598) |
| Dummy de ano 2004 | 216,0 (1381) | 199,9 (1396) | 249,4 (1379) | 171,0 (1400) |

| | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| Dummy de ano 2005 | 133,2 (1186) | 127,3 (1199) | 167,0 (1184) | 103,7 (1202) |
| Dummy de ano 2006 | 52,88 (987,4) | 62,67 (998,3) | 90,11 (985,9) | 47,30 (1001) |
| Dummy de ano 2007 | 39,56 (787,8) | 54,71 (796,5) | 64,03 (786,6) | 42,64 (798,6) |
| Dummy de ano 2008 | -243,2 (595,3) | -231,0 (601,9) | -215,4 (594,4) | -239,0 (603,5) |
| Dummy de ano 2009 | 31,84 (402,1) | 81,40 (406,3) | 3,484 (401,6) | 80,38 (407,4) |
| Dummy de ano 2010 | -116,4 (210,7) | -89,70 (212,9) | -127,5 (210,4) | -88,63 (213,5) |
| KDISC | - | 70,87** (33,92) | - | - |
| KAPDOC | - | - | 118,5*** (24,32) | - |
| KAPDISC | - | - | - | 11,56 (18,95) |
| Constante | 1680 (1748) | 1691 (1767) | 1681 (1745) | 1729 (1771) |
| Observações | 879 | 879 | 879 | 879 |
| R ² | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,66 |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

6. CONCLUSÃO

Estudos sobre a produção científica e tecnológica são importantes em virtude de permitirem o mapeamento dos seus determinantes, auxiliando os dirigentes das instituições de ensino e agências de fomento em suas tomadas de decisão. Com tal afirmação em mente, esse trabalho foi desenvolvido com o intuito de estudar e avaliar a produção de conhecimento científico e tecnológico pelas instituições científicas brasileiras.

Em que pesem a importâncias dos estudos de caso existentes na literatura nacional, a principal contribuição desse estudo é a avaliação dos condicionantes da produção do conhecimento básico e aplicado nos institutos de ensino superior do Brasil, tema que até o momento carece de estudos empíricos que levem em consideração o total de instituições de ensino superior e apliquem metodologias econométricas apropriadas num período considerável de anos.

A produção de intenso conhecimento científico, tanto pelas instituições públicas quanto pelas privadas, é um objetivo que deve ser buscado ao máximo pelo Brasil. Apesar dessa constatação, o esforço de produzir ciência e tecnologia no Brasil é altamente dependente do setor público, com pouca ou nenhuma participação de firmas privadas, que poderiam se beneficiar de novos conhecimentos e tecnologias desenvolvidos no ambiente universitário.

Na seção 3 do presente trabalho, analisou-se a realidade do sistema universitário brasileiro entre os anos de 2003-2011. Nesta seção, observou-se a evolução de diversos fatores que são essenciais e que fazem parte desse sistema, como, por exemplo, a produção científica e tecnológica ao longo dos anos, listando quais instituições produziram mais publicações e depósitos de patentes.

Entre os resultados encontrados no trabalho, foi possível identificar algumas variáveis como mais importantes para a produção de conhecimento básico e aplicado, especialmente por conta da robustez dos resultados em termos de não alteração de sinais e significâncias e dos testes amostrais realizados.

Primeiramente, o tamanho das instituições de ensino superior, que teve como *proxy* a proporção de discente de graduação, é um fator crucial para a criação de publicações (artigos em periódicos, livros e trabalhos completos em anais) no País. Tal conclusão é compreensível, pois as maiores instituições brasileiras em termos estudantis possuem normalmente

infraestruturas diferenciadas, além de possuírem mais recursos humanos que podem ser utilizados na produção de publicações científicas. Certamente, a disponibilidade de mais recursos humanos desse tipo (docentes) é uma pré-condição para a produção de publicações científicas pelas universidades. Para a produção de conhecimento tecnológico (depósito de patentes), o efeito tamanho não foi significativo quando se utilizou a estimação o modelo Binomial Negativo de Efeitos Fixos, indicando que o tamanho da instituição não influenciaria a criação de patentes.

Outro fator determinante para a produção dos dois produtos analisados é a proporção de docentes por alunos de pós-graduação, recursos altamente qualificados dentro dos *campi* de universidades e faculdades, pois são os impulsionadores da produção científica ao publicarem diversos artigos próprios ou em coautorias. Certamente, a disponibilidade de mais recursos humanos desse tipo (docentes) é uma pré-condição para a produção de publicações científicas pelas universidades. Assim como é para a produção de patentes, pois são produtos considerados de alto científico. Logo, apenas indivíduos altamente qualificados estariam aptos a desenvolvê-los.

Outra questão foi significância da boa avaliação dos programas da área de ciências exatas de pós-graduação *stricto-sensu* pela Capes, ou seja, os programas de exatas melhor conceituados pela Capes tenderam a ser mais produtivos cientificamente do que cursos da área de biológicas igualmente prestigiados, não apenas cientificamente, mas também tecnologicamente.

A avaliação alta da Capes tem um efeito tão significativo sobre a geração de conhecimento científico por conta da influência que essa nota tem sobre os discentes de pós-graduação, ou seja, cursos com notas altas tendem a serem escolhidos por alunos mais produtivos e com um maior conhecimento adquirido e, conseqüentemente, espera-se que as universidades que possuem tais cursos apresentarão uma produção científica mais alta.

Por último, os resultados dos testes indicam que há uma forte relação entre essa produção de conhecimento básico e a quantidade de programas de pós-graduação nas áreas das ciências exatas e humanas nas universidades. Essa associação demonstra que, quanto maior o número de programas nessas duas áreas, maior será sua produção científica. Por outro lado, o número de programas nas áreas de ciências biológicas e multidisciplinar possui relação inversa com a produção científica.

No processo de criação de patentes, os programas de pós na grande área biológica apresentaram relação positiva. E tal resultado é compreensível, pois é uma área que possui amplas possibilidades de patentes, como, por exemplo, no setor de medicamentos.

Uma constatação importante pelo é o efeito positivo e significativo dos investimentos sobre a criação de publicações por parte das instituições de ensino. Esse resultado confirma que os recursos do CNPq têm sido bem alocados, pois as publicações são vistas como retorno desses investimentos. Entretanto, quando se considera os depósitos de patentes como produto, a relação não foi trivial, já que com as estimações de efeitos fixos o efeito sobre esses depósitos é negativo. É possível que grande parte desses investimentos do CNPq se traduzam em publicações, mas que não cheguem a se transformar em patentes.

Apesar desse resultado, algumas ponderações devem ser feitas em relação a esse tema. Primeiramente, não se pode ignorar o fato que esse trabalho abrange apenas parte dos investimentos feitos por agências públicas no país, ou seja, o montante de investimento total que é alocado nas universidades brasileiras é certamente muito maior do que o apresentado na seção de análises de resultados.

Após o desenvolvimento desse trabalho, algumas linhas de pesquisa futuras podem ser indicadas e discutidas. Como discutido anteriormente, o montante de investimento nacional foi subestimado por apenas contabilizar os investimentos de uma agência de fomento e, por isso, em trabalhos futuros sobre o tema um esforço deve ser feito para adicionar a participação de outras agências nessa variável.

Uma adição interessante a esse tema seria a inclusão do número de citações recebidas pelos artigos científicos e patentes, para que o impacto desses produtos universitários também fosse quantificado e discutido. Logo, a abrangência e a qualidade dos trabalhos científicos e tecnológicos indicariam se as instituições de ensino brasileiras estão produzindo conhecimento que está sendo usado e replicado no mundo científico e não apenas internamente. Além disso, pode ser realizada uma avaliação do potencial regional de oferta científica em áreas tecnológicas, com base em dados da CAPES sobre os programas de pós-graduação *stricto-sensu* que vigoram no País.

Referências

ABIGAIL, P. A.; SLOW, A. Does federal research funding increase university research output?. **The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy**. v.3, n.1, p. 1-24. 2003.

ADAMS, J. D. Fundamental stocks of knowledge and productive growth. **Journal of Political Economy**, v. 98, p. 673-702. 1990.

ADAMS, J. D., CLEMMONS, J. R. Science and Industry: Tracing the Flow of Basic Research through Manufacturing and Trade. Rensselaer Working Papers in Economics 0614, Rensselaer Polytechnic Institute, Department of Economics. 2006.

ADAMS, J.D.; CLEMMONS, J.R. The Origins of Industrial Scientific Discoveries. Trabalho em progresso No. 13823. NBER, Cambridge, MA, 2010.

ALBUQUERQUE, E. M. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, v. 16, n. 3. 1996.

ALBUQUERQUE, E. M. Introdução. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1, 2004.

ALBUQUERQUE, E. M.; SILVA, L. A.; PÓVOA, L. Diferenciação intersetorial na interação entre empresas e universidades no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n.1, p. 95-104. jan./mar. 2005.

ALBUQUERQUE, E. M.; SILVA, L. A.; RAPINI, M. S.; SOUZA, S. G. A. **Interactions between firms and universities in an immature system of innovation**: a survey of industrial R&D-performers firms in Minas Gerais, Brazil. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2005.

AMADEI, J. R. P.; TORKOMIAN, A. L. V. As patentes nas universidades: análise dos depósitos das universidades públicas paulistas. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 9-18, maio/ago. 2009.

BATISTA, A. C. P. B. Condições de trabalho docente na universidade frente ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni). (dissertação) Universidade Federal de Viçosa. 2013.

BEKHRADNIA, B. Diverse challenges, diverse solutions. In: IACOBUCCI, F.; TUOHY, C. (Ed.). **Taking public universities seriously**. Toronto: University Of Toronto Press, 2004. p. 38-43.

BOLLI, T.; SOMOGYI, F. Do competitively acquired funds induce universities to increase productivity? **Research Policy**, p.136-147, 2011.

BONACCORSI, A.; DARAIO, C. Universities as strategic knowledge creators: some preliminary evidence In: BONACCORSI, A.; DARAIO, C. (Ed.). **Universities and strategic knowledge creation: specialization and performance in Europe**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2007. p. 31-81.

BOUND, J. *et al.* Who does R&D and who patents?. In: GRILICHES, Z. **R&D, patents and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984. p.21-54. Disponível em: <<http://www.nber.org/books/gril84-1>>. Acesso em 5 ago. 2011.

BROOKS, H. Research universities and the social contract for science. In: BRAMSCOMB, L. (Ed.), **Empowering Technology**. MIT Press, Cambridge, 1993, p. 202–234.

BUESA, M., *et al.* Regional systems of innovation and the knowledge production function: The spanish case. **Technovation** , v. 26, n. 4, 2006. p. 463-72.

BUESA,M.; HEIJS, J.; BAUMERT, T. The determinants of regional innovations in Europe: a combined factorial and regression knowledge production function approach. **Research Policy**, v. 39, n. 9, 2010. p. 722-735.

BULUT, H., MOSCHINI, G. US universities' net returns from patenting and licensing: A quantile regression analysis. **Economics of Innovation and New Technology**, v.18, p. 123–137, 2009.

CALDARELLI, C. E.; *et al.* Análise de indicadores de produção científica e geração de conhecimento nas universidades estaduais paranaenses. **Teoria e Evidência Econômica**, ano 20, n. 43, p. 313-336. 2014.

CAMERON, A. C., TRIVEDI, P. K, MILNE, F., PIGGOTT, J. A microeconomic model of the demand for health care and health Insurance in Australia. **Review of Economics Studies**, v.55, p.85-106, 1988.

CAMERON, A. C., TRIVEDI, P. K. Regression-based tests for overdispersion in the Poisson model. **Journal of Econometrics**,v.46, p.347-364, dez. 1990.

- CAMERON, A. C., TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics using Stata**. Stata Press. 2009.
- CHAIMOVICH, H. Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 14, n. 40, p.134-143, set./dez. 2000.
- CHARLOT, S.; CRESCENZI, R.; MUSOLESI, A. An 'extended' knowledge production function approach to the genesis of innovation in the European regions. 2012.
- CHAVES, D. C. R. A universidade empreendedora do séc. XXI: o papel estratégico da propriedade industrial. 2009. 135f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) - Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, 2009.
- CHELLARAJ, G.; MASKUS, K.E.; MATTOO, A. The contribution of international graduate students to US innovation. **Review of International Economics**. v.16, p.444-462. 2008.
- CHIARINI, T.; VIEIRA, K. P. Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento económico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. **RBE**, v.66, n.1, p.117-132, 2012.
- CINCERA, M.; DRATWA, D. Determinant of scientific production: an empirical study of the world's top R&D companies. Bruxelas, Bélgica.: Université Libre de Bruxelles. 2011
- CORBUCCI, P. R. **As universidades federais : gastos, desempenho, eficiência e produtividade**. Texto para discussão nº 752. Brasília: IPEA, 2000.
- CORBUCCI, P. R. **Avanços, limites e desafios das políticas do MEC para educação superior na década de 1990: ensino de graduação**. Texto para discussão nº 869. Brasília: IPEA, 2002
- CORBUCCI, P. R. **Desafios da educação superior e desenvolvimento no Brasil**. Texto para discussão nº 1287. Brasília: IPEA, 2007.
- COUPÉ, T. Science is golden: Academic R&D and university patents. **Journal of Technology Transfer**, v.15, n.28. p. 31-46. 2003.

CRESPI, G. The UK knowledge production function. In: BONACCORSI, A.; DARAI, C. **Universities and strategic knowledge creation: specialization and performance in Europe**. UK: Cheltenham, 2007. p. 306-339.

CRESPI, G.; GEUNA, A. Modelling and measuring scientific production : results for a panel data of OECD countries. **Science and technology policy research**. n.133. 2005.

CRUZ, C. H. B. (Coord). Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos. In: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo – 2004. São Paulo: FAPESP, 2013.

DAVID, Q. The determinants of research production at top US universities. **The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy**. v.14, n.1, p. 81-109, 2013.

DE MEIS, L.; LETA, J. O perfil da ciência brasileira. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996.

DE MEIS, L. *et al.* The impact of science in brazil. **IUBMB Life**, v. 59, n 4-5, p. 227-234, 2007.

DRUCKER, P. **Sociedade Pós-Capitalista**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

ETZKOWITZ, H., LEYTESDORFF, L. **Universities in the global economy: a triple helix of academic-industry-government relation**. Londres: CroomHill. 1997.

ETZKOWITZ, H., *et al.* The future of the university and the university of the future: evolution of the ivory tower to entrepreneurial paradigm. **Research Policy**, v. 29, 2000. p. 313-330.

FAÇANHA, L.; MARINHO, A. Instituições de ensino superior governamentais e particulares: avaliação comparativa de eficiência. **Revista de Administração Pública**, v.35, n.6, p. 83-105. 2001.

FALLAH, M. H.; IBRAHIM, S. Knowledge spillover and innovation in technological clusters. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR MANAGEMENT AND TECHNOLOGY, 13, 2004, Washington. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://howe.stevens.edu/fileadmin/Files/research/Telecom/publications/KNOWLEDGE_SPI_LLOVER_AND_INNOVATION_IN_TECHNOLOGICAL_CLUSTERS.pdf>. Acesso em: 15 set. 2014.

FALLIS, G. The Mission of the University. **Canadian Society for the Study of Higher Education**, v. 53, n. 26. 2005.

FISCH, C. O., *et al.* University patenting: a comparison of 300 leading universities worldwide. **Journal of Technological Transference**. 40, p. 318-345. 2014.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, 1995. p. 5-24.

GOLISH, B. L.; BESTERFIELD, M. E.; SHUMAN, L. J. Comparing Academic and Corporate Technology Development Processes. *Product Innovation Management*, [S. l.], v. 25, p. 47-62, 2008.

GONÇALVES, E., SCHIAVON, L. C. **Interação universidade-empresa: o caso da Universidade Federal de Juiz de Fora – Minas Gerais**. In: XIV SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 2010, Diamantina. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2010.

GREGOLIN, J. A. R. (Coord.). Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos. In: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo – 2004. São Paulo: FAPESP, 2005.

GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **Bell Journal of Economic**, v.10, p. 92-116, 1979.

GRILICHES, Z.; MAIRESSE, J. Productivity and R&D at the firm level. In: GRILICHES, Z. **R&D, patents and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984. Disponível em: < <http://www.nber.org/books/gril84-1>>. Acesso em: 05 ago. 2011.

GUELLEC, D.; VAN POTTELSBERGHE, B. R&D and productivity growth: panel data analysis. **OECD: Economic Studies**, v.35, n. 33, 2001.

GULBRANDSEN, M.; SLIPERSAETER, S. The third mission and the entrepreneurial university model. In: BONACCORSI, A.; DARAIO, C. (Ed.). **Universities and strategic knowledge creation: specialization and performance in Europe**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2007. p. 112-143.

GURMU, S. *et al.* The knowledge production function for university patenting. **Economic Inquiry**, p.192-213, jan. 2010.

HALL, D. B. Zero-inflated Poisson and binomial regression with random effects: a case study. *Biometrics*, v.56, n.1, p.1030–1039, 2000.

HAUSMAN, J.; HALL, B.H.; GRILICHES, Z. Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship. *Econometrica*, v.52, p. 909-938, 1984.

HEWITT-DUNDAS, N. Research intensity and knowledge transfer activity in UK universities. *Research Policy*, v. 41, p. 262–275. 2012

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Brasil: o estado de uma nação. Rio de Janeiro: Ipea, 2005.

ISSLER, J. V.; PILLAR, T. C. L. A. Mensurando a produção científica internacional em economia de pesquisadores e departamentos brasileiros. *Pesquisa e planejamento econômico*. v. 32, n.2, 2002.

JAFFE, A.B. Real effects of academic research, *American Economic Review*, v.79, p. 957-970, 1989.

KLEVORICK, A. *et al.* On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24, p.185-205, 1995.

KRIMSKY, S. Academic–corporate ties in biotechnology: a quantitative study. *Science Technology and Human Values* 16, 1991. p. 275 – 287.

LANDRY, R.; AMARA, N.; OUIOMET, M. Determinants of knowledge transfer: evidence from Canadian university researchers in natural sciences and engineering. *Journal of Technology Transfer*, v. 32, 561–592. 2006.

LETA, J.; CRUZ, C. H. B. A produção científica brasileira. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Org.). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Campinas: Ed. Da UNICAMP, 2003.

LETA, J.; THUIS, B.; GLANZEL, W. A macro-level study of science in Brazil: seven years later. *Encontros Bibli*. v. 18, n. 36. 2013

LIMA, M. F. B. F. Produção científica: revisão parcial da literatura brasileira com ênfase na área agrícola. *Ciência da Informação*, Brasília, v.22, n.3, p.233-236. 1993.

LUCAS, R. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economy**. v. 22, p. 3-39. 1988.

LYRA, T. M. P.; GUIMARÃES, J. A. Produção científica brasileira em comparação com o desempenho mundial em ciencia agrícolas. **Pesquisa e planejamento económico**. v. 32, n.30, 2007.

MACULAN, A. M.; MELLO, J. M. C. University start-ups for breaking lock-ins of the Brazilian economy. **Science and Public Policy**, v. 36, p.109–114. 2009.

MANSFIELD, E. R&D and innovation: some empirical findings. In: GRILICHES, Z. **R&D, patents and productivity**. Chicago: University of Chicago Press. 1984. Disponível em: <<http://www.nber.org/books/gril84-1>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. **Dois estudos sobre a distribuição de verbas públicas para as instituições federais de ensino superior**. Texto para discussão n 679. Rio de Janeiro: IPEA. 1999.

MARTINS, C. B. A formação do sistema nacional da pós-graduação. In: SOARES, M. S. A. (Coord). *A Educação Superior no Brasil*. Porto Alegre. 2002.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. The roles of research at universities and public labs in economic catch up. Relatório técnico. Laboratory of Economics and Management Sant’Anna School of Advanced Studies, Pisa, Itália. 2006

McCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized linear models**. Flórida: Chapman & Hall, 1989.

MEDEIROS, A. P. S. C.; FARIA, L. I. L. Análise bibliométrica da produção científica da UNESP. SNBU – Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias. Salvador. 2006.

MEIS, L.; ARRUDA, A. P.; GUIMARÃES, J. A. The impact of science in Brazil. **IUBM Life, London**, v. 59, n.4-5, p. 227-234, apr./may, 2007.

MENEGHINI, R. (Coord.). Produção Científica. In: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo – 2001. cap. 6, p.6.1-6.22. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/indct/cap06/cap06.htm>>.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MOREL, R. L. M.; MOREI, C. M. Um estudo sobre a produção científica brasileira, segundo os dados do Institute for Scientific Information (ISI). **Ci. Inf. Rio de Janeiro**. 6(2), p. 99-109, 1977.

MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. Universities in national innovation systems. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C., NELSON, R. R. (Eds), **The Oxford Handbook of Innovation**, New York: Oxford University Press, 2002.

MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. Universities in national innovation systems. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C., NELSON, R. R. (Eds), **The Oxford Handbook of Innovation**, New York: Oxford University Press, 2002. *apud* GIBBONS, M. *et al.* The new production of knowledge. London: Sage. 1994.

MUGNAINI, M.; JANNUZZI, P. M.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ci. Inf.**, v.33, n.2, p. 123-131. 2004

NELSON, R. Institutions that support technical advance in industry. **American Economic Review**, n. 76, p. 186-189. 1986.

NEVES, C. E. B. Ciência e Tecnologia no Brasil. In: SOARES, M. S. A. (Coord). *A Educação Superior no Brasil*. Porto Alegre. 2002.

NELSON, R. Modelling the connections in the cross-section between technical progress and R&D intensity. **Rand Journal of Economics**, n. 19, p. 478-485. 1988.

OLIVEIRA, L. G.; NUNES, J. S. Patentes universitárias no Brasil: a proteção do conhecimento nas universidades no período 1990 e 2010. In: ALTEC 2013, 2013, Porto. Políticas e Gestão de Ciência e Tecnologia nos espaços Latino - Iberoamericanos. Lisboa: Centro de Estudos em Inovação, Tecnologia e Políticas de Desenvolvimento, v. 1. 2011.

PAKES, A.; SCHANKERMAN, M. The rate of obsolescence of patents, research gestation lags and the private rate of return to research resources. In: GRILICHES, Z. **R&D, patents and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984. Disponível em: < <http://www.nber.org/books/gril84-1>>. Acesso em: 05 ago. 2011.

PELIKAN, J. The Idea of the University: A Re-examination. Yale University Press, New Haven. 1992.

PÓVOA, L. M. C. A universidade deve patentear suas invenções? **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 231-256, jul./dez.2010. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/474>>. Acesso em: 28 set. 2014

RIBEIRO, L. C. S.; HANSEN, D. L. **The role of the brazilian universities in the generation of science and technology**. Trabalho apresentado no5. REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION INTERNATIONAL WORLD CONGRESS, São Paulo, 2008.

ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**. vol. 98, n. 5, p. 71-102, 1990.

ROSENSTONE, S. J. Challenges facing higher education in America: Lessons and Opportunities. In: IACOBUCCI, F.; TUOHY, C. (Ed.). **Taking public universities seriously**. Toronto: University Of Toronto Press, 2004. p. 55-85.

SCHWARTZMAN, J. **Um sistema de indicadores para as universidades brasileiras**. Núcleo de Estudos sobre o Ensino Superior. USP. 2002.

SCHWARTZMAN, J. **Pesquisa universitária e inovação no Brasil**. Centro de gestão e estudos estratégicos (CGEE). USP. 2008.

SHANE, S. **Academic Entrepreneurship, University Spinoffs and Wealth Creation**. Nothampton, UK: Edward ElgarPublishing,2004. 335p.

SOARES, M. S. A. Os principais atores da educação superior no Brasil. In: SOARES, M. S. A. (Coord). *A Educação Superior no Brasil*. Porto Alegre. 2002.

SORIA, *et al.* Geração de patentes em universidades: um estudo exploratório. **Revista de Administração Faces Journal**, Belo Horizonte, v.9, n.3, p. 95-116. 2010.

WHALLEY, A.; HICKS, J. Spending wisely? How resources affect knowledge production in universities. **Economic Inquiry**, v. 52, n. 1, 2013. p. 35-55.

TARGINO, M.G; CALDEIRA, P. T. Análise da produção científica em uma instituição de ensino superior: o caso da Universidade Federal do Piauí. **Ci. Inf.**, v. 17, n.1, p. 15-25. 1988.

TARGINO, M. G.; GARCIA, J. C. R. Ciência brasileira na base de dados do Institute for Scientific Information (ISI). **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 1-20, jan./abr. 2000.

TRINDADE, J. C. S.; PRIGENZI, L. S. Instituições universitárias e produção de conhecimento. **São Paulo em perspectiva**, v. 16, n.4. 2002.

WOLFE, D. A. Innovation and research funding: the role of government support. In: IACOBUCCI, F.; TUOHY, C. (Ed.). **Taking public universities seriously**. Toronto: University Of Toronto Press, 2004. p. 316-340.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge: The MIT Press, 2002.

Apêndice 1 – Resultados das estimações com a subamostra que contempla apenas as instituições públicas de ensino superior brasileiras no período que abrange 2003-2011 adicionando *dummies* de regiões nas estimações.

Neste apêndice, são mostradas as estimações que procuram determinar quais insumos são importantes e quais seus efeitos para a produção de conhecimento científico e aplicado nas instituições públicas brasileiras. Considerando-se as duas variáveis dependentes, as *dummies* de região Sul e Sudeste foram as únicas que se mostraram significativas e positivas. Esse dado era esperado e condiz com a literatura, pois é aceito e conhecido que as instituições que se encontram nas duas regiões anteriores possuem mais prestígio e tendem a produzir mais conhecimento.

Tabela 1: Determinantes da produção de conhecimento científico nas instituições de ensino superior públicas brasileiras. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PUB | Binomial Negativo (1) | Binomial Negativo (2) | Binomial Negativo (3) | Binomial Negativo (4) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| DISC | 0,61*** (0,14) | 0,66*** (0,15) | 0,45*** (0,14) | 0,50*** (0,14) |
| KDOC | 0,50*** (0,07) | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,36*** (0,11) | 0,36*** (0,10) | 0,32*** (0,11) | 0,31*** (0,11) |
| IDADE | 0,08 (0,06) | 0,15*** (0,06) | 0,12** (0,06) | 0,17*** (0,06) |
| EXATAS | 0,07* (0,04) | 0,10* (0,05) | 0,10** (0,05) | 0,12** (0,05) |
| HUMANAS | 0,39*** (0,11) | 0,67*** (0,11) | 0,44*** (0,11) | 0,61*** (0,11) |
| BIO | -0,10 (0,08) | -0,33*** (0,07) | 0,009 (0,07) | -0,17** (0,07) |
| MULTI | -0,20*** (0,07) | -0,17** (0,07) | -0,18** (0,08) | -0,15** (0,08) |
| NOTA_EX | 1,03*** | 0,88*** | 0,93*** | 0,85*** |

| | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | (0,16) | (0,16) | (0,16) | (0,16) |
| NOTA_HUM | -0,56** | -0,57** | -0,50** | -0,52** |
| | (0,25) | (0,25) | (0,25) | (0,25) |
| Dummy de ano 2003 | -0,07 | -0,23 | -0,003 | -0,12 |
| | (0,23) | (0,23) | (0,24) | (0,23) |
| Dummy de ano 2004 | -0,13 | -0,23 | 0,0007 | -0,08 |
| | (0,23) | (0,23) | (0,23) | (0,23) |
| Dummy de ano 2005 | -0,30 | -0,38* | -0,15 | -0,21 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,23) | (0,23) |
| Dummy de ano 2006 | -0,26 | -0,30 | -0,12 | -0,14 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,23) | (0,23) |
| Dummy de ano 2007 | -0,17 | -0,19 | -0,11 | -0,12 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,22) |
| Dummy de ano 2008 | -0,27 | -0,28 | -0,15 | -0,16 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,22) |
| Dummy de ano 2009 | -0,18 | -0,17 | -0,33 | -0,25 |
| | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,22) |
| Dummy de ano 2010 | -0,11 | -0,09 | -0,19 | -0,13 |
| | (0,22) | (0,21) | (0,22) | (0,22) |
| NORDESTE | 0,21 | 0,09 | 0,23 | 0,11 |
| | (0,19) | (0,19) | (0,19) | (0,19) |
| SUDESTE | 0,52** | 0,33 | 0,78*** | 0,57*** |
| | (0,21) | (0,21) | (0,21) | (0,21) |
| SUL | 0,62*** | 0,50** | 0,69*** | 0,54** |
| | (0,21) | (0,21) | (0,21) | (0,21) |
| CENTRO- OESTE | -0,08 | -0,27 | -0,01 | -0,20 |
| | (0,23) | (0,22) | (0,23) | (0,23) |
| KDISC | - | 0,50*** | - | - |
| | | (0,07) | | |

| | | | | |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| KAPDOC | - | - | 0,43*** (0,07) | - |
| KAPDISC | - | - | - | 0,47*** (0,08) |
| Constante | 6,00*** (0,23) | 6,25*** (0,23) | 5,89*** (0,23) | 6,11*** (0,23) |
| Observações | 879 | 879 | 879 | 879 |
| R2 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| AIC | 13632,12 | 13627,02 | 13651,04 | 13654,59 |
| BIC | 13751,59 | 13746,49 | 13770,51 | 13774,06 |
| Alpha | 0,83*** | 0,82*** | 0,85*** | 0,85*** |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Tabela 2: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PAT | Binomial Negativo Inflado de Zeros (1) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (2) | Binomial Negativo Inflado de Zeros (3) |
|--------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| DISC | 0,75*** (0,10) | 0,98*** (0,12) | 0,69*** (0,10) |
| KDOC | 0,32*** (0,05) | - | - |
| DOCALU_POS | -0,62*** (0,14) | -0,65*** (0,14) | -0,71*** (0,14) |
| IDADE | 0,11*** (0,04) | 0,15*** (0,04) | 0,11*** (0,04) |
| EXATAS | 0,08*** (0,03) | 0,09*** (0,03) | 0,10*** (0,03) |
| BIO | -0,05 (0,06) | -0,14** (0,06) | 0,03 (0,06) |
| MULTI | 0,07 (0,06) | 0,13** (0,06) | 0,10* (0,06) |

| | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|
| NOTA_EX | 0,37** | 0,27* | 0,29** |
| | (0,15) | (0,15) | (0,15) |
| Dummy de ano 2003 | -1,04*** | -1,14*** | -0,96*** |
| | (0,22) | (0,23) | (0,23) |
| Dummy de ano 2004 | -0,96*** | -1,03*** | -0,83*** |
| | (0,22) | (0,22) | (0,22) |
| Dummy de ano 2005 | -1,00*** | -1,03*** | -0,83*** |
| | (0,21) | (0,22) | (0,22) |
| Dummy de ano 2006 | -1,01*** | -1,00*** | -0,87*** |
| | (0,21) | (0,21) | (0,21) |
| Dummy de ano 2007 | -0,79*** | -0,72*** | -0,68*** |
| | (0,21) | (0,21) | (0,21) |
| Dummy de ano 2008 | -0,63*** | -0,59*** | -0,51** |
| | (0,20) | (0,20) | (0,20) |
| Dummy de ano 2009 | -0,50*** | -0,44** | -0,61*** |
| | (0,19) | (0,20) | (0,20) |
| Dummy de ano 2010 | -0,53*** | -0,49** | -0,58*** |
| | (0,19) | (0,19) | (0,19) |
| NORDESTE | 0,30 | 0,43* | 0,35 |
| | (0,22) | (0,23) | (0,23) |
| SUDESTE | 1,58*** | 1,83*** | 1,84*** |
| | (0,25) | (0,26) | (0,25) |
| SUL | 1,24*** | 1,42*** | 1,33*** |
| | (0,23) | (0,25) | (0,24) |
| CENTRO- OESTE | 0,35 | 0,53* | 0,47* |
| | (0,27) | (0,28) | (0,27) |
| KDISC | - | 0,30*** | - |
| | | (0,06) | |
| KAPDOC | - | - | 0,27*** |

| | | | |
|-------------|---------|---------|---------|
| | | | (0,05) |
| KAPDISC | - | - | - |
| Constante | -0,08 | -0,16 | -0,20 |
| | (0,25) | (0,26) | (0,26) |
| Observações | 879 | 879 | 879 |
| AIC | 2777,09 | 2789,96 | 2788,99 |
| BIC | 2896,56 | 2909,43 | 2908,46 |
| Alpha | 0,002 | 0,05 | 0,04 |
| Vuong Test | 3,92*** | 4,12*** | 4,13*** |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Tabela 3: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior públicas diferenciando por região, utilizando-se dados em painel. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PUB | Binomial Negativo FE (1) | Binomial Negativo FE (2) | Binomial Negativo FE (3) | Binomial Negativo FE (4) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DISC | 0,26*** (0,07) | 0,30*** (0,08) | 0,26*** (0,07) | 0,28*** (0,07) |
| KDOC | 0,04 (0,03) | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,16*** (0,02) | 0,16*** (0,02) | 0,16*** (0,02) | 0,16*** (0,02) |
| IDADE | 0,40*** (0,08) | 0,41*** (0,05) | 0,41*** (0,05) | 0,41*** (0,05) |
| EXATAS | 0,08*** (0,02) | 0,08*** (0,02) | 0,08*** (0,02) | 0,08*** (0,02) |
| HUMANAS | 0,11** (0,05) | 0,13*** (0,05) | 0,16*** (0,05) | 0,15*** (0,05) |
| BIO | 0,37*** (0,06) | 0,31*** (0,08) | 0,37*** (0,05) | 0,34*** (0,06) |

| | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| MULTI | -0,07*** | -0,07*** | -0,06*** | -0,06*** |
| | (0,02) | (0,02) | (0,02) | (0,02) |
| NOTA_EX | 0,56*** | 0,56*** | 0,53*** | 0,55*** |
| | (0,07) | (0,07) | (0,08) | (0,07) |
| NOTA_HUM | 0,13 | 0,14 | 0,10 | 0,13 |
| | (0,09) | (0,09) | (0,09) | (0,09) |
| Dummy de ano 2003 | -0,82*** | -0,83*** | -0,72*** | -0,79*** |
| | (0,15) | (0,15) | (0,16) | (0,15) |
| Dummy de ano 2004 | -1,03*** | -1,03*** | -0,92*** | -0,99*** |
| | (0,16) | (0,16) | (0,16) | (0,16) |
| Dummy de ano 2005 | -0,82*** | -0,83*** | -0,72*** | -0,79*** |
| | (0,15) | (0,15) | (0,15) | (0,15) |
| Dummy de ano 2006 | -0,47*** | -0,47*** | -0,40*** | -0,45*** |
| | (0,12) | (0,12) | (0,12) | (0,12) |
| Dummy de ano 2007 | -0,34*** | -0,34*** | -0,31*** | -0,33*** |
| | (0,11) | (0,11) | (0,11) | (0,11) |
| Dummy de ano 2008 | -0,34*** | -0,34*** | -0,30*** | -0,32*** |
| | (0,11) | (0,11) | (0,11) | (0,11) |
| Dummy de ano 2009 | -0,11 | -0,11 | -0,14 | -0,11 |
| | (0,10) | (0,10) | (0,10) | (0,10) |
| Dummy de ano 2010 | -0,07 | -0,08 | -0,08 | -0,071 |
| | (0,10) | (0,10) | (0,09) | (0,09) |
| Sudeste*ano 2003 | 0,79*** | 0,78*** | 0,73*** | 0,75*** |
| | (0,14) | (0,14) | (0,14) | (0,14) |
| Sudeste *ano 2004 | 0,81*** | 0,821*** | 0,74*** | 0,77*** |
| | (0,15) | (0,15) | (0,15) | (0,15) |
| Sudeste *ano 2005 | 0,57*** | 0,60*** | 0,52*** | 0,56*** |
| | (0,14) | (0,15) | (0,14) | (0,14) |

| | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Sudeste *ano 2006 | 0,47*** (0,12) | 0,43*** (0,12) | 0,45*** (0,12) | 0,45*** (0,12) |
| Sudeste *ano 2007 | 0,13 (0,12) | 0,12 (0,12) | 0,14 (0,11) | 0,13 (0,11) |
| Sudeste *ano 2008 | 0,02 (0,12) | -0,003 (0,12) | 0,02 (0,11) | 0,005 (0,12) |
| Sudeste *ano 2009 | -0,22** (0,11) | -0,24** (0,11) | -0,17 (0,11) | -0,22* (0,11) |
| Sudeste *ano 2010 | -0,02 (0,10) | -0,007 (0,10) | -0,005 (0,10) | -0,02 (0,10) |
| Sul*ano 2003 | 0,74*** (0,18) | 0,73*** (0,18) | 0,72*** (0,18) | 0,72*** (0,18) |
| Sul*ano 2004 | 1,04*** (0,19) | 1,04*** (0,19) | 1,03*** (0,18) | 1,02*** (0,18) |
| Sul*ano 2005 | 0,83*** (0,18) | 0,83*** (0,18) | 0,82*** (0,17) | 0,82*** (0,17) |
| Sul*ano 2006 | 0,50*** (0,16) | 0,49*** (0,16) | 0,49*** (0,16) | 0,49*** (0,16) |
| Sul*ano 2007 | 0,40*** (0,15) | 0,40*** (0,15) | 0,41*** (0,15) | 0,40*** (0,15) |
| Sul*ano 2008 | 0,28* (0,15) | 0,29* (0,15) | 0,32** (0,15) | 0,29* (0,15) |
| Sul*ano 2009 | 0,15 (0,15) | 0,15 (0,14) | 0,16 (0,14) | 0,15 (0,14) |
| Sul*ano 2010 | 0,22 (0,14) | 0,23 (0,14) | 0,19 (0,14) | 0,22 (0,14) |
| KDISC | - | 0,06** (0,03) | - | - |
| KAPDOC | - | - | 0,05*** (0,02) | - |

| | | | | |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| KAPDISC | - | - | - | 0,032** (0,01) |
| Constante | 0,64*** (0,11) | 0,66*** (0,11) | 0,59*** (0,11) | 0,64*** (0,11) |
| Observações | 793 | 793 | 793 | 793 |
| AIC | 10254,34 | 10249,95 | 10245,47 | 10250,74 |
| BIC | 10422,67 | 10418,28 | 10413,80 | 10419,07 |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Tabela 4: Determinantes da produção de conhecimento tecnológico nas instituições de ensino superior públicas. Período: 2003-2011.

| Variável dependente: PAT | Binomial Negativo FE (1) | Binomial Negativo FE (2) | Binomial Negativo FE (3) | Binomial Negativo FE (4) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DISC | 0,10 (0,22) | 0,17 (0,23) | 0,14 (0,22) | 0,11 (0,22) |
| KDOC | -0,11* (0,06) | - | - | - |
| DOCALU_POS | 0,30** (0,12) | 0,31*** (0,12) | 0,31** (0,12) | 0,31*** (0,12) |
| IDADE | 0,89*** (0,28) | 0,79*** (0,29) | 0,84*** (0,29) | 0,76*** (0,29) |
| EXATAS | 0,12** (0,05) | 0,11** (0,05) | 0,12** (0,05) | 0,11** (0,05) |
| BIO | 0,002 (0,08) | -0,03 (0,09) | 0,02 (0,09) | 0,02 (0,10) |
| MULTI | -0,08** (0,04) | -0,09** (0,04) | -0,08** (0,03) | -0,08** (0,04) |
| NOTA_EX | 0,28** (0,14) | 0,31** (0,14) | 0,28** (0,14) | 0,29** (0,14) |
| Dummy de ano 2003 | -2,64*** | -2,62*** | -2,64*** | -2,62*** |

| | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | (0,43) | (0,43) | (0,43) | (0,43) |
| Dummy de ano 2004 | -3,63*** | -3,55*** | -3,62*** | -3,58*** |
| | (0,58) | (0,58) | (0,58) | (0,58) |
| Dummy de ano 2005 | -2,37*** | -2,31*** | -2,36*** | -2,33*** |
| | (0,33) | (0,33) | (0,33) | (0,33) |
| Dummy de ano 2006 | -2,53*** | -2,50*** | -2,52*** | -2,51*** |
| | (0,37) | (0,37) | (0,37) | (0,37) |
| Dummy de ano 2007 | -2,18*** | -2,16*** | -2,16*** | -2,17*** |
| | (0,29) | (0,30) | (0,30) | (0,30) |
| Dummy de ano 2008 | -1,48*** | -1,46*** | -1,47*** | -1,48*** |
| | (0,22) | (0,22) | (0,22) | (0,22) |
| Dummy de ano 2009 | -0,72*** | -0,75*** | -0,66*** | -0,72*** |
| | (0,17) | (0,17) | (0,18) | (0,18) |
| Dummy de ano 2010 | -0,68*** | -0,70*** | -0,65*** | -0,69*** |
| | (0,17) | (0,17) | (0,17) | (0,17) |
| Sudeste*ano 2003 | 1,36*** | 1,52*** | 1,40*** | 1,43*** |
| | (0,46) | (0,46) | (0,45) | (0,46) |
| Sudeste *ano 2004 | 2,60*** | 2,72*** | 2,61*** | 2,62*** |
| | (0,61) | (0,61) | (0,61) | (0,62) |
| Sudeste *ano 2005 | 1,35*** | 1,46*** | 1,35*** | 1,38*** |
| | (0,37) | (0,37) | (0,36) | (0,37) |
| Sudeste *ano 2006 | 1,60*** | 1,65*** | 1,55*** | 1,59*** |
| | (0,40) | (0,40) | (0,40) | (0,40) |
| Sudeste *ano 2007 | 1,81*** | 1,84*** | 1,78*** | 1,81*** |

| | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | (0,32) | (0,32) | (0,32) | (0,32) |
| Sudeste *ano 2008 | 1,11*** | 1,15*** | 1,07*** | 1,12*** |
| | (0,25) | (0,26) | (0,25) | (0,26) |
| Sudeste *ano 2009 | 0,26 | 0,29 | 0,19 | 0,25 |
| | (0,22) | (0,23) | (0,23) | (0,23) |
| Sudeste *ano 2010 | 0,65*** | 0,69*** | 0,61*** | 0,65*** |
| | (0,21) | (0,21) | (0,21) | (0,21) |
| Sul*ano 2003 | 0,44 | 0,49 | 0,46 | 0,47 |
| | (0,53) | (0,54) | (0,53) | (0,54) |
| Sul*ano 2004 | 2,39*** | 2,39*** | 2,39*** | 2,39*** |
| | (0,61) | (0,61) | (0,61) | (0,61) |
| Sul*ano 2005 | 0,80** | 0,81** | 0,79* | 0,78* |
| | (0,40) | (0,41) | (0,40) | (0,41) |
| Sul*ano 2006 | 1,47*** | 1,49*** | 1,46*** | 1,49*** |
| | (0,41) | (0,42) | (0,41) | (0,42) |
| Sul*ano 2007 | 1,17*** | 1,19*** | 1,15*** | 1,17*** |
| | (0,35) | (0,36) | (0,36) | (0,36) |
| Sul*ano 2008 | 0,46 | 0,48 | 0,43 | 0,46 |
| | (0,29) | (0,30) | (0,30) | (0,30) |
| Sul*ano 2009 | -0,14 | -0,13 | -0,15 | -0,12 |
| | (0,26) | (0,26) | (0,26) | (0,26) |
| Sul*ano 2010 | 0,13 | 0,15 | 0,14 | 0,16 |
| | (0,25) | (0,25) | (0,25) | (0,25) |
| KDISC | - | -0,004 | - | - |
| | | (0,05) | | |
| KAPDOC | - | - | -0,07** | - |
| | | | (0,03) | |
| KAPDISC | - | - | - | -0,05 |
| | | | | (0,04) |

| | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Constante | 2,11*** | 1,88*** | 1,99*** | 1,95*** |
| | (0,31) | (0,29) | (0,29) | (0,29) |
| Observações | 793 | 793 | 793 | 793 |
| AIC | 10254,34 | 10249,95 | 10245,47 | 10250,74 |
| BIC | 10422,67 | 10418,28 | 10413,80 | 10419,07 |

Nota: Erro padrão entre parênteses. *** p<0.01, **p<

Apêndice 2: Agregações das áreas de conhecimento usadas no trabalho.

| BIO | EXATAS | HUMANAS | MULTI |
|----------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------|
| Biodiversidade | Química | Antropologia / Arqueologia | Interdisciplinar |
| Biotecnologia | Administração, Ciências Contábeis e Turismo | Artes / Música | |
| Ciências Biológicas I | Arquitetura e Urbanismo | Ciências Políticas e Relações Internacionais | |
| Ciências Biológicas II | Astronomia / Física | Ciências Sociais Aplicadas I | |
| Ciências Biológicas III | Ciência da Computação | Direito | |
| Educação Física | Ciência de Alimentos | Economia | |
| Enfermagem | Engenharias I | Educação | |
| Farmácia | Engenharias II | Ensino | |
| Medicina I | Engenharias III | Filosofia / Teologia: Subcomissão Filosofia | |
| Medicina II | Engenharias IV | Filosofia / Teologia: Subcomissão Teologia | |
| Medicina III | Geociências | Geografia | |
| Medicina Veterinária | Matemática / Probabilidade e Estatística | História | |
| Nutrição | Materiais | Letras / Linguística | |
| Odontologia | Planejamento Urbano e Regional / Demografia | Psicologia | |
| Saúde Coletiva | Ciências Agrárias I | Serviço Social | |
| | Ciências Ambientais | Sociologia | |
| | Zootecnia / Recursos Pesqueiros | | |