



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

**Instrumentos para o desenvolvimento da
Biotecnologia: desafios e perspectivas para a
inovação tecnológica**

Alessandra Argolo Espírito Santo Carvalho

Salvador – Bahia
2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

**Instrumentos para o desenvolvimento da
Biotecnologia: desafios e perspectivas para a
inovação tecnológica**

Alessandra Argolo Espírito Santo Carvalho

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biotecnologia.

Orientadora: Profa. Dra. Cristina Maria Assis Lopes Tavares da Mata Hermida Quintella

Co-orientadora: Profa. Dra. Paula Lenz Costa Lima

Salvador – Bahia
2014

À minha família, meu bem maior:
Gilson, Thiago e Giovana por todo amor
que me reservam: Dedico

Não é o mais inteligente nem o mais forte que sobrevive e sim aquele que melhor se adapta às mudanças
Charles Darwin.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para que esta pesquisa se tornasse uma realidade e em especial às seguintes pessoas.

À Professora Dra. Cristina M. Quintella, minha orientadora, pelo acolhimento, pelo aprendizado que me proporcionou e pelas oportunidades de crescimento profissional. Uma nova porta se abre. Vou ser sempre grata.

À Professora Dra Paula Lenz, minha co-orientadora pela sua disponibilidade em ajudar. Entusiasta e profunda conhecedora da RENORBIO. Seu conhecimento foi de grande importância para este trabalho.

Ao Professor Dr. Gilson Correia de Carvalho pela contribuição nas análises dos dados e no desenvolvimento do modelo. As discussões com você são sempre muito ricas. Me sinto privilegiada por ter você ao meu lado. Obrigada por Tudo.

Aos Professores Iracema A. Nascimento, Milton Roque, Washington Franca-Rocha e Ferlando L. Santos que, com muita gentileza, aceitaram o convite para compor a banca.

Ao Professor Dr. Milton Roque seu empenho e sensibilidade foram muito importantes para mim e deram nova roupagem ao Programa de pós-graduação. Muito obrigada pelo cuidado.

À Professora Dra. Iracema Andrade Nascimento, grande pesquisadora e pessoa de grande valor. Obrigada por tudo. Você é um exemplo.

Aos meus filhos, Thiago e Giovana e ao meu marido e companheiro, Gilson Correia de Carvalho, por encherem a minha vida de alegria. Vocês são meu porto seguro... Amo Vocês.

À minha família, em especial aos meus Pais (Aidê e Marcelo) e irmãos (Marcelinho, Lauren e Ricardo), pelo amor e incentivo constantes.

À D. Thereza, Paloma e D. Marina. Obrigada pelo apoio de sempre. Ao meu sogro Manuel Carvalho (in memoriam), um grande incentivador. Sentimos sua falta.

À equipe do LabLaser, pela acolhida e em especial à Gabriela Cerqueira pelos ensinamentos no uso do vantage point, sempre transmitidos com muita boa vontade.

Aos amigos: Lídice, Hilton, Fábio, Semírames, Maíse e Leonardo. A amizade de vocês torna minha vida mais leve e alegre.

INTRODUÇÃO GERAL

Esta tese discorre sobre o posicionamento do Brasil em termos de esforço inovativo no âmbito da biotecnologia e discute como se estabelece, ao longo do tempo, a interação entre os diferentes atores que compõem o sistema nacional de inovação, utilizando para tal as estatísticas dos depósitos de patentes.

É apresentado um estudo pioneiro sobre o impacto de um programa de pós-graduação em biotecnologia, conduzido em rede, na produção científica e tecnológica no Nordeste do Brasil. Traz ainda, como contribuição para a literatura, uma proposta de indicadores e de um modelo de avaliação adequado aos novos modos de produção científica e tecnológica.

O Capítulo 1 traz um panorama da biotecnologia no Brasil por meio da utilização de documentos de patentes. A partir de diversas perspectivas foram avaliados os principais depositantes, o interesse do mercado externo e interno, bem como status de cooperação entre os diferentes segmentos envolvidos no processo de inovação no Brasil para a área de biotecnologia.

A interação entre os atores que compõem o sistema de inovação (academia, governo e universidade) foi considerada como ponto chave para a inovação em biotecnologia, área caracterizada por demandar conhecimento de diversas outras e pelo seu elevado risco. Sob este aspecto foi concebido o Capítulo 2 no qual se buscou se aprofundar nas relações entre os atores, destacando as contribuições de cada um, as barreiras e as perspectivas com vistas ao desenvolvimento e a difusão das inovações tecnológicas no âmbito da biotecnologia.

O capítulo 3 teve como finalidade apresentar um modelo de uma rede que busca integrar a força inovativa presente nas universidades e demonstrada pelo elevado número de documentos de patentes na área de biotecnologia (Capítulo 2), com os demais atores do sistema de inovação. Desse modo, foi apresentada a Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) como parte integrante do sistema regional de inovação capaz de integrar a academia, a indústria e o governo, por meio da pesquisa e inovação. O objetivo foi avaliar os avanços promovidos pela Rede para a região Nordeste.

No capítulo 4 considerou-se que a academia, mais especificamente a pós-graduação, tem um papel significativo para inovação, visto que é nela que se concentram os pesquisadores e grande parte dos recursos. Sendo assim, neste último capítulo foi proposto um conjunto de indicadores e um modelo de avaliação para a pós-graduação com foco em inovação, como é o caso da RENORBIO. O objetivo foi criar índices de avaliação de desempenho que sirvam para orientar a tomada de decisões por parte do programa, em prol do aumento da formação de recursos humanos qualificados em biotecnologia, produção científica e esforço inovativo.

Os resultados sugerem que, embora haja um aumento no número de depósitos de patentes na área da biotecnologia, o desenvolvimento tecnológico nesta área ainda precisa ser melhorado. As universidades são a principal força inovadora e já há iniciativas visando uma maior aproximação da mesma com a indústria, contudo há que se realizar investimentos no sentido de direcionar recursos que viabilizem a inovação.

A RENORBIO se apresenta como um importante esforço do governo federal para dinamizar e disseminar a biotecnologia na região Nordeste do Brasil, aproveitando as competências lá estabelecidas em diversas instituições, aglutinando-as e formando a massa crítica necessária para alavancar esta região, o que já pode ser percebido nos indicadores avaliados.

O modelo de avaliação proposto se mostrou adequado à característica do programa, visto que além de poder possibilitar a inclusão dos indicadores habitualmente empregados na avaliação, possibilita a inclusão de outros não usuais, o que dá mais versatilidade ao processo. O modelo permitiu ainda uma análise quantitativa e a obtenção de um índice de desempenho para o programa tanto por categorias (eficiência, eficácia e efetividade) quanto geral.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	11
CAPÍTULO 1 - Atividade inovativa em biotecnologia no Brasil: uma análise a partir de documentos de patentes	12
Resumo	12
Abstract.....	12
Introdução.....	13
Dados e metodologia.....	15
Resultados e discussão	16
Considerações finais.....	30
Referências.....	32
CAPÍTULO 2 - A biotecnologia no Brasil e o processo de inovação em hélice tríplice '	35
Resumo	35
Abstract.....	35
Introdução	36
A biotecnologia no Brasil.....	38
Prospecção tecnológica como instrumento de medida do esforço inovativo para a área da biotecnologia	41
A colaboração na área de biotecnologia sob a ótica do modelo da hélice tríplice.....	43
Metodologia	45
Resultados e discussão	47
Distribuição do número de pedidos de patentes entre governo, academia e indústria na área de biotecnologia	48
A colaboração entre academia, governo e indústria para a área de Biotecnologia no Brasil	51
Colaboração na área de biotecnologia e o modelo da Hélice tríplice.....	57
Conclusões	57
Referências.....	59
CAPÍTULO 3 - Política de Estado de Inovação Tecnológica: A RENORBIO na Biotecnologia do Nordeste do Brasil'	64
Introdução	64
A RENORBIO	64

Políticas Institucionais das Instituições da RENORBIO e sua adequação à Lei da Inovação	66
Artigos Publicados	73
Propriedade Industrial	77
Considerações finais	83
Bibliografia Complementar	84
CAPÍTULO 4 – Proposta de indicadores e modelo de avaliação integrado para programas de pós-graduação com foco em inovação	86
Resumo	86
Abstract	86
Introdução	88
Modelos de inovação tecnológica	91
O novo papel da universidade na sociedade do conhecimento	94
Proposta de avaliação para um novo modelo de pós-graduação	98
Metodologia	101
Modelo de avaliação proposto com base na lógica difusa	103
Resultados e discussão	106
Considerações finais	121
Referências	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Evolução histórica dos pedidos de patentes com prioridade brasileira na área de biotecnologia durante o período de Janeiro 1986 à outubro de 2012 (Fonte dos dados: Espacenet). Elaboração: Autoria própria.	17
Figura 2 Distribuição do número de pedidos de patentes entre os 20 maiores depositantes na área de biotecnologia, com prioridade brasileira, durante o período de 1986-2012. Elaboração: Autoria própria.	20
Figura 3 Principais empresas solicitantes de depósito na área de biotecnologia com prioridade brasileira durante o período de 1986-2012. Elaboração: Autoria própria.	23
Figura 4 Principais empresas solicitantes de depósito na área de biotecnologia (não residentes), durante o período de 1986-2012. Elaboração: Autoria própria.	24
Figura 5 Rede bipartida ponderada entre principais depositantes em biotecnologia e principais códigos de depósito (subgrupos). A espessura das linhas de ligação indica a intensidade da relação. Elaboração: Autoria própria.	25
Figura 6 Rede bipartida ponderada entre principais depositantes em biotecnologia (não-residentes) e principais códigos de depósito (subgrupos). A espessura das linhas de ligação indica a intensidade da relação. Elaboração: Autoria própria.	27
Figura 7. Aduna (Rede) de compartilhamento dos pedidos patentes com prioridade brasileira para a área de biotecnologia, durante o período de 1986-2012. Fonte: Autoria própria.	30
Figura 8 Evolução anual dos pedidos de patentes de residentes na área de biotecnologia para os segmentos da Academia, Indústria e Governo. Não estão contemplados os pedidos de patentes depositados em cotitularidade. Fonte: Elaboração própria.	48
Figura 9 Evolução anual dos pedidos de patentes de não residentes na área de biotecnologia para os segmentos da Academia, Indústria e Governo. Não estão contemplados os pedidos de patentes depositados em cotitularidade. Fonte: Elaboração própria.	51
Figura 10 Padrão de colaboração entre Academia-Governo-Indústria na área de biotecnologia no Brasil. Dados dos pedidos de patentes realizados por residentes durante o período de 1986-2012. Autoria própria.	53
Figura 11 Padrão de colaboração entre Academia-Governo-Indústria na área de biotecnologia no Brasil. Dados dos pedidos de patentes realizados por não residentes durante o período de 1986-2012. Autoria própria.	57
Figura 12 Percentual de ICTs da RENORBIO com políticas aprovadas, com minutas e que não possuem ou não informaram. Dados obtidos até o ano de 2011.	69

Figura 13 Comparação entre os Capítulos de Lei da Inovação, à luz do decreto nº 5.563/2005, e os itens correspondentes presentes nas políticas das ICTs que compõem a RENORBIO.....	70
Figura 14 Revistas com maior número de publicações de artigos pelos docentes da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.....	73
Figura 15 Docentes da RENORBIO com maior número de artigos. Dados obtidos até o ano de 2011.	74
Figura 16 Mapa de inter-relacionamento entre os autores de artigos que são docentes da RENORBIO (cada bolinha em amarelo corresponde a um artigo publicado). Dados obtidos até o ano de 2011.....	75
Figura 17 Palavras chaves mais utilizadas nos artigos publicados pelos docentes da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.....	76
Figura 18 Palavras chave que aparecem com mais frequência nos resumos dos artigos publicados pelos docentes da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.	77
Figura 19. Patentes geradas no âmbito da RENORBIO de 2006 a 2011 (cada bolinha em amarelo corresponde a uma patente).	79
Figura 20 Evolução anual das patentes geradas no âmbito da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.....	80
Figura 21 Docentes inventores e respectivas patentes geradas dentro das áreas da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.....	80
Figura 22 Mapa de Inter-relacionamento entre as Instituições da RENORBIO e as empresas parceiras (cada bolinha em amarelo corresponde a uma patente). Dados obtidos até o ano de 2011.	82
Figura 23 Inter-relacionamento entre os tipos de Apropriação. (cada bolinha em amarelo corresponde a uma patente).....	83
Figura 24 Categorias de Indicadores propostos para avaliação de esforços e resultados para o programa de pós-graduação em biotecnologia. Adaptado de Mugnaini <i>et al.</i> (2004).....	103
Figura 25. Representação esquemática do modelo proposto no qual foi utilizado a lógica difusa. Autoria própria.	104
Figura 26 Funções pertinência definidas para cada indicador (variável linguística) na categoria de eficiência.	114
Figura 27 Funções pertinência definidas para cada indicador (variável linguística) na categoria de eficácia.	115
Figura 28 Funções pertinência definidas para cada indicador (variável linguística) na categoria de efetividade.....	116
Figura 29 Resultado do modelo difuso para o ano de 2007 obtidos com os dados da RENORBIO.	118

Figura 30 Resultado do modelo difuso para o ano de 2008 obtidos com os dados da RENORBIO.....	118
Figura 31 Resultado do modelo difuso para o ano de 2009.....	119
Figura 32 Resultado do modelo difuso para o ano de 2010 obtidos com os dados da RENORBIO.....	119
Figura 33 Resultado do modelo difuso para o ano de 2011 obtidos com os dados da RENORBIO.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Principais marcos para a Biotecnologia no Brasil. Fonte: Elaboração própria.....	40
Tabela 2 Conjunto de indicadores, metas e valores estimados na avaliação do programa de pós-graduação em biotecnologia.....	110
Tabela 3. Regras difusas para operação entre os conjuntos que foram utilizadas nas classes de saída.	116

CAPÍTULO 1 - Atividade inovativa em biotecnologia no Brasil: uma análise a partir de documentos de patentes¹

Resumo

Considerando que o desenvolvimento da Biotecnologia compreende uma das prioridades da política industrial, tecnológica e de comércio exterior e tendo em vista a necessidade da maior inserção do Brasil nas discussões internacionais sobre este tema, foi realizada uma prospecção tecnológica para a área de biotecnologia. A análise foi realizada a partir de diversas perspectivas, identificando os principais depositantes, o interesse do mercado externo e interno, bem como status de cooperação entre os diferentes segmentos envolvidos no processo de inovação no Brasil para a área de biotecnologia. Foram considerados os pedidos realizados durante o período de 1986-2012, disponíveis no Espacenet. Os resultados demonstram que, a despeito do crescimento verificado no número de depósitos, o desenvolvimento tecnológico nesta área ainda precisa ser melhorado. As universidades se apresentaram como os principais inovadores, quando considerados os depósitos de residentes. Para os não residentes, a principal força inovadora vem da indústria, principalmente a de capital estrangeiro. O interesse do mercado externo e interno foi na área de fármacos (principalmente os antineoplásicos). A análise das redes de cooperação entre os diferentes segmentos que compõem o processo de inovação revelou que o Brasil ainda se encontra em um nível inicial de interação, com os diversos segmentos atuando de forma isolada. Percebe-se que a academia e as instituições públicas de pesquisa ainda se encontram no centro das redes, enquanto que a dinâmica da inovação exige que as empresas privadas tenham um papel mais direto e decisivo no processo, fato ainda é insipiente no Brasil.

Palavras-chaves: Biotecnologia; patente; prospecção tecnológica, inovação tecnológica.

Abstract

Although the development of biotechnology comprises one of the main priorities of industrial, technological and foreign trade goals in Brazil, a greater need exists for the nation's inclusion in international discussions regarding biotechnology. As such, we conducted a technology forecast for the area of biotechnology. The analysis was performed from several perspectives by identifying major applicants and the interest of the domestic and international markets, as well as the status of cooperation between different sectors involved in the innovative process in Brazil's biotechnology sector. We examined requests made during the period from 1986-2012 available regarding Espacenet. The results demonstrate that despite the growth in the number of applications, the technological development in this area still needs improvement.

¹ Artigo submetido à *Technological Forecasting & Social Change* (Qualis A2 – interdisciplinar) em 12/04/2014. Em fase de avaliação. Ref. No.: TFSC-14-178.

Universities are shown as the leading innovators when applications from residents are considered. For foreign applicants, the main innovative strength comes from industry, especially those involving foreign capital. The interest of both foreign and domestic markets was in the pharmaceutical field (especially involving antineoplastic agents). The analysis of the chains of cooperation among the different segments that comprise the innovative process showed that Brazil is still at an early level of interaction, with various segments acting in isolated ways. Because academia and public research institutions are still at the centre of the chain, greater industry involvement is warranted, especially given the dynamics of innovation that require private companies to have a more direct and decisive role in the process, a fact that is still incipient in Brazil.

Keywords: biotechnology; patent; technological foresight; technological innovation.

Introdução

A sociedade contemporânea tem vivenciado nos últimos anos um momento no qual a ciência, a tecnologia e a inovação têm sido reconhecidas como fundamentais no processo de desenvolvimento social e econômico de regiões e países.

Este processo de valorização da pesquisa e inovação é observado em diversas áreas do conhecimento. Contudo, em algumas áreas como a biotecnologia, ele tem sido mais expressivo, provavelmente devido às múltiplas aplicações da área, que possibilitam a integração entre o conhecimento científico e o tecnológico, traduzindo-o em inovação.

Definida como um conjunto de tecnologias “que utilizam sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados para a produção ou modificação de produtos e processos para uso específico, bem como para gerar novos serviços de alto impacto em diversos segmentos industriais” (INPI, 2007), a biotecnologia vem despertando cada vez mais o interesse de alguns segmentos econômicos.

Países com elevada biodiversidade como a Venezuela, Brasil, Colômbia e Peru, dentre outros, têm buscado, portanto, desenvolver capacidades nacionais em ciência e tecnologia de modo a permitir uma melhor otimização e aplicação dos recursos científicos e econômicos, gerando produtos tecnológicos com base em biotecnologia desenvolvidos nacionalmente (Torres e Velho, 2009).

No Brasil, a biotecnologia vem atraindo atenção desde o início da década de 80, quando foi percebida como uma oportunidade de transformar o país de comprador e adaptador

em gerador de tecnologia em um setor de ponta. Ou seja, o estabelecimento dessa capacidade inovadora passou a ser visto como um meio de minimizar o descompasso entre o desenvolvimento socioeconômico do país frente ao mercado internacional (Azevedo et al., 2002).

Contudo, esta não tem sido uma tarefa fácil. Silveira et al. (2002) destacam que o desenvolvimento da biotecnologia exige, além de uma forte base acadêmica e científica, um setor produtivo capaz de transformar a produção da academia em inovação, quer seja em bens e/ou serviços. De fundamental importância também é a criação de um ambiente institucional que ofereça, ao mesmo tempo, segurança ao empresário inovador e à sociedade como um todo, protegendo-os dos riscos inerentes às atividades investigativas e produtivas no campo da biotecnologia.

Diante da perspectiva promissora que a área da biotecnologia representa, o monitoramento e a busca de avanços tecnológicos e tendências tornam-se fundamentais, pois possibilitaram o aumento do potencial inovativo e do conhecimento das oportunidades de negócios, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países de economias emergentes, como o Brasil. Um dos métodos recentemente empregados com sucesso é a prospecção tecnológica realizada a partir da análise de documentos de patentes.

Esta abordagem tem se constituído em uma potente ferramenta de apoio à decisão, tendo em vista a riqueza de informação contida nos documentos de patentes, que permitem identificar tecnologias relevantes, parceiros, nichos de mercado para atuação, inovações incrementais, movimentos de concorrência (ex. gestão de processos e produtos, novas linhas de pesquisa e desenvolvimento), fusões e aquisições, dentre outros aspectos (Antunes e Canongia, 2006).

De acordo com Quintella et al. (2009), o monitoramento ou prospecção tecnológica por meio de patentes tem contribuído de forma significativa na geração de políticas de longo termo, de estratégias e de planos e na fundamentação dos processos de tomada de decisão referentes à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação (P&D&I). As patentes, portanto, não representam apenas uma proteção legal, mas um bem econômico, uma fonte de informação tecnológica.

Assim, considerando que o desenvolvimento da Biotecnologia compreende uma das prioridades da política industrial, tecnológica e de comércio exterior e, tendo em vista a necessidade da maior inserção do Brasil nas discussões internacionais sobre este tema, o presente artigo teve como objetivo a realização de uma prospecção tecnológica para a área de biotecnologia, identificando os principais depositantes, as tecnologias relevantes, o interesse do mercado externo e o status de cooperação entre os diferentes segmentos envolvidos no processo de apropriação do conhecimento por meio de patentes no Brasil.

Dados e metodologia

Os avanços tecnológicos em uma determinada área têm sido avaliados através da técnica de prospecção tecnológica. Nesta abordagem os documentos de patentes tem se mostrado como eficientes indicadores do esforço inovativo de uma determinada organização (pública ou privada), região ou país (Chen e Guan, 2011). Assim, buscou-se mapear a biotecnologia no Brasil utilizando como indicador do esforço inovativo nesta área os documentos de patentes. Optou-se por utilizar dados sobre os depósitos de patentes, em vez das patentes concedidas, porque o depósito em si constitui um indicativo de atividade inventiva e, além disso, o depósito capta melhor a época em que foi feita a invenção (Póvoa, 2008).

A primeira etapa da prospecção tecnológica consistiu na definição do escopo da mesma. Como o objetivo era mapear uma área de conhecimento e não uma tecnologia foi necessário realizar um levantamento dos códigos e palavras-chaves que caracterizavam o objeto de estudo. Para tanto, duas estratégias foram empregadas: na primeira utilizou-se a abordagem citada por Chen e Guan (2011), na qual os códigos internacionais de patentes para a área de biotecnologia (IPC – International Patent Classification)² e propostos pela OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) foram utilizados (OECD, 2005); na segunda estratégia as palavras-chaves empregadas em biotecnologia (Santana et al., 2012) foram submetidas à ferramenta Tacsy

² A Classificação Internacional de Patente foi estabelecida no tratado de Strasbourg (1971) - <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en>

(<http://www.wipo.int/tacsy/>) com a finalidade de se obter o código de classificação internacional de patente (CIP) correspondente para as mesmas.

Na etapa seguinte, selecionou-se, como fonte de informação, o banco de patentes do escritório europeu Espacenet (www.espacenet.com) cuja base Worldwild possibilita o acesso a mais de 60 milhões de documentos de patentes oriundos de 80 países disponibilizados desde 1836. Esta base foi escolhida por possibilitar a exportação dos dados em planilhas de Excel[®] e a busca simultânea de onze códigos, o que permitiu a captura simultânea de um grande volume de documentos.

Para a pesquisa na base de patentes foram utilizados como critérios de busca, além dos códigos (CIP) o termo “BR” no campo de número de depósito, visto que o objetivo era recuperar os documentos de patentes depositados no Brasil (tanto realizado por residentes quanto por não residentes) e, no campo relativo à data de publicação, foi estabelecido o período de 1986-2012. Este período foi definido em função de contemplar as primeiras discussões a respeito da biotecnologia no Brasil até os dias de hoje (INPI, 2007). O período de coleta de dados no banco de patentes compreendeu os meses de setembro a novembro de 2012.

As planilhas de Excel[®] recuperadas foram integradas utilizando um algoritmo do software estatístico R e posteriormente importada pelo VantagePoint[®] versão 7.1. Este software foi utilizado para exclusão de resultados duplicados e análise dos documentos de patentes por apresentar diversas vantagens, permitindo tanto uma análise descritiva dos dados, quanto a realização de mapas de correlações cruzadas, auto-correlações, mapas fatoriais, dentre outras (Porter & Cunningham, 2005).

Uma rede bipartida ponderada foi construída para visualizar a relação entre os depositantes e os principais códigos da área de biotecnologia. O número absoluto de vezes em que um depositante esteve associado a um código específico foi usado como peso para construir a rede ponderada. A rede bipartida ponderada foi construída no pacote bipartite (DORMANN *et al.*, 2008) do pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2014).

Resultados e discussão

Foram recuperados 1.863 pedidos de patentes com prioridade brasileira e 20.183 pedidos realizados por não-residentes.

A figura 01 traz a evolução histórica dos pedidos de patentes com prioridade brasileira na área de biotecnologia. Há uma clara tendência de aumento no número de depósitos de patentes para a área ao longo do tempo o que representou, entre os anos de 1986 e 2011, um acréscimo de 543,48%.

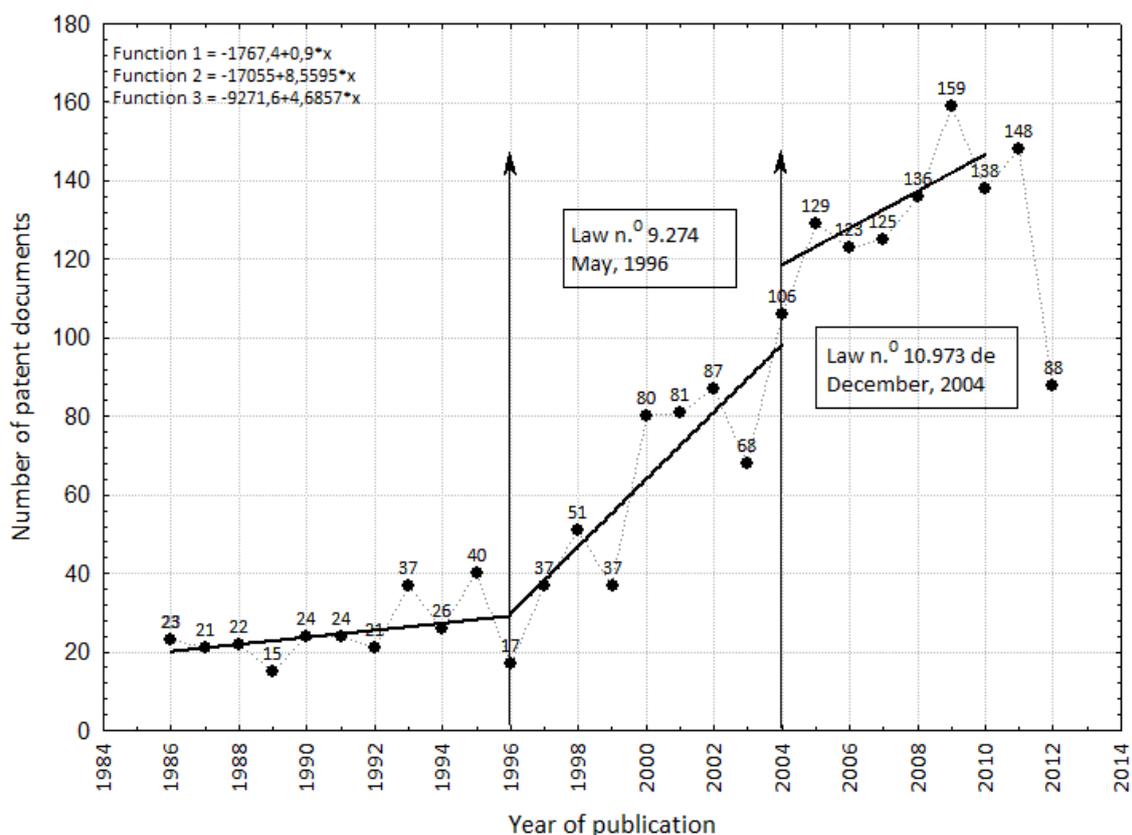


Figura 1 Evolução histórica dos pedidos de patentes com prioridade brasileira na área de biotecnologia durante o período de Janeiro 1986 à outubro de 2010. Não foram considerados (Fonte dos dados: Espacenet). Elaboração: Autoria própria.

Para analisar a evolução no número de depósitos optou-se por dividir a série temporal em três períodos. No primeiro período (1986-1996) a média de depósitos de patentes foi de 24,54. Já para o segundo período (1996-2004), marcado pela promulgação da Lei da Propriedade Industrial, o valor médio de depósitos subiu para 68,37 e, no último período analisado, a média chegou a 136,86.

É evidente o incremento do esforço inovativo, observado a partir da década de 90, o que pode ser considerado como um reflexo das ações governamentais implantadas, neste período, com objetivo estimular processos mais intensivos de modernização tecnológica nas empresas e criar um ambiente institucional mais favorável ao aprofundamento da cooperação entre os agentes públicos da área de ciência e tecnologia e o setor produtivo (Morais, 2008).

Um importante marco institucional nesta época foi a criação dos fundos setoriais de ciência e tecnologia, em 1999, se constituindo um instrumento de financiamento para projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Posteriormente, em 2006, o governo lança o programa de subvenção econômica de apoio à inovação no qual são concedidos recursos financeiros de natureza não – reembolsável para empresas públicas ou privadas que desenvolvam projetos de inovação estratégicos para o País de acordo com a política governamental.

Esta modalidade de apoio foi realizada a partir da aprovação e regulamentação da Lei da Inovação (10.903/04) e da Lei do Bem (11.196/05). Por meio de 03 instrumentos, o governo visa apoiar a inovação nas áreas de interesse definidas em conjunto pelos Ministérios da Ciência e Tecnologia (MCT) e da Indústria, Desenvolvimento e Comércio Exterior (MDIC).

Póvoa (2008) distingue, para as universidades brasileiras, pelo menos três tipos de mudanças ocorridas na década de 1990 que, possivelmente, estão entre as principais causas do aumento no número de pedidos de patentes.

Como a produção biotecnológica no Brasil advém, em grande parte, das universidades, podemos considerar também o impacto destas medidas no padrão observado para a biotecnologia: i) A Lei da Propriedade Industrial (Lei nº 9.279 de 14 de maio de 1996) que entrou em vigor a partir de 1997 ampliou o leque de invenções patenteáveis, incluindo medicamentos, alimentos e substâncias químicas, até então considerados como invenções não privilegiadas; ii) estímulo à proteção do conhecimento aos docentes das universidades que passaram a poder participar dos ganhos econômicos decorrentes da exploração dos resultados de suas pesquisas por direitos de propriedade intelectual, sendo assegurado como forma de incentivo “premiação de parcela do valor das vantagens auferidas pelo órgão ou entidade com a exploração da patente ou

registro” (Decreto no. 2.553, Portaria MEC³ no. 322 e Portaria MCTI⁴ no. 88); iii) Investimentos governamentais com início na década de 80, com a criação do Programa Integrado em Genética, Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB) e do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT).

Para o último período (2004-2012), os marcos importantes para o Brasil foram a promulgação da chamada Lei de Inovação, e o aperfeiçoamento da legislação relativa aos incentivos fiscais para a inovação, que passaram a compor o terceiro capítulo da chamada Lei do Bem (Lei no 11.196/2005), além do lançamento de diversos programas e chamadas públicas para apoio a empresas pela FINEP⁵.

Pode-se verificar também na figura 01 um acentuado decréscimo no número de depósitos a partir de 2011. Este padrão era esperado e foi reportado por Buttow & Steindel (2012), que apontaram como causas o período necessário de sigilo (18 meses) e eventuais atrasos na publicação dos mesmos, especialmente para aqueles envolvendo o Patent Cooperation Treaty (PCT), gerando uma subestimação do número real de depósitos de patentes no último ano da busca.

Embora o mercado em biotecnologia esteja claramente em ascensão no Brasil e reflita os esforços governamentais das últimas décadas, alguns empecilhos ainda precisam ser equacionados, como o distanciamento entre as universidades/institutos de pesquisa e as empresas. Atualmente, a pesquisa se encontra fortemente associada às universidades e institutos públicos, conforme pode ser verificado na figura 2.

³ MEC – Ministério de Educação e Cultura

⁴ MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

⁵ FINEP – Agência Brasileira da Inovação é uma empresa pública vinculada ao MCTI.

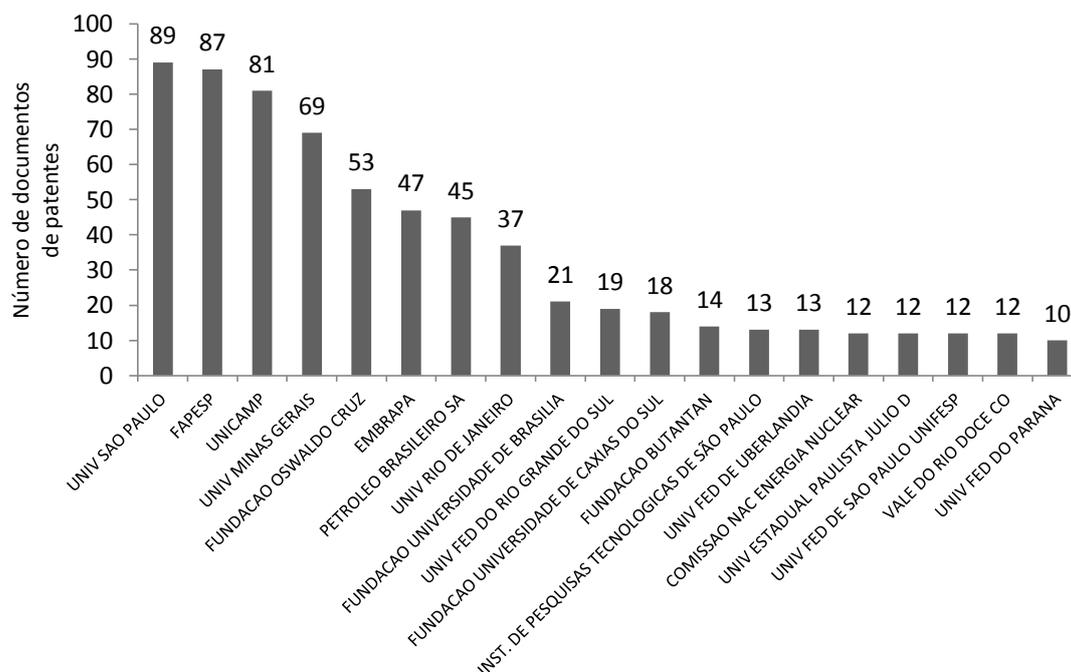


Figura 2 Distribuição do número de pedidos de patentes entre os 20 maiores depositantes na área de biotecnologia, com prioridade brasileira, durante o período de 1986-2012. Elaboração: Autoria própria.

As universidades aparecem como os principais depositantes com prioridade brasileira na área de biotecnologia, computando 51,51% dos pedidos (quando considerados os 20 maiores depositantes). Em seguida aparecem os institutos de pesquisa públicos, com 20,93% dos pedidos. As FAP'S (Fundações de Amparo à Pesquisa) também se destacaram, computando 18,98% dos pedidos. A participação das empresas (duas) não foi muito expressiva (8,58%), o que corrobora com resultados obtidos por outros autores (Buttow & Steindel, 2012; Póvoa, 2008; Salles-Filho, Bonacelli e Mello, 2001).

O padrão verificado no presente estudo difere daquele encontrado pela China. Lei et al (2011) verificaram que, naquele país, a maioria das patentes é concedida às empresas privadas, sendo que apenas duas universidades mereceram destaque (TsingHua University e University of Hong Kong). Segundo os autores, diferentemente do Brasil, as empresas privadas e as multinacionais se configuraram como a principal força inovativa.

Buttow & Steindel (2012), ao estudarem o número de depósitos realizados no Brasil para o código C12N (que engloba os depósitos da biotecnologia moderna), encontraram mesmo com um escopo menor de prospecção, padrão semelhante, demonstrando que,

no Brasil, a pesquisa e inovação na área de biotecnologia são, geralmente, desenvolvidas por universidades e institutos de pesquisa.

Amadei & Torkomian (2009) discutem que este padrão é reflexo da recente criação de estruturas internas nas universidades com objetivo de facilitar o transbordamento do conhecimento científico para o meio empresarial mediante o desenvolvimento de pesquisas conjuntas entre universidades e empresas, a geração de spin-offs acadêmicos e o licenciamento de patentes depositadas pelas universidades.

Para Póvoas (2008), a maior participação das universidades no cenário da biotecnologia é resultado deliberado de políticas governamentais iniciadas na década de 1970 que tiveram como objetivos a capacitação dos pesquisadores e o desenvolvimento da ciência e da tecnologia nacional. Neste contexto o autor destaca o Plano Nacional de Pós-Graduação (1975/79) e o Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT I, II e III) e seus desdobramentos (Ações Programadas em Ciência e Tecnologia e Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, cuja primeira fase iniciou-se em 1985).

Este modelo verificado no Brasil foi o mesmo adotado por muitos países desenvolvidos, a exemplo dos Estados Unidos que implementou, como estratégia para recuperar a economia e emergir como potência mundial, o fortalecimento de fundos para a pesquisa universitária e o estreitamento das relações entre as universidades e a indústria (Mowery & Rosemberg, 2005).

A adequação deste modelo começou a ser questionada na década de 90, quando se percebeu que para que ocorra a inovação é preciso também que haja incentivos ao desenvolvimento tecnológico no âmbito empresarial.

Para Bernardes e Albuquerque (2003), a posição de destaque das universidades e institutos de pesquisa brasileiros em termos de esforço inovativo pode representar não, uma melhoria das universidades, mas uma debilidade geral do sistema produtivo. Isto porque a apropriação do conhecimento pelas universidades por si só não é garantia de inovação tecnológica. Para que o conhecimento tecnológico apropriado por meio de patentes venha a se tornar um produto que de fato contribua para o desenvolvimento econômico, é de fundamental importância maior integração entre universidade e indústria.

Buttow (2008) discute que a transferência do conhecimento científico para o tecnológico requer o estabelecimento de parcerias produtivas com a indústria para que haja desenvolvimento de novas tecnologias, o que ainda se encontra em uma fase inicial no Brasil.

Outro aspecto a ser mencionado é a participação expressiva das universidades do Sudeste em pedidos de patentes (USP e UNICAMP)⁶, que pode ser considerada como reflexo do maior investimento em pesquisa e desenvolvimento no estado. O número de depósitos de patentes das universidades paulistas pode ser ainda maior do que o apresentado visto que, a partir de 2000 a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo) criou o Núcleo de Patentes e Licenciamento de Tecnologia (NUPLITEC) com o objetivo de gerenciar os pedidos financiados pela instituição e, desde então, tem ficado com a titularidade dos pedidos, o que pode explicar a presença desta agência no segundo lugar na lista dos maiores depositantes do Brasil.

Rocha e Ferreira, já em 2004, chamavam atenção para o elevado nível de realização tecnológica do sistema de inovação de São Paulo, primeiro colocado no ranking geral do Brasil. No estudo realizado pelos autores, o estado apresentou posição de destaque para os indicadores de prioridade governamental em ciência e tecnologia, produção científica e tecnológica, base educacional, disponibilidade de recursos humanos qualificados e amplitude de difusão de inovações, o que pode estar refletindo no maior esforço inovativo, demonstrado pelo maior número de depósitos de patentes.

Contudo, algumas ações já vêm sendo desenvolvidas por outros estados brasileiros na tentativa de reduzir as diferenças regionais no que se refere à pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico. A RENORBIO – Rede Nordeste de Biotecnologia (www.RENORBIO.org.br), por exemplo, vem promovendo o desenvolvimento da biotecnologia no Nordeste por meio de estímulos à maior competitividade dos grupos de pesquisa em editais nacionais, do aumento significativo da produção científica e tecnológica dos pesquisadores e consequentemente a partir da geração de novas patentes. Concebida para atuar em rede, a RENORBIO integra as principais universidades do Nordeste e, nos últimos anos, tem possibilitado a consolidação gradativa de núcleos de excelência em biotecnologia na região mediante a formação de recursos humanos em pesquisa e tecnologia, transformando os produtos da

⁶ USP – Universidade de São Paulo; UNICAMP – Universidade de Campinas.

pesquisa desenvolvidos pelos pesquisadores e alunos da RENORBIO em inovação tecnológica (Quintella et al., 2012).

No segmento empresarial a empresa que demonstrou maior esforço inovativo em biotecnologia foi a PETROBRAS (Petróleo Brasileiro S.A.), que despontou com o maior número de pedidos de depósito de patentes com prioridade brasileira (Figura 3).

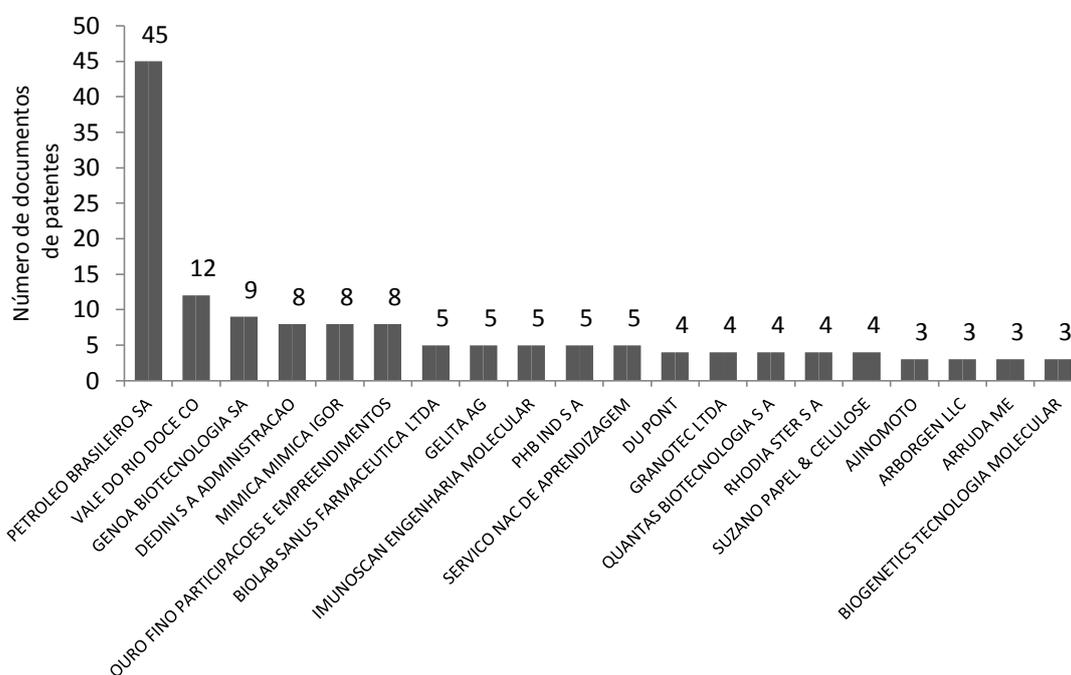


Figura 3 Principais empresas solicitantes de depósito na área de biotecnologia com prioridade brasileira durante o período de 1986-2012. Elaboração: Autoria própria.

A PETROBRAS é uma empresa estatal com atuação nos segmentos de prospecção, exploração, produção, refino e transporte de petróleo e gás natural, petroquímica, distribuição de derivados, energia elétrica, bicompostíveis, além de fontes alternativas de energia. Em 1968 a empresa criou o CENPES (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento) com objetivo de proporcionar o aparato tecnológico necessário à expansão da empresa e se tornou um importante centro de pesquisa da América Latina (www.petrobras.com.br).

O melhor desempenho desta estatal pode ser explicado tanto pela política empresarial voltada ao investimento em desenvolvimento científico e tecnológico, quanto pela maior proximidade com as universidades. Um exemplo desta integração é o Centro de Estudos de Petróleo (Cepetro), criado em 1987 com a UNICAMP. Desde então mais de 200 projetos de pesquisa em parceria com a Petrobrás foram desenvolvidos.

Quando avaliados os pedidos de depósito com prioridade não brasileira (não-residentes), as empresas Pfizer, Novartis e Hoffmann La Roche se destacam, apresentando respectivamente, 422, 353 e 333 pedidos de patentes. Todas as 03 empresas de destaque são multinacionais, com unidades fabris sediadas no Brasil e com atuação na área farmacêutica. Estas empresas tem histórico de investimento na área de pesquisa e desenvolvimento para descoberta de novos medicamentos e vacinas. Este mesmo padrão foi reportado para a China por Lei et al (2011).

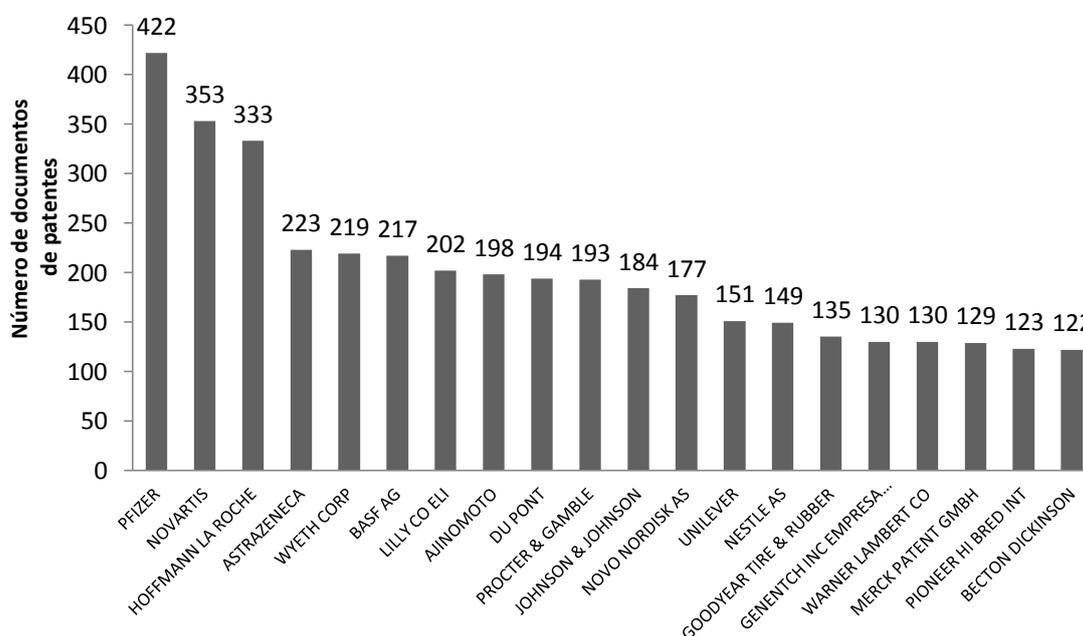


Figura 4 Principais empresas solicitantes de depósito na área de biotecnologia (não residentes), durante o período de 1986-2012. Elaboração: Autoria própria.

A análise das áreas de interesse da biotecnologia, aqui definidas com os códigos da classificação internacional de patentes, revelou um grande interesse de proteção do conhecimento para a área farmacêutica (Figura 5).

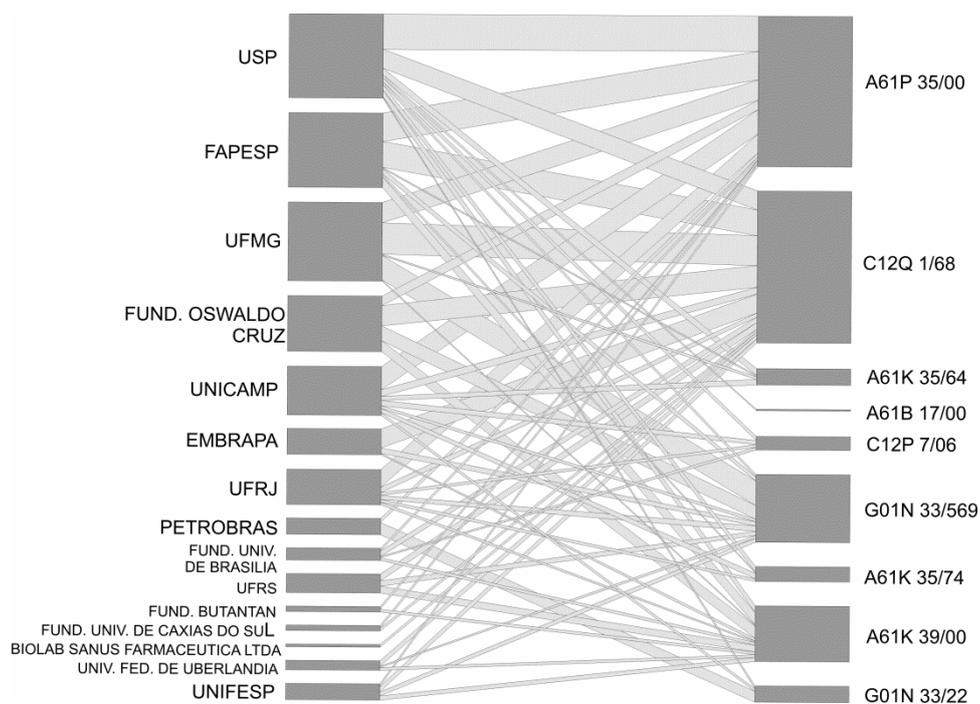


Figura 5 Rede bipartida ponderada entre principais depositantes em biotecnologia e principais códigos de depósito⁷ (subgrupos). A espessura das linhas de ligação indica a intensidade da relação. Elaboração: Autoria própria.

O maior número de pedidos de patentes esteve relacionado à classe A61 – que compreende os depósitos na área de saúde humana e veterinária.

Sabe-se que um dos campos mais atrativos para depósitos em biotecnologia é o dos fármacos ou produtos relacionados à saúde humana e é nesse campo onde também se concentram os maiores investimentos em pesquisa e desenvolvimento (Figueiredo, Pentado and Medeiros, 2006), que se reflete no padrão observado.

Este padrão é também recorrente em outros países do mundo. Van Buezekon and Arundel (2006) afirmam que os depósitos na área de saúde são predominantes na biotecnologia, representando 87% em 12 de 14 países avaliados (Nova Zelândia,

⁷ International Patent Classification (IPC) Official Publication (<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>): A61935/00 – Agentes neoplásicos; C12Q1/68 - Processos de medição ou teste que envolvem enzimas ou microorganismos; respectivas composições; Processos de preparação dessas composições envolvendo ácidos nucleicos; A61K35/64 - Preparações medicinais contendo produtos materiais ou reação mesmo com a constituição indeterminado, material oriundo de outros animais exceto mamíferos e pássaros; A61B17/00 - Instrumentos cirúrgicos, dispositivos ou métodos, por exemplo, torniquetes; C12P7/06 - Preparação de compostos orgânicos contendo oxigênio -> contendo um grupo hidroxila -> acíclico -> etanol, isto é, não-bebida; G01N33/569 - Investigação ou análise de materiais por métodos específicos não cobertos pelos grupos G01N0001000000-G01N0031000000 -> O material biológico, por exemplo, sangue, urina -> A análise química do material biológico, por exemplo, sangue, urina, teste envolvendo métodos ligante bioespecíficas vinculativos; testes imunológicos -> Imunoensaio; ensaio de ligação bioespecífica; respectivos materiais -> para micro-organismos, por exemplo, protozoários, bactérias, vírus; A61K35/74 - Preparações medicinais contendo produtos materiais ou reação do mesmo com a constituição indeterminado -> Materiais de micro-organismos -> Bactérias; A61K39/00 - Preparações medicinais contendo antígenos ou anticorpos; G01N33/22 - Investigação ou análise de materiais por métodos específicos não cobertos pelos grupos G01N0001000000-G01N0031000000 -> Combustíveis; explosivos.

Dinamarca, Austrália, Finlândia, Itália, Bélgica, Estados Unidos, Japão, Canadá, Turquia, Luxemburgo, Israel, China e Índia).

Embora de grande interesse, a área farmacêutica tem se confrontado com entraves relacionados a marcos regulatórios brasileiros. De acordo com um estudo elaborado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2008), as empresas de base biotecnológica que desejam entrar nesse segmento de mercado se deparam com marcos regulatórios muito exigentes e limitações, como por exemplo, os períodos extensos e o elevado custo para se fazer os testes clínicos de um novo biomedicamento.

Como consequência destes obstáculos o mercado na área de biotecnologia passa a ser explorado por empresas farmacêuticas já consolidadas no mercado que passam a adquirir ou incorporar empresas de base biotecnológica de pequeno porte. Ao adotarem esta estratégia, estarão incorporando novos produtos e tecnologias em seu portfólio estratégico e ampliando seu mercado. Isso pode ser comprovado pelo número de multinacionais com depósitos no Brasil nestas áreas (Figura 6).

A USP, FAPESP tiveram maior número de depósitos de pedidos de patentes classificados no código referente a agentes antineoplásicos. Já a UFMG apresentou maior concentração de depósitos no código C12Q 1/68, que corresponde a processos de medição ou testes que envolvem enzimas ou microorganismos, reforçando a tradição desta universidade na área de genética.

A Petrobras apresentou maior número de pedidos em biotecnologia na área de métodos de análise química de combustíveis, indicando o investimento da estatal em métodos para avaliar a qualidade da sua matéria prima ou produtos.

Assim como para os residentes, o maior interesse no mercado brasileiro por depositantes não residentes se deu na área de fármacos voltados ao tratamento de neoplasias, tendo como principais depositantes a Pfizer, Novartis, Hoffmann e Astrazeneca (A6135P/00 e A61P43/00). Conforme dito anteriormente, estas empresas multinacionais atuam no segmento farmacêutico e possuem unidades fabris no Brasil, tendo, portanto, grande interesse no mercado.

O que se percebe a partir de uma análise geral dos principais depositantes não residentes é o destaque de grandes corporações setorialmente especializadas, que atuam de forma

global e financiam suas próprias pesquisas o que, sem sombra de dúvidas, facilita o processo de inovação.

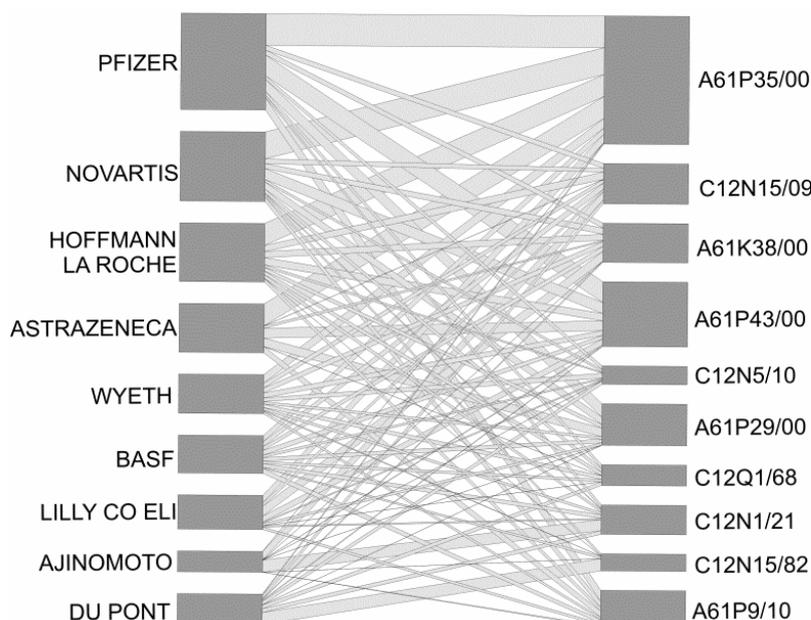


Figura 6 Rede bipartida ponderada entre principais depositantes em biotecnologia (não-residentes) e principais códigos de depósito⁸ (subgrupos). A espessura das linhas de ligação indica a intensidade da relação. Elaboração: Autoria própria.

Considerando a análise das relações entre os diferentes segmentos que compõem o sistema de inovação de um país, diversos autores fazem referência à necessidade do desenvolvimento de redes onde as interações entre os componentes do sistema e seus atores principais (instituições, academia, empresas, governo e inventores) se unem de forma colaborativa, com o propósito de promover a difusão e inovação tecnológica (Silveira 2002, Azevedo 2001, Salles-Filho, Bonacelli and Mello, 2001).

Neste contexto, buscou-se observar como esses atores se relacionam entre si na área de biotecnologia, utilizando como critério o número de pedidos de patentes realizados pelas instituições em cotitularidade.

⁸ International Patent Classification (IPC) Official Publication (<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>): A61P35/00 – Agentes neoplásicos; C12N15/09 – Tecnologia do DNA-recombinante; A61K38/00 - Medicinal preparations containing peptides; A61P43/00 – Drogas para finalidades específicas que não as especificadas pelo códigos A61P1/00 e A61P 41/00; C12N5/10 – células modificadas pela introdução de material genético; A61P29/00 – Agentes analgésico não central, antipirético e anti-inflamatório; C12Q1/68 – processos de preparações de composições contendo ácidos nucleicos; C12N1/21 – Microrganismos, composições, processos de propagação, preservação, manutenção ou isolamento de microrganismos modificados pela introdução de material genético; C12N15/82 – mutação ou engenharia genética envolvendo célula vegetal como hospedeiro; A61P9/10 – Drogas para tratamento de distúrbios cardiovasculares (isquemia e arteriosclerose).

A análise das redes de cooperação estabelecidas no Brasil na área de biotecnologia (Figura 7) revelou que os setores que mais realizaram depósitos em cotitularidade foram o governo e a academia.

Para o governo (aqui representado pelas Faps, institutos e centros de pesquisa públicos) 33% dos pedidos foram realizados em cotitularidade com a academia e esta, dos 524 pedidos, apenas 16% foram feitos em cotitularidade com o governo.

O estabelecimento desta interação pode ter como propósito o recebimento de recursos financeiros (subvenção) pelas universidades por meio das Faps e a complementação de expertise, no caso da interação entre universidade/institutos de pesquisa públicos. O fato é que este tipo de interação dificilmente resultará no processo de inovação, pois o elo responsável pela transferência do conhecimento científico em produto ou processo, frequentemente, não estará presente.

Esta constatação também foi feita por Amadei & Torkomian (2009). Para estes a quantidade de depósitos realizados pelas universidades em parceria com outro segmento é inexpressiva visto que a universidade se apresenta como única titular das patentes em mais de 80% dos casos. E, quando identificados esses parceiros, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, maior fonte de financiamento de pesquisa no Estado, aparece como principal cotitular nas tecnologias que geram patentes.

Uma solução para este problema já está em curso com a implantação, nas universidades e centros de pesquisa, dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs). Com o propósito de gerir as políticas públicas de inovação, os NITs vêm desenvolvendo ações no sentido de incentivar a apropriação do conhecimento científico através das patentes e auxiliar os pesquisadores na transferência de tecnologia. Segundo Quintella et al. (2012), os NITs, ao auxiliarem a celebração dos contratos de partilha de propriedade intelectual e de transferência de tecnologia no âmbito das universidades, garantem a realização de boas negociações e utilização da tecnologia pela sociedade, permitindo assim retorno do investimento obtido por meio de subvenções.

A segunda maior integração ocorreu entre as empresas privadas e a academia, que realizaram, juntas, 38 depósitos. Embora Rapini (2007) destaque que nem toda interação entre universidade e empresas se dá pela tentativa de obter avanço tecnológico, a

aproximação da academia com o meio produtivo é tida como estratégia fundamental para a inovação.

Verifica-se que o estabelecimento de redes de cooperação na área de biotecnologia encontra-se ainda em processo inicial no Brasil, conforme constatado através do elevado número de depósitos de patentes realizados pelos diversos segmentos (academia, empresas públicas e privadas, institutos e governo) de forma isolada.

Na opinião dos analistas a inviabilidade das redes, dentre outras razões, tem ocorrido em função do baixo envolvimento das empresas nacionais com pesquisa e desenvolvimento, sendo raros os acordos de cooperação entre elas e delas com empresas estrangeiras. Por sua vez, os centros e institutos públicos concentram a maior capacitação técnico-científica em biotecnologia, mas estão orientados por uma lógica autocentrada de fazer pesquisa, não estabelecendo vínculos com as empresas nacionais. Ou seja, nem se dispõe de uma estrutura de financiamento adequada ao investimento em inovações, sendo a maior parte dos recursos governamentais para a ciência e tecnologia (C&T) direcionada para a comunidade científica, nem há estímulos para o surgimento de pesquisadores empresários.

Contudo, o estabelecimento de redes ainda parece ser uma importante estratégia para o processo de inovação em biotecnologia, visto que permitirão reunir um conjunto de setores heterogêneos – instituições científicas, agências governamentais, empresas privadas e universidades - que interagirão de forma cooperativa com vistas a buscar competência científico-tecnológica numa área em que os custos de investimentos são elevados e/ou de alto risco. Ou seja, os diversos tipos de acordos, consórcios e programas de colaboração entre as empresas, e destas com as universidades e centros de pesquisa públicos e privados, permitirão minimizar e compartilhar incertezas, bem como diminuir o período de transformação de uma invenção em inovação (Diniz and Lemos, 1999, Salles-Filho, Bonacelli e Mello, 2001).

No Brasil, o maior número de depósitos na área de biotecnologia é realizado pelas universidades, o que torna o papel dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) de grande relevância. Através dos NITs é proporcionada a interação das universidades com as empresas e agências governamentais, o que culmina no desenvolvimento de parcerias estratégicas de interesse comum na busca de oportunidades de licenciamento que incentivem atividades de pesquisa em tecnologia, bem como a transferência da mesma.

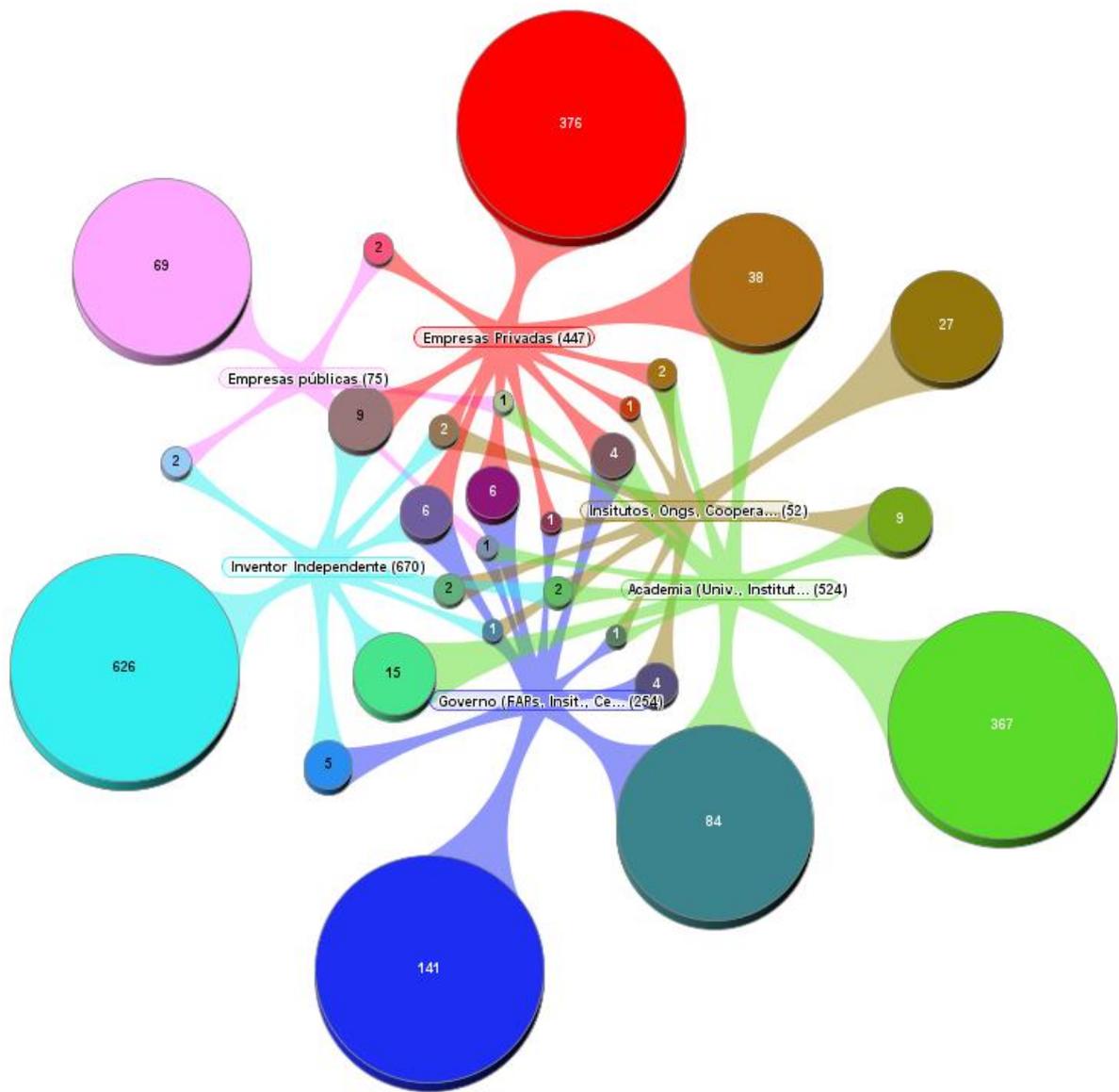


Figura 7. Aduna (Rede) de compartilhamento dos pedidos patentes com prioridade brasileira para a área de biotecnologia, durante o período de 1986-2012. Fonte: Autoria própria.

Considerações finais

A biotecnologia vem ganhando destaque na perspectiva econômica pelo seu grande foco em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, tornando-se cada vez mais uma prioridade para países em desenvolvimento, como o Brasil.

Seu sucesso parece estar diretamente relacionado às políticas governamentais voltadas à promoção da ciência e, mais especificamente, na sua difusão tecnológica. Os dados obtidos dos documentos de patentes de residentes demonstraram que esta área obteve um crescimento, nos últimos 25 anos, de 543,48%.

Neste contexto, a posição de destaque foi ocupada pelas universidades que concentraram o maior número de documentos de patentes na área de biotecnologia. Este padrão reforça o verificado por outros autores que afirmam que a pesquisa e a inovação tecnológica no Brasil encontra-se concentrada na academia. Por outro lado, para os depósitos realizados por não residentes as empresas multinacionais demonstraram grande interesse no mercado de biotecnologia, concentrando o maior número de pedidos de patentes.

Tanto para residentes, quanto para não residentes houve interesse em diversas áreas da biotecnologia, o que foi demonstrado pela diversidade de áreas de depósito por instituição. Contudo, o padrão obtido, tanto para as instituições públicas brasileiras, quanto para multinacionais compreendeu a apropriação do conhecimento na área farmacêutica, confirmando o interesse e rentabilidade deste mercado. No momento atual, quando ainda não há mecanismos eficazes de transferência de tecnologia a partir das universidades, este cenário parece favorecer as empresas farmacêuticas multinacionais que passam a adquirir ou incorporar empresas de pequeno porte de base biotecnológica, ampliando seu portfólio estratégico e, conseqüentemente, seu mercado.

Considerando a análise da interação entre os diferentes segmentos que compõe o processo de inovação brasileiro em nível macro, percebe-se que o Brasil ainda se encontra em um nível inicial, com os diversos segmentos atuando, na sua maioria de forma isolada, o que não contribui para que ocorra a inovação, principalmente se tratando da universidade e instituições públicas de pesquisa serem os principais depositantes em biotecnologia.

Atualmente, estes segmentos se encontram no centro das redes, enquanto que a dinâmica da inovação exige que as empresas privadas tenham um papel mais direto e decisivo no processo, o que ainda é insipiente no Brasil, à exceção das empresas multinacionais.

Enquanto o cenário desejável não acontece, continua sendo de suma importância o papel do governo em manter e ampliar as políticas que vêm sendo implementadas com o objetivo de criar e/ou manter um contexto propício para interações entre os diferentes agentes dos processos inovativo e produtivo e das redes técnico-científicas, pois estes tipos de arranjos de sustentação financeira e inovativa são cada vez mais importantes para o desenvolvimento da biotecnologia nos dias atuais.

Referências

- Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. (2008). Panorama da Biotecnologia no Mundo e no Brasil. Report. Rio de Janeiro, Brasil. 137.
- Amadei, J. R. P., Torkomian, A. L. V. (2009). As patentes nas universidades: análise dos depósitos das universidades públicas paulistas. *Inf.*, Brasília, 38 (2), 9-18.
- Antunes, A, Canongia, C. (2006). Technological foresight and technological scanning for identifying priorities and opportunities: the biotechnology and health sector. *Foresight*, 8(5), 31-44.
- Azevedo, N, Ferreira, L. O. Kropf, S. P., Hamilton, W. S. (2002). Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica: A Via Brasileira da Biotecnologia. *Dados*, 45, 139–176.
- Bernardes, A. T., Albuquerque, E. M. E. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*. 32(5), 865-885.
- Buttow, M. E., & Steindel, M. (2012). Patent Application in Biotechnology at Subclass C12N in Brazil at the period of 2001 to 2005, *Scientometrics*, v. 55(June), 341–348.
- Buttow, ME. (2008). Patenteabilidade em Biotecnologia no Brasil: estudo de caso do Programa de pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina. *Master Thesis*. Florianópolis, Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Chen, Z., Guan, J. (2011). Mapping of biotechnology patents of China from 1995–2008. *Scientometrics*, 88(1), 73–89.
- Diniz, C. C., Lemos, M. B. (1999). Sistemas locais de inovação: o caso de Minas Gerais. In: CASSIOLATO, José Eduardo LASTRES, Helena M. M. (Org.). Globalização e inovação globalizada: experiências de sistemas locais no Mercosul. Brasília : IBICT.
- Figueiredo, L.H.M, Penteado, M.I, Medeiros, P.T. (2006). Patentes em Biotecnologia. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*. 36.
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI (2007). Estudo comparativo dos critérios de patenteabilidade para invenções biotecnológicas em diferentes países. *Relatório Técnico*. Rio de Janeiro, RJ: INPI.
- Lei, X., Zhao, Z., Zhang, X., Chen, D., Huang, M., Zhao, Y. (2011). The inventive activities and collaboration pattern of university–industry–government in China based on patent analysis. *Scientometrics*, 90 (1), 231-251.
- Morais, J. M. (2008) Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: DE NEGRI, J. A.;

KUBOTA, L. C. (Org.). *Políticas incentivo à inovação tecnológica no Brasil*. Brasília: Ipea.

Mowery, D. C., Rosenberb, N. (2005). *Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Campinas: Editora da UNICAMP.

OCDE. Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico. (2005) *Guidelines for collectiong and interpreting innovation data*. 3rded. Paris.

Porter, A. L., Cunningham, S. W. (2005). *Tech mining exploiting new technologies for competitive advantage* (p. 405). New Jersey.

Póvoa, L. M. C. (2008). Patentes de universidades e institutos públicos de pesquisa e a transferência de tecnologia para empresas no Brasil. *Master Thesis*. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. Belo Horizonte, Brasil. Universidade Federal de Minas Gerais.

Quintella, C. M, Korn, M. G., Torres, E. A, Castro, M. P, Jesus, C. A.A. (2009). Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. *Quim. Nova*, 32(3), 293-808.

Quintella, C.M., Suzart, V.P; Sola, M. C. R., Carvalho, A.A.ES, Cerqueira, G.S. (2012). Políticas públicas e indicadores de ciência , tecnologia e inovação : a contribuição da RENORBIO para a região Nordeste. Encontro Nacional de Propriedade Intelectual - *Anais*. ENAPID (pp. 1–15). Rio de Janeiro, Brasil.

Rapini, M.S. (2000). Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em catching up e para o Brasil. *Monografia de Graduação*. FACE-UFMG, Belo Horizonte.

Rocha, E. M. P., Ferreira, M. A. T (2004). Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros. *Ci. Inf.*, Brasília, 33 (3), 61-68.

Salles-Filho, S. L.M., Bonacelli, M. B. M, Mello, D. L. (2001). Estudos em Biotecnologia Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia. *Report*. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasil.

Santana, M. de F. E., Martínez, R. G., Pereira Júnior, N., Antunes, A. M. de S. (2012). Knowledge Management and Analysis of Scientific Biotechnology Trends in Venezuela. *J. Technol. Manag Innov.*, 7(1), 144-158.

Silveira, J. M, Futino,A.M, Olalde, A.R. (2002). Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais. *Economia e Sociedade*, 11, 129-164. Retrieved from <http://www.eco.unicamp.br/docdownload/publicacoes/instituto/revistas/economia-e-sociedade/V11-F1-S18/05-RuizSilveira.pdf>.

Torres, O.D & Velho, L. (2009). Capacidades Científicas y Tecnológicas de Colômbia para adelantar Prácticas de Bioprospección. *Revista CTS*, N°12, Vol. 4. pp 55 – 68.

Van Beuzekom, B and Arundel, A. (2006). *OCDE Biotechnology Statistics*. OCDE. Paris, 157.

CAPÍTULO 2 - A biotecnologia no Brasil e o processo de inovação em hélice tríplice ^{9,10}

Resumo

Este artigo analisa o relacionamento entre academia, indústria e governo na área de biotecnologia à luz do modelo de colaboração em hélice tríplice. A partir de documentos de patentes depositados no Brasil por residentes e não residentes busca-se conhecer o padrão de interação entre os componentes do sistema de inovação. De acordo com os depositantes, os documentos de patentes foram divididos em três grupos: academia, indústria e governo. Objetivou-se responder às questões: Qual é a extensão da colaboração entre o governo, academia e a indústria na área de biotecnologia? Quais são os fatores determinantes desta colaboração? Que fatores explicam as barreiras para a colaboração entre universidade, indústria e governo? Os resultados obtidos após a análise dos documentos de patentes demonstraram que, embora o esforço inovativo tenha apresentado crescimento para todos os grupos avaliados, o maior padrão de colaboração foi observado entre a academia e governo, reflexo do depósito das universidades em cotitularidade com as agências de fomento. Já a colaboração entre a academia e a indústria é incipiente, fazendo com que o padrão de colaboração não seja o esperado no modelo da hélice tríplice.

Palavras-chaves: Biotecnologia, prospecção tecnológica, hélice tríplice, inovação.

Abstract

This article examines the relationship between academia, industry and government in the area of biotechnology to the standard triple helix collaboration. From patent documents filed in Brazil by residents and foreign seeking to know the pattern of interaction between the components of the innovation system. According to the property of patent assignee, patent ownership is divided into three types: academic, university, and government. The aim was to answer the questions: What is the extent of collaboration between government, academia and industry in biotechnology? What are the determinants of this collaboration? Which factors explain the barriers to collaboration between university, industry and government? The results obtained after the analysis of patent documents show that, although the innovative effort has shown growth in all segments analyzed, the highest standard of cooperation was observed between academia and government, reflecting the deposit of universities co-

⁹ Artigo a ser submetido no periódico Technological Forecasting & Social Change.

¹⁰ Parte deste artigo foi apresentado **oralmente** no ALTEC – VX Congresso Latino-Ibero Americana de Gestão de Tecnologia. Porto, 27 a 31/10/2013. Carvalho, A.A.ES; Quintella, C.M.; Lima, P.L.C.; Carvalho, G.C. Atividades inovadoras em biotecnologia no Brasil: uma análise a partir do modelo da hélice tríplice. **Anais...** ALTEC – VX Congresso Latino-Ibero Americana de Gestão de Tecnologia – Novas condições e espaços para o desenvolvimento científico, tecnológico e industrial e cooperação internacional. Porto, 2013. Disponível em: http://www.altec2013.org/docs/PROCEEDINGS_ALTEC2013_v3.pdf

patent with agencies promotion. Already collaboration between academia and industry is in its infancy, making the pattern of collaboration is not expected in the model of the triple helix.

Keywords: biotechnology; technological foresight; triple helix; innovation.

Introdução

Considerando a importância do conhecimento científico e tecnológico na promoção do crescimento econômico e social, países em desenvolvimento têm direcionado esforços no sentido de fortalecer suas capacidades nacionais em ciência e tecnologia. Desse modo, pretendem obter uma melhor aplicação dos recursos econômicos e, como consequência, potencializar a geração de produtos e serviços baseados em tecnologias desenvolvidas nacionalmente.

O avanço tecnológico tem se configurado, portanto, na força motriz da sociedade moderna, o que tem levado a uma ampla difusão de produtos provenientes de fontes científicas e tecnológicas (Antunes et al., 2008). Surge, neste contexto, a economia baseada no conhecimento (OCDE, 1996), que se torna o objetivo principal das políticas públicas dos países pós-industrializados (González de la Fe, 2009).

Nesta nova abordagem a inovação se torna um elemento fundamental, capaz de dotar as empresas de vantagens competitivas e a pesquisa científica e tecnológica passam a ser o alicerce para o crescimento econômico, principalmente em países em desenvolvimento.

O Brasil, ao lado da China, Cuba, Egito e África do Sul, é considerado um país em desenvolvimento inovativo, no qual os recentes investimentos realizados em pesquisa e inovação já começam a ser percebidos pelo aumento no número de publicações e patentes (Abuduxike & Aljunid, 2013).

Estes avanços têm sido ainda mais significativos em áreas como a biotecnologia, considerada, na atualidade, como uma das mais importantes ferramentas tecnológicas. Seu caráter aplicado, pautado em um denso alicerce científico, têm contribuído para a geração de conhecimento científico e tecnológico.

Compreender o processo de produção e difusão de conhecimentos científicos e de inovações torna-se uma tarefa fundamental, pois possibilita o estabelecimento de políticas de apoio apropriadas às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T &

I). Uma das formas de acompanhar este processo é através da análise da dinâmica dos sistemas de inovação.

Os sistemas de inovação compreendem, conforme entendimento amplamente aceito, um arranjo institucional, envolvendo empresas e seus departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), universidades, institutos de pesquisa e sistemas financeiros de apoio à inovação ((BERNARDES; ALBUQUERQUE, 2003). Lundvall (1988) generalizou o conceito de sistemas nacionais de inovação como um sistema de coordenação com base nas interações entre usuários e produtores, ou seja, baseado na interação entre universidades e empresas, com a intervenção do governo.

Os sistemas de inovação são tidos, portanto, como mudanças dinâmicas que ocorrem em ambos os sistemas de produção e distribuição (Leydesdorff e Etzkowitz, 2001) e constituem o cerne das economias baseadas no conhecimento.

Canchumani (2009) destaca a importância de um sistema de inovação adequado. De acordo com o autor, os países em desenvolvimento poderiam ter um desempenho melhor se dispusessem de um sistema de inovação que superasse a falta de financiamento e de recursos, a falta de capacidade científica e a ineficiente política, bem como as limitações decorrentes das fracas ligações entre o segmento público e o privado. Segundo o autor, é necessária uma abordagem mais interativa para que haja desenvolvimento.

Assim, ao longo dos últimos anos, os estudos realizados sobre sistemas nacionais de inovação tecnológica começaram a colocar considerável ênfase em uma visão sistêmica na qual a colaboração entre atores tem sido apontada como elemento relevante para a produção continuada de inovações (Meyer et al., 2003). Nesta nova abordagem, são consideradas partes importantes do sistema de inovação a interação entre a universidade, indústria e governo que vem sendo analisada a partir de um modelo denominado de hélice tríplice (HT).

O modelo HT apresenta um padrão integrado entre universidade, indústria e governo e postula que a interação entre estes segmentos é a chave para melhorar as condições para a inovação na sociedade do conhecimento. Cada hélice é responsável por desempenhar um papel: a universidade atua como uma fonte geradora de conhecimento e tecnologias; a indústria opera como o *locus* de produção e o governo atua como catalisador e orientador das relações entre os segmentos (Etzkowitz 2003, 2009).

Contudo, Conongia et al. (2004) discutem que este padrão ainda é pouco observado e que se faz necessário promover e estimular a implantação de sistemas de inovação que propiciem maior sinergismo entre as atividades acadêmicas e tecnológicas, o governo e a indústria, de modo que as mesmas possam atuar em redes, promovendo maior desenvolvimento econômico e social. Esta demanda é ainda maior em áreas como a biotecnologia, onde além do alto risco associado ao investimento em novas tecnologias, os projetos necessitam de base larga e fragmentária de conhecimento que, como regra geral, não pode ser desenvolvida por um único agente.

Diante do exposto, e sem pretender dar conta de todas as variáveis envolvidas no processo de geração de inovações, analisou-se o padrão de colaboração entre academia, indústria e governo no Brasil para a biotecnologia à luz do modelo da HT.

A biotecnologia no Brasil

Durante séculos, a humanidade tem se utilizado da Biotecnologia em sua vida cotidiana. Os primeiros relatos datam de 2000 AC, quando os seres humanos aprenderam a arte de cruzar espécies de plantas e animais, bem como a desenvolver técnicas de fermentação para produção de pães e álcool. Desde então, a evolução do conhecimento tem sido contínua e a biotecnologia tem direcionado esforços no sentido de identificar e utilizar microrganismos com aplicações para a indústria, bem como na produção de vacinas e antibióticos (Santana, 2012).

No entanto, a partir da década de 70 os avanços tecnológicos provenientes da "Era da Biotecnologia Moderna" tem revolucionado a biotecnologia como um todo. As descobertas feitas por Stanley Cohen e Herbert Bayer, a partir da manipulação genética de microrganismos, permitiu a obtenção de novos produtos e processos o que beneficiou diversos setores como químico, farmacêutico, agrícola, alimentação, dentre outros. Estas técnicas representam a ruptura entre a biotecnologia tradicional e a moderna e estão focadas na manipulação de material genético e na criação de novos organismos (Gassen, 2000 Apud Santana, 2006).

Assim, o avanço tecnológico na área de biotecnologia tem permitido a obtenção de produtos com maior valor agregado e menor custo de produção, atraindo um número crescente de empresas de diversos setores. Do ponto de vista econômico, a biotecnologia tem sido um dos principais focos das atividades de pesquisa,

desenvolvimento e inovação em todos os países industrializados (Baker, 2005) tornando-se cada vez mais uma prioridade nos países em desenvolvimento, principalmente em função da grande biodiversidade destes.

Dados recentes acerca do mercado global para a área biotecnologia estimam um investimento anual de 12 bilhões de dólares, tanto do segmento público quanto privado. Abuduxike e Aljunid (2013) relatam ainda que cerca de 60% deste investimento é realizado pelos EUA, 30% pela Europa e menos de 10% pelo Japão. Já os investimentos realizados pelos países em desenvolvimento são estimados em menos de 5% do total dos investimentos mundiais em P&D (pesquisa e desenvolvimento) na área de biotecnologia (Krattiger, 2002).

Neste cenário o Brasil, considerado um país em desenvolvimento com elevada capacidade em ciência e tecnologia, tem se apresentado com um grande potencial para a biotecnologia (Morel et al., 2005). Entretanto, Vasconcellos (2003) reporta que a falta de diretrizes e políticas públicas provoca dificuldade para a melhoria das estratégias de investimento em inovação tecnológica pelas empresas brasileiras voltadas para a biotecnologia.

No Brasil, o surgimento da biotecnologia na agenda de debates políticos tem início no Brasil na década de 80 quando foram criados os Centros Integrados de Biotecnologia – CIBs e os parques ou polos tecnológicos, que reuniriam as instituições de pesquisa e as empresas em um trabalho de cooperação para o desenvolvimento de novas tecnologias e sua absorção pelo processo produtivo. A criação destes polos contou com apoio da ABRABI (Associação Brasileira de Biotecnologia), instituição voltada ao desenvolvimento da biotecnologia (Azevedo et al., 2002).

Mas foram as mudanças causadas pelas várias alterações legislativas nos últimos anos que ajudaram a criar um impulso significativo para o desenvolvimento do setor de biotecnologia.

A promulgação de uma nova lei de patentes em 1997, em conformidade com o acordo TRIPS¹¹ da OMC¹², exigiu uma transição para modelos de negócios em que as empresas passaram à posição de inovadores, desenvolvedores ou, no mínimo, licenciadoras de produtos patenteados. Em particular, o governo federal lançou

¹¹ TRIPS - Trade Related Intellectual Property Rights.

¹² OMC – Organização Mundial do Comércio.

recentemente duas peças da legislação para acelerar a inovação tecnológica: a Lei de Inovação e a "lei do bem", implementadas em 2004 e 2005, respectivamente (Rezaie et al 2008). Outra importante intervenção governamental foi a promulgação do Decreto n.º 6.041 de 08 de fevereiro de 2007, o qual institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (BRASIL, 2007). Outros marcos importantes para a biotecnologia e que contribuíram para o avanço da mesma estão sumarizados na tabela 1.

Tabela 1 Principais marcos para a Biotecnologia no Brasil. Fonte: Elaboração própria.

Período	Marco regulatório	Expectativa
1986	Criação da ABRAPI - Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia	Promover o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil e defender os interesses das empresas nela envolvidas.
1996	Lei n.º 9.279, de 14 de maio de 1996	Prever e regulamentar as formas de proteção dos direitos relativos à propriedade industrial, que são: concessão de patentes de invenção e de modelo de utilidade, concessão de registro de desenho industrial, concessão de registro de marca, repressão às falsas indicações geográficas e repressão à concorrência desleal.
2000	Ministério da ciência e tecnologia institui o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos-Genoma	Ampliar o volume do suporte financeiro para a realização de projetos estratégicos e para a construção de um arcabouço legal.
2003	Instituição da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE	Promover o aumento da eficiência da estrutura produtiva, aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras e expansão das exportações. Estabelece a Biotecnologia como tecnologia portadora de futuro.
2004	Lei de Inovação Tecnológica (Lei N.º 10.973/2004)	Incentivar e apoiar o desenvolvimento tecnológico no país. Possibilita, através de transferência de recursos públicos, na forma de subvenção econômica, para o setor empresarial realizar atividades de inovação. Possui dispositivos para facilitar o trabalho de pesquisadores em projetos de inovação na empresa privada e/ou instituições de ciência e tecnologia (ICTs).
2005	Lei do Bem (Lei N.º 11.196/2005)	Permite a obtenção de incentivos fiscais por parte da pessoa jurídica que realize P&D, visando estimular o ambiente para que a inovação empresarial ocorra.
2007	Decreto n.º 6.041 de 08 de fevereiro de 2007.	Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia.

Além de um arcabouço legal, o Brasil possui ainda recursos humanos altamente qualificados no desenvolvimento científico e tecnológico. Contudo o recurso humano ainda se encontra trabalhando no nível acadêmico. Segundo Vasconcellos (2003) outro problema é falta de diretrizes e políticas para a biotecnologia fato este que provoca dificuldade para a melhoria das estratégias de investimento em inovação tecnológica pelas empresas brasileiras.

Da Silveira et al (2004) também destacam alguns gargalos que podem comprometer o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, como a carência de profissionais em áreas específicas, a falta de produção interna de equipamentos e materiais e a infraestrutura deficiente de muitas instituições.

Diante disso, faz-se necessário o estabelecimento de um ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, o estímulo à maior eficiência da estrutura produtiva nacional, o aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras, a absorção de tecnologias, da geração de negócios e da expansão das exportações do País. Para tanto, devem ser disparadas várias ações em diferentes segmentos visando tanto a apropriação, pela comunidade acadêmica, de novas técnicas que dariam suporte à biotecnologia quanto do arcabouço legal por parte do governo.

Prospecção tecnológica como instrumento de medida do esforço inovativo para a área da biotecnologia

Os direitos de propriedade intelectual são considerados um incentivo à inovação, não só por permitirem a comercialização, mas também por disponibilizarem o conhecimento necessário ao progresso da pesquisa (Moreira et al., 2006). Diante disso, as patentes podem ser consideradas indicadores de P & D e estão diretamente relacionadas com o processo de inovação tecnológica. Portanto, as informações contidas nestes documentos são essenciais para uma visão geral de avaliação tecnológica em uma área particular (Carvalho et al., 2009).

A utilização das patentes como indicador do desenvolvimento tecnológico tem sido adotada por diversos autores. Buttow e Steindel (2012) afirmam que o nível de inovação tecnológica de um país pode ser avaliado pelo número de patentes depositadas.

A Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) tem utilizado as informações contidas em patentes em uma ampla gama de tópicos, visando auxiliar os governos a promover a prosperidade e combater a pobreza através do crescimento econômico e estabilidade financeira. OCDE considera, portanto as

informações presentes nas patentes como um importante indicador de desenvolvimento tecnológico ou de P & D.

Segundo a WIPO¹³ (2012), estima-se que 70% da informação contida nos documentos de patentes não estão disponíveis em qualquer outra fonte de informação.

Especialmente para a biotecnologia, devido aos elevados custos de pesquisa, a proteção do conhecimento por meio das patentes tem um papel muito importante, tanto para economia quanto para o desenvolvimento de um país (Buttow, 2008; Silva, 2007).

Chen e Guan (2011) mapearam a biotecnologia na China durante o período de 1995-2008 utilizando documento de patentes. Para o mesmo país, Lei et al. (2011) realizou uma análise sobre o padrão de colaboração entre academia, governo e indústria, utilizando como indicador documento de patentes.

No Brasil, Buttow e Steindel (2012) avaliaram os pedidos de patentes realizados para a classe C12N, durante o período de 2001-2005. Ryan et al. (2010) realizou uma análise do impacto da lei de propriedade intelectual no avanço tecnológico do Brasil, utilizando como indicador as patentes depositadas na área de saúde. Oliveira et al. (2011) avaliaram por meio de patentes o mercado de fitoterápicos no Brasil.

Embora exista uma vasta literatura acerca da utilização das patentes ou de documentos de patentes como indicadores do desenvolvimento tecnológico de um país, alguns autores discutem que outros aspectos também precisam ser considerados.

Muller, Antunes e Pereira Junior (2006) refletem que a existência isolada de um sistema de patentes não é uma condição suficiente para o desenvolvimento econômico. Embora um sistema de patentes eficiente seja uma ferramenta importante para o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico de um país, outros aspectos devem ser levados em consideração e devem estar em sincronia, como, por exemplo, um sistema nacional de inovação, uma maior interação entre a academia e o negócio, o papel das agências, as políticas de incentivos fiscais para as pequenas e médias empresas, mais recursos para investimentos em ciência e tecnologia, a visão comum de que a tecnologia é um fator competitivo, e outros.

¹³ WIPO - World Intellectual Property Organization

A colaboração na área de biotecnologia sob a ótica do modelo da hélice tríplice

A evolução dos sistemas de inovação e a interação entre academia, governo e indústria (AGI) têm sido apresentadas por Etzkowitz e Leydesdorff (2000) a partir de diferentes modelos. No modelo estático de relação entre AGI o governo se envolve e dirige as relações entre as empresas e a universidade. Já no modelo “laissez-faire” existem esferas institucionais claramente diferenciadas e separadas entre os atores, que estabelecem relações tendo por base a independência entre as partes.

O modelo de Hélice Tríplice (HT), proposto por Etzkowitz e Leydesdorff (1995; 2000) e, mais recentemente, rediscutido por Etzkowitz (2009), sugere um padrão de interação coparticipativa entre academia, indústria e governo.

Neste modelo há sobreposição da ação dos atores e, nesta intersecção, são estabelecidas as condições de desenvolvimento de uma relação verdadeiramente produtiva. O objetivo é desenvolver um ambiente propício à inovação, envolvendo empresas surgidas de *spin-off* acadêmico, iniciativas trilaterais de desenvolvimento econômico e social, alianças estratégicas entre empresas, laboratórios de pesquisa acadêmicos e governamentais atuando em conjunto, etc. O papel do governo neste novo cenário passa a ser o de articular e estimular estas parcerias e não de controlar as relações. No espaço de inter-relações entre os três atores surge um ambiente de rede trilateral e de organizações híbridas (Audy e Morosini, 2009).

De acordo com Vaccaro et al. (2011) o modelo da HT apresenta uma evolução sobre o chamado Triângulo de Sábato, proposto por Sábato e Bontana (1968) que parte do pressuposto de que, mesmo que relações bilaterais existam entre esses atores, esses não têm suficiente poder para promover, de forma sistemática, inovações.

Segundo Tonelli e Zambalde (2007), o modelo de hélice tríplice interpreta a dinâmica da inovação a partir de redes de comunicação que reestruturam de forma permanente os arranjos institucionais a partir das expectativas que vão surgindo, sem favorecer qualquer uma das partes. Vaccaro et al. (2011) discute que esse é um dos contrapontos em relação ao modelo de Sábato e Botana (1968), contextualmente inserido na realidade e temporalidade da América Latina, e que, segundo Etzkowitz e Leydesdorff (2000), privilegia o papel do governo. Além disso, o autor destaca também que o modelo HT difere também da visão preconizada pelos chamados sistemas nacionais de inovação

(Schumpeter, 1982; 1984), que colocam sobre as firmas o papel de liderança sobre a inovação.

Desse modo, ao colocar em evidência às redes de interação que se formam por meio da comunicação e expectativas que se estabelecem nos arranjos institucionais criados por esses atores, Etzkowitz e Leydersdorff (1995; 2000) e Etzkowitz (2009) procuram enfatizar a constante adaptação desses atores pela troca de informação e percepções.

Assim, a partir do modelo da HT há uma resignificação do papel de cada um dos atores que, a partir da interação, tem a sua transformação interna modificada (Etzkowitz e Leydersdorff, 2000). Desse modo, tem-se a transformação da universidade de instituição de ensino em uma instituição que combina seus recursos e potenciais na área de pesquisa com uma nova missão, voltada ao desenvolvimento econômico e social da sociedade onde atua, estimulando o surgimento de ambientes de inovação e disseminando uma cultura empreendedora (Audy e Morosini, 2009). Surge o conceito da universidade empreendedora.

A atuação do governo também é modificada e ele passa a funcionar de modo a garantir a interação e a troca entre academia e indústria (Chen, Huang e Chen, 2012). Sua área de atuação se amplia podendo beneficiar-se da ação de alianças em nível nacional, regional ou internacional, replicando modelos utilizados por empresas globais.

O papel da empresa no modelo da HT continua sendo o de produção, contudo, há uma mudança na sua percepção de lucro para uma noção mais ampla de valor e sustentabilidade. A empresa se torna mais colaborativa e parceira da academia na pesquisa e desenvolvimento.

Tonelli e Zambalde (2007) destacam outra característica direcionada à sua instabilidade, pois uma vez que cada esfera institucional se relaciona com outras em respostas às emergências do contexto, juntas produzem novas zonas de inter-relação institucional, resultando em redes e no surgimento de novas formas organizacionais. O efeito idealizado e esperado dessa interação é a promoção sistemática da inovação, gerando desenvolvimento econômico de uma região ou país.

De acordo com González de La Fe (2009), o modelo da HT é um modelo prescritivo que tanto pode ser empregado para impulsionar a inovação, quanto para realizar análises descritivas das experiências exitosas nesta área.

Desse modo, várias pesquisas têm sido realizadas no sentido de avaliar as interações bilaterais e trilaterais entre AGI no sistema de inovação por meio do modelo HT. Há uma extensa literatura demonstrando que este modelo é capaz de capturar tanto a dinâmica quanto as novidades ocorridas por meio da troca de informações mútuas dentro das hélices

O objetivo comum é perceber um ambiente inovador composto por iniciativas trilaterais de conhecimento, desenvolvimento econômico e alianças estratégicas entre empresas (grandes e pequenos, que operam em áreas diferentes e com diferentes níveis de tecnologia), laboratórios governamentais, empresas spin-offs de universitários e grupos de pesquisa acadêmica (Etzkowitz; Leydersdorff, 2000).

Metodologia

Os avanços tecnológicos em uma determinada área têm sido avaliados através da técnica de prospecção tecnológica. Nesta abordagem, os documentos de patentes tem se mostrado como eficientes indicadores do esforço inovativo de uma determinada organização (pública ou privada), região ou país (Chen e Guan, 2011). A análise do depósito de patentes tem, portanto, se apresentado como um método para avaliar a saída (output) nos sistemas de inovação (Lei et al., 2011). Assim, o padrão de cooperação para a biotecnologia no Brasil foi avaliado utilizando, como indicador do esforço inovativo nesta área, os documentos de patentes.

Optou-se por utilizar os dados de depósitos de patentes, ao invés de patentes concedidas pelo fato de que o depósito em si já é um indicativo de atividade inventiva e, além disso, o depósito capta melhor a época em que foi feita a invenção (Póvoa, 2008).

Para análise da interação entre os elementos do sistema de inovação utilizou-se o modelo da hélice tríplice proposto por Etzkowitz & Leydesdorff (2000). Este modelo tem sido empregado tanto com objetivo de impulsionar a inovação, quanto com o propósito de analisar os casos exitosos de inovação (González de la Fe, 2009).

No modelo da hélice tríplice, além das atividades de inventivas de cada tipo de entidade (governo, indústria e academia) as colaborações entre as mesmas também são analisadas, visto que o padrão de colaboração desempenha um papel importante no

sistema nacional de inovação. A avaliação do sistema de inovação a partir do modelo da hélice tríplice também tem sido reportada por outros autores (Leydesdorff, 2012; Lei et al., 2011; Belkhodja & Landry, 2007; Leydesdorff & Meyer, 2003; e Meyer et al., 2003).

A primeira etapa do trabalho consistiu na realização da prospecção tecnológica. Como o objetivo era avaliar o padrão de colaboração entre assinantes de uma determinada área de conhecimento e não de uma tecnologia foi necessário realizar um levantamento dos códigos e palavras-chaves que caracterizavam a área de estudo. Para tanto, duas estratégias foram empregadas: na primeira utilizou-se a abordagem citada por Chen e Guan (2011), na qual os códigos internacionais de patentes para a área de biotecnologia (IPC – International Patent Classification)¹⁴ e propostos pela OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) foram utilizados (OECD, 2005); na segunda estratégia as palavras-chaves empregadas em biotecnologia (Santana et al., 2012) foram submetidas à ferramenta Tacsy (<http://www.wipo.int/tacsy/>) com a finalidade de se obter o código de classificação internacional de patente (CIP) correspondente para as mesmas.

Na etapa seguinte, selecionou-se, como fonte de informação, o banco de patentes do escritório europeu Espacenet (www.espacenet.com) cuja base Worldwild possibilita o acesso a mais de 60 milhões de documentos de patentes oriundos de 80 países, disponibilizados desde 1836. Esta base foi escolhida por possibilitar a exportação dos dados em planilhas de Excel[®] e a busca simultânea de onze códigos, o que permitiu a captura simultânea de um grande volume de documentos.

Para a pesquisa na base de patentes foram utilizados como critérios de busca, além dos códigos (CIP) o termo “BR” no campo de número de depósito, visto que o objetivo era recuperar os documentos de patentes depositados no Brasil (tanto realizado por residentes quanto por não residentes) e, no campo relativo à data de publicação, foi estabelecido o período de 1986-2012. Este período foi definido em função de contemplar as primeiras discussões a respeito da biotecnologia no Brasil, até os dias de hoje (INPI, 2007). O período de coleta de dados no banco de patentes compreendeu os meses de setembro a novembro de 2012.

¹⁴ A Classificação Internacional de Patente foi estabelecida no tratado de Strasbourg (1971) - <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en>.

As planilhas de Excel[®] recuperadas da base de patentes (Espacenet) foram integradas utilizando um algoritmo do software estatístico R e posteriormente importadas pelo VantagePoint[®] (VP) versão 7.1. Este software foi utilizado para exclusão de resultados duplicados e para análise dos documentos de patentes, pois apresenta diversas vantagens, a exemplo da construção de mapas de auto-correlações e redes de compartilhamento (Aduna[®]), dentre outras (Porter e Cunningham, 2005).

Para análise dos dados segundo o modelo da hélice tríplice os depositantes na área de biotecnologia, explícitos nos documentos de patentes, foram distribuídos nos grupos: academia, governo e indústria. Para o grupo academia foram considerados os pedidos de patentes realizados por universidades, faculdades, institutos e centros de pesquisa, públicos ou privados, além das fundações (intervenientes) constituídas pelas universidades com o propósito de receber e gerenciar recursos advindos de projetos de pesquisas. Já o grupo denominado Governo, foi representado pelas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP's). No grupo da indústria considerou-se os depositantes pertencentes à empresas, públicas (estatais) ou privadas (nacionais ou multinacionais), cujo o principal objetivo é obter utilidades através da sua participação no mercado de bens e serviços.

No VP os depositantes foram distribuídos nos grupos previamente definidos. Ainda utilizando o Software, e com objetivo de obter uma avaliação do padrão temporal da interação entre os segmentos AGI, os dados foram agrupados em cinco fases à saber: 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2012.

Para visualização do padrão de colaboração foram utilizados mapas de cluster do tipo Aduna[®], que servem como um detalhado diagrama de Venn de co-ocorrência. Este tipo de gráfico possibilitou a identificação dos pedidos com cotitularidade.

Neste trabalho, os pedidos de depósitos realizados por inventores independentes e por outros tipos de sociedade civil organizada, à exemplo de fundações, cooperativas e organizações não governamentais, não foram considerados, por não atenderem aos critérios definidos para formação dos grupos previamente apresentados.

Resultados e discussão

Distribuição do número de pedidos de patentes entre governo, academia e indústria na área de biotecnologia

Baseado no tipo de depositante a distribuição temporal dos pedidos de patentes de residentes para a biotecnologia foi analisada e apresentada na Figura 8.

Houve acréscimo no número de pedidos de patentes ao longo do tempo, principalmente para os segmentos da indústria e academia. De acordo com Beuzekon e Arundel (2006) este padrão é uma tendência mundial que tem sido reportada em vários estudos e demonstra a importância que a biotecnologia vem adquirindo nas últimas décadas.

Sapsalis et al. (2006), também relatam aumento significativo do número patentes geradas em universidades belgas, especialmente no final dos anos 90, que foi atribuído a políticas internas de propriedade intelectual daquele país.

No Brasil, Buttow e Steindel (2012), ao estudarem os depósitos de patentes para a subclasse C12N (biotecnologia moderna), encontram a mesma tendência de crescimento. De acordo com os autores, o montante de depósitos nesta subclasse sugeriu um crescente interesse neste ramo da tecnologia e também revelou a importância global do mercado brasileiro.

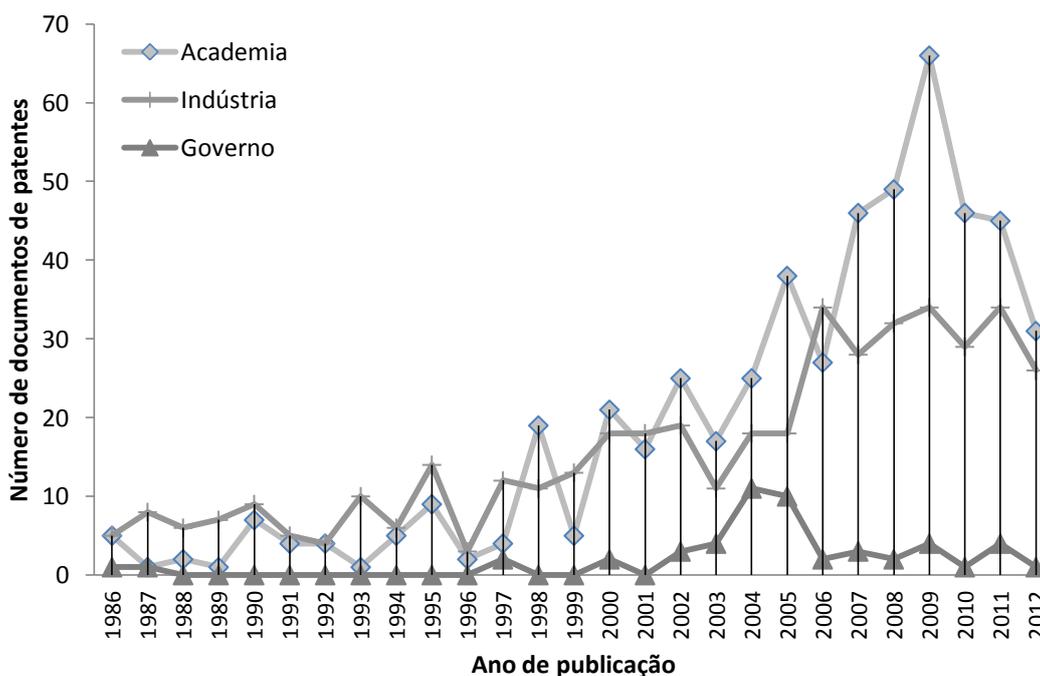


Figura 8 Evolução anual dos pedidos de patentes de residentes na área de biotecnologia para os segmentos da Academia, Indústria e Governo. Não estão contemplados os pedidos de patentes depositados em cotitularidade. Fonte: Elaboração própria.

O aumento no número de depósitos de patentes observado no Brasil é reflexo de uma série de medidas tomadas pelo governo no sentido de organizar, expandir e dinamizar o sistema de inovação, que tiveram início na década de 50 com a criação do CNPq¹⁵, Capes¹⁶ e, posteriormente, na década de 60, com a FINEP¹⁷. A fundação do MCTI¹⁸, em 1985, também foi um importante marco, visto que colocou as atividades voltadas para ciência e tecnologia como pré-requisitos ao desenvolvimento do País. Outros aspectos a serem considerados foram o aumento de investimento em recursos para pesquisa e desenvolvimento, principalmente a partir do ano de 1999, além do maior acesso ao ensino superior (Galvão e Neto, 2011).

De acordo com Abuduxike e Aljunid (2013), desde 1970 que o governo brasileiro tem investido em biotecnologia, lançando uma série de programas integrados nacionalmente para promover e desenvolver este segmento. Programas específicos incluem o Programa Integrado de Genética (PID), o Programa Integrado de Doenças Tropicais (PIDE) e, em 1981, o Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB) criado para integrar as instituições e orçamentos em agricultura, energia e saúde.

Rezaie (2008) chama atenção para as várias alterações legislativas ocorridas no Brasil nos últimos anos e que ajudaram a criar um impulso significativo para o desenvolvimento da biotecnologia. A implementação da nova lei de patentes em 1997, em conformidade com o acordo TRIPS¹⁹ da OMC²⁰, e a promulgação pelo Governo Federal da Lei de Inovação e da "lei do bem", implementadas em 2005 e 2006 também serviram para acelerar a inovação tecnológica no País.

Segundo Ávila (2011), no Brasil os pedidos de patentes de biotecnologia ainda representam menos de 2% do total no INPI²¹, porém esta é uma área tecnológica dinâmica em termos de inovação e estes números tendem a crescer.

Ainda de acordo com a Figura 7 percebe-se que o período compreendido entre os anos de 1896 à 1997 foi marcado por uma maior participação da indústria, ainda que pouco

¹⁵ CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

¹⁶ Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Recursos Humanos a nível universitário.

¹⁷ Finep - Financiadora de Estudos e Projetos.

¹⁸ MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

¹⁹ TRIPS - O Acordo sobre os Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados com o Comércio (Acordo TRIPS) determina, no seu art. 27.º, n.º 1, que a proteção patentária deve poder ser obtida "*em todos os domínios da tecnologia*", incluindo a biotecnologia.

²⁰ OMC - Organización Mundial del Comercio.

²¹ Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

expressiva. Após o ano de 2002, este padrão foi modificado e a academia se destacou, apresentando o maior número de documentos de patentes para a área de biotecnologia.

A participação pouco expressiva da indústria nos depósitos de patentes realizados por residentes reflete o pouco investimento do segmento industrial em pesquisa e desenvolvimento. Uma das hipóteses que pode explicar este dado é levantada pela Fundação Biomina (2012), que também destaca um número ainda tímido de patentes em biotecnologia depositadas pelas indústrias no Brasil, e atribui à recente criação deste segmento. Segundo a Fundação grande parte das indústrias com enfoque biotecnológico foi fundada a partir de 2005, sendo 75% formadas por micro e pequenas empresas.

De acordo com Ryan (2010), apenas um terço do investimento em P&D no Brasil é realizado pelo setor privado onde estão alocados apenas 18% dos pesquisadores. Entretanto, é de fundamental importância que este padrão seja reavaliado já que estudos têm demonstrado que os países com maior crescimento econômico são aqueles onde há grande investimento em P&D pelo setor privado.

O segmento acadêmico, por outro lado, apresentou um crescimento exponencial, relacionado, principalmente aos depósitos realizados pelas universidades públicas. Póvoas (2008) relaciona três causas para este aumento: mudanças normativas (nova Lei da Propriedade Industrial - Lei nº 9.279 de 14 de maio de 1996); maior aporte de recursos (governo tem sido o principal investidor em P&D no Brasil); mudança comportamental dos docentes - que passaram conhecer e debater questões relacionadas à propriedade intelectual e mecanismos de transferência de tecnologia. Como consequência, há uma maior participação da academia no depósito de patentes.

Quando avaliado o depósito realizado por não residentes o cenário se inverte e o segmento industrial aparece com maior número de pedidos (Figura 9). Outro aspecto a ser destacado é o maior número de depósitos de patentes de não residentes em comparação aos residentes, revelando um grande interesse pelo mercado brasileiro. Além disso, a presença no Brasil de multinacionais também contribui para o resultado encontrado visto que além de protegerem o conhecimento no seu país de origem, também o fazem nos países onde possuem filiais.

Marcela (2004) discute que o Brasil tem atraído um grande número de empresas multinacionais na área de biotecnologia, principalmente voltadas para a indústria farmacêutica. Contudo, Abuduxike & Aljunid (2013) reportam que estas companhias,

quase sempre, não estão envolvidas em desenvolvimento e por isso tem uma contribuição limitada na geração de inovação tecnológica.

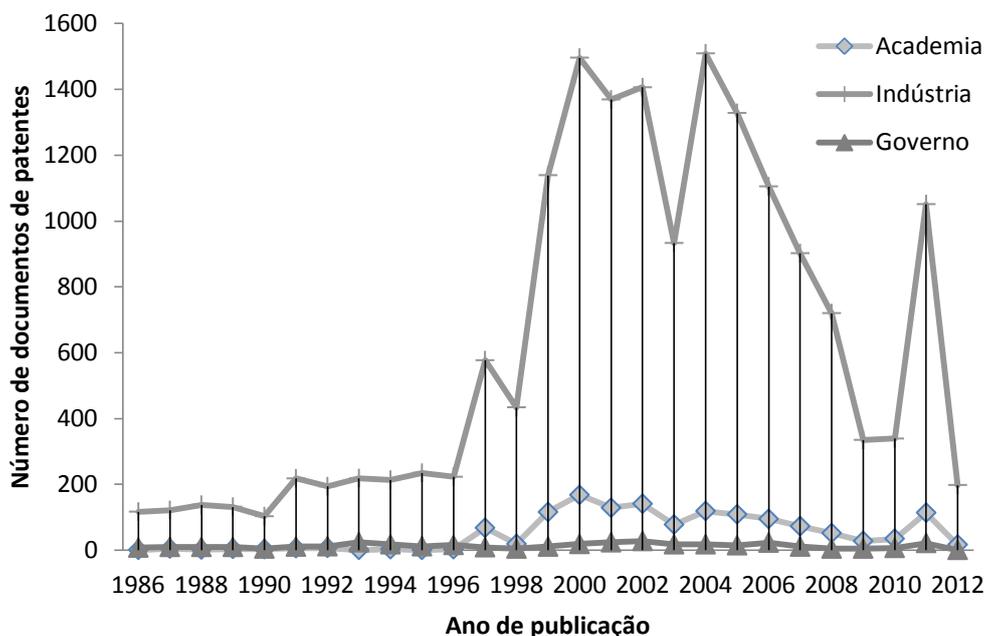
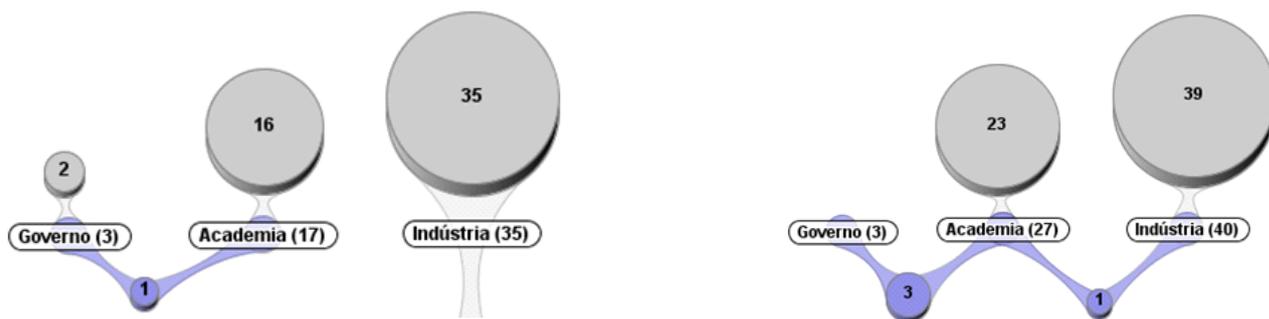


Figura 9 Evolução anual dos pedidos de patentes de não residentes na área de biotecnologia para os segmentos da Academia, Indústria e Governo. Não estão contemplados os pedidos de patentes depositados em cotitularidade. Fonte: Elaboração própria.

A colaboração entre academia, governo e indústria para a área de Biotecnologia no Brasil

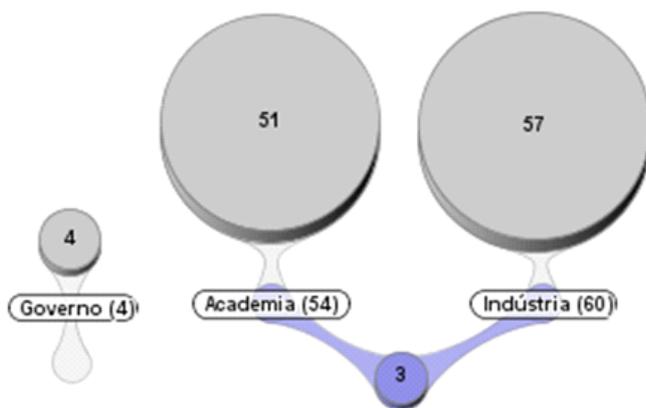
A interação entre os elementos que compõem o sistema de inovação tem recebido grande atenção dos últimos anos (Granberg, 1996; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Lei et al., 2012; Liu et al., 2012). Um dos modelos teóricos utilizados – Hélice tríplice – reflete o padrão de relacionamento entre os segmentos da academia, governo e indústria (Etzowitz e Leydesdorff, 1995). De acordo com o modelo, os segmentos interagem entre si, mantendo, contudo sua independência.

Utilizando o modelo teórico da HT como norteador e a partir dos dados de patentes, foi feita uma análise temporal do padrão de interação entre academia, indústria e governo para o Brasil, a qual está representada na Figura 10. Nesta análise, os pedidos de patentes para a área de biotecnologia e realizados por residentes de forma isolada e em cotitularidade, foram agrupados em cinco fases.

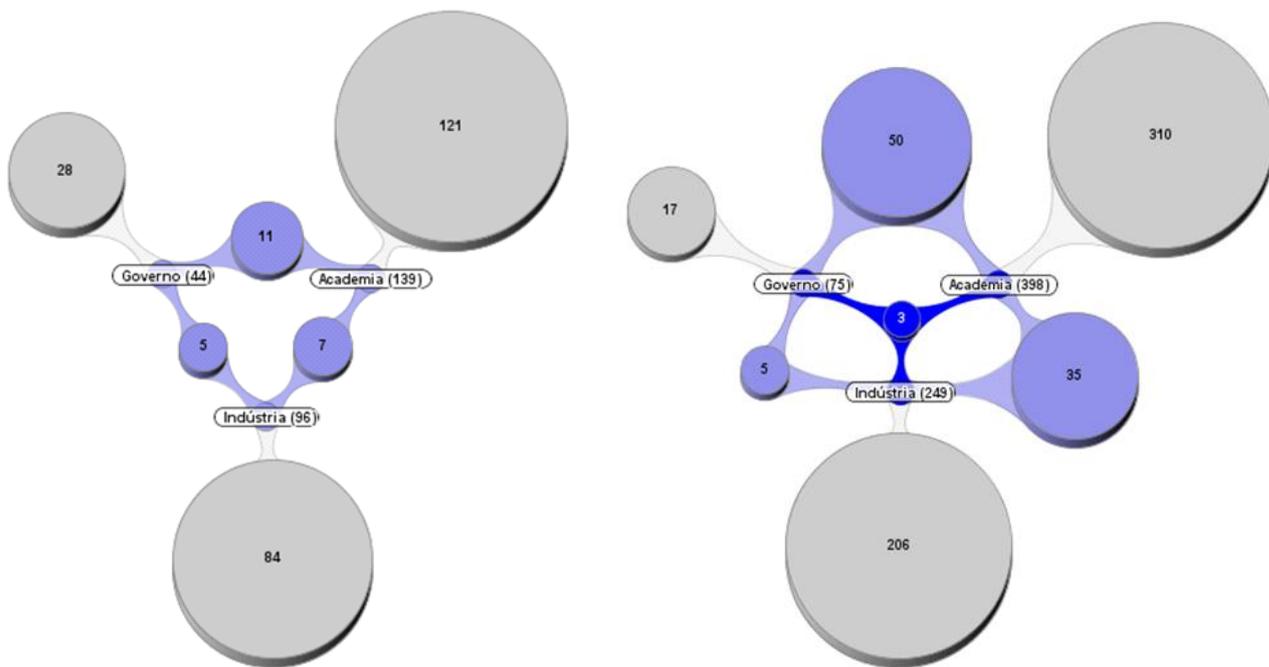


1986-1990

1991-1995



1996-2000



2001-2005

2006-2012

Figura 10 Padrão de colaboração entre Academia-Governo-Indústria na área de biotecnologia no Brasil. Dados dos pedidos de patentes realizados por residentes durante o período de 1986-2012. Autoria própria.

Até o ano de 2000, a maioria dos pedidos de patentes para a área de biotecnologia era feita de forma isolada, sendo identificados apenas 8 pedidos em cotitularidade. A partir de 2001 observa-se maior interação entre AGI e o número de patentes em cotitularidade subiu para 23 em apenas cinco anos. No último período avaliado foram identificadas 90 patentes compartilhadas, correspondendo a um aumento de 291%, em comparação com o período anterior.

A maior interação foi verificada entre a academia e o governo que apresentaram 75 pedidos de patentes com cotitularidade e estiveram relacionadas aos depósitos realizados pelas universidades e as agências de fomento à pesquisa. Em segundo lugar, em termos de colaboração, apareceu a interação entre a academia e a indústria que, juntas, realizaram 46 pedidos. A menor interação foi observada entre o governo e a indústria, computando apenas 10 patentes em cotitularidade durante o período de 26 anos. Isto indica que colaboração inovativa entre o governo e a indústria no Brasil para a área de Biotecnologia é pouco frequente. Este mesmo padrão de colaboração entre governo/indústria foi descrito para a China no trabalho desenvolvido por Lei et al. (2012).

Quando considerada a interação entre a academia/indústria os dados obtidos neste trabalho diferem daqueles encontrados por Lei et al. (2012). Na China, a maior colaboração é observada entre o segmento acadêmico e o industrial, enquanto que no Brasil, esta interação se mostrou pouco expressiva. De acordo com os autores, a maior colaboração entre estes segmentos ocorre entre as multinacionais e os institutos de pesquisa e as universidades chinesas e vem aumentando nos últimos anos, como reflexo da abertura econômica deste país.

Abuduxike e Aljunid (2013) reportam que vários estudos têm observado que as relações entre as universidades e instituições de pesquisa e o setor privado brasileiro não são fortes. Sendo assim, o papel do setor privado em aplicar o conhecimento na obtenção de produtos e processos para atender à demanda do mercado não tem sido bem explorado e há uma falta de colaboração comprovada entre as universidade e indústrias, principalmente no que diz respeito a biotecnologia (Marcela et al., 2004; Rahim et al., 2008).

A fraca colaboração observada entre a academia/indústria no Brasil pode ser resultado de obstáculos relacionados à infraestrutura e investimento (Cruz, 2000). Como já anteriormente comentado, o investimento em P&D pelo segmento industrial no Brasil é pouco expressivo.

Brisolla (2007) destaca ainda que as universidades públicas brasileiras estão voltadas para o desenvolvimento da pesquisa básica, formação de recursos humanos e para produção de conhecimento, sem muito interesse em atender às expectativas do mercado. Por outro lado, o segmento industrial exige uma adaptação visando atender às demandas de um mercado globalizado. Esta diferença de objetivos e visões é uma das principais causas para a pouca interação entre estes segmentos.

Mowery e Sampat (2005) apresentam vários estudos sobre a interação universidade – indústria e a importância da pesquisa acadêmica para os avanços tecnológicos. Os autores apontam alguns “produtos” economicamente importantes resultantes da pesquisa acadêmica tais como: informações tecnológicas e científicas; equipamentos e instrumentação; capital humano; redes de capacidade científica e tecnológica; e protótipos de novos produtos e processos. Destacam também que o fortalecimento da interação entre a universidade e as outras instituições e agentes do sistema nacional de inovação, e em especial com a indústria, é fundamental para que a primeira possa contribuir de forma mais eficaz para o avanço tecnológico.

Diante da importância da colaboração entre universidade/indústria, Mowery e Sampat (2005) já indicavam mudanças neste cenário com o fortalecimento dos laços entre a universidade e a indústria em muitos países da OCDE ocorridas devido a dois tipos de fatores sendo um externo e outro interno às universidades.

O fator externo é a atuação cada vez mais comum dos governos de países industrializados e em desenvolvimento no sentido de utilizar as universidades na promoção do desenvolvimento na era da economia baseada no conhecimento. Uma consequência deste tipo de atuação governamental é a criação de parques científicos e tecnológicos em vários países - incluindo o Brasil - bem como tentativas de replicar as experiências do vale do silício e da rota 128 nos Estados Unidos. Já o fator interno diz respeito às crescentes restrições orçamentárias que as universidades dos países da OCDE vêm enfrentando. As reduções dos recursos públicos por pesquisador face ao aumento dos custos das pesquisas de ponta têm feito as universidades adotarem uma

postura mais agressiva e “empreendedora” na busca por novas fontes de recursos para a pesquisa.

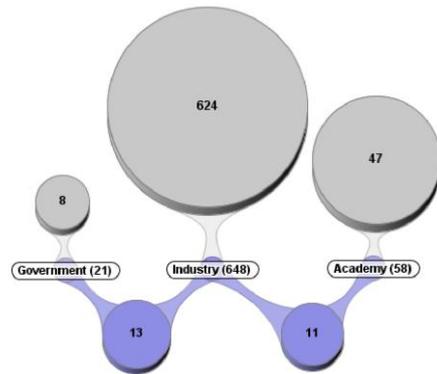
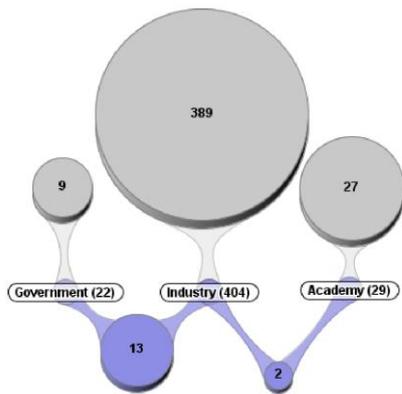
Para cumprir este novo papel voltado ao desenvolvimento econômico, a natureza da produção do conhecimento na universidade tem que ir além das suas missões de ensino e pesquisa e extensão para o que alguns estudiosos afirmam ser uma segunda revolução acadêmica, que permitirá que os resultados da pesquisa possam ser traduzidos em mercadorias comercializáveis (Vilasana, 2011).

A figura 11 traz o padrão de colaboração, considerando os pedidos de patentes realizados por não residentes. Pode-se notar uma maior interação entre os segmentos desde o primeiro período avaliado e esta colaboração é crescente ao longo do tempo chegando, no último período, a um crescimento de 893%, em comparação ao primeiro período da análise.

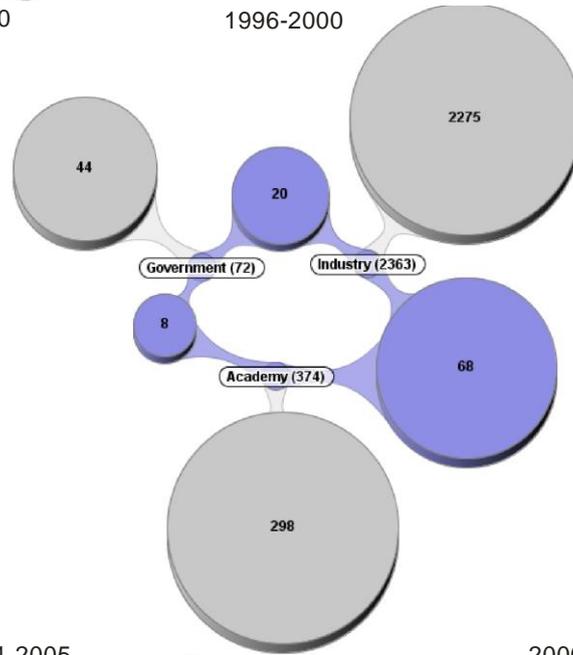
Inicialmente a maior interação foi verificada entre o governo e a indústria que apresentaram 26 pedidos de patentes em cotitularidade nos dois primeiros períodos da análise. A partir de 1996 este cenário se alterou e a maior colaboração passa a ser verificada entre a academia e a indústria, que saltou de 11 patentes para 68, mantendo o aumento nos períodos seguintes.

Considerando que, em todos os períodos analisados, o maior número de pedidos de patentes é de prioridade dos Estados Unidos (cerca de 45%), pode-se inferir que tanto o aumento do interesse da academia em se apropriar do conhecimento quanto a sua maior colaboração com a indústria estão relacionados ao efeito causado pelo Bayh-Dole Act (public Law 98-620).

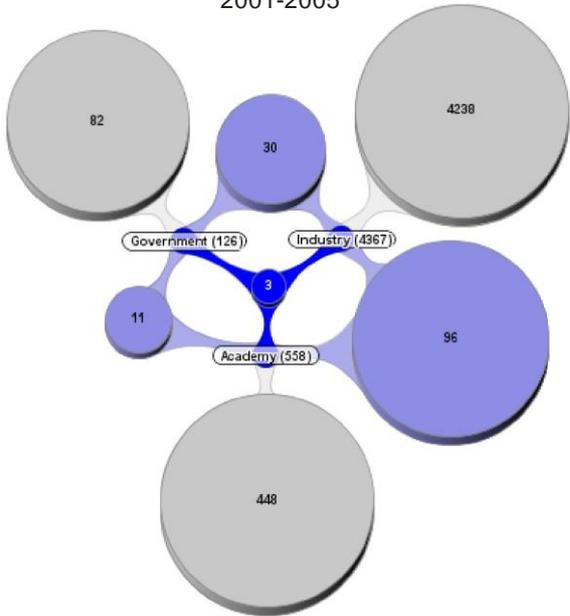
De acordo com Coutinho et al (2003), antes do Bayh-Dole act havia pouco interesse da academia em desenvolver pesquisa aplicada, situação que foi modificada com o aumento do desenvolvimento, pela academia, de tecnologias que pudessem ser absorvidas pelo setor privado. Henderson et al. (1998) destacam que estas mudanças legislativas facilitaram a atividade de patenteamento das universidades, o aumento do financiamento industrial da pesquisa acadêmica e a organização de escritórios de transferência de tecnologia nas universidades.



1996-2000



2001-2005



2006-2012

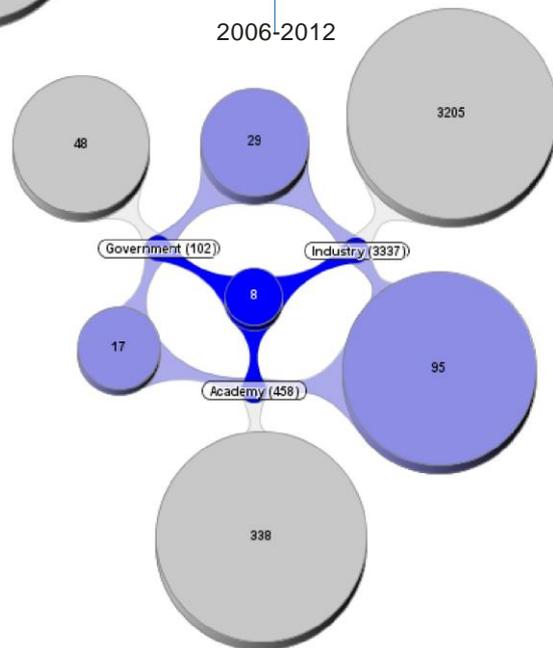


Figura 11 Padrão de colaboração entre Academia-Governo-Indústria na área de biotecnologia no Brasil. Dados dos pedidos de patentes realizados por não residentes durante o período de 1986-2012. Autoria própria.

Colaboração na área de biotecnologia e o modelo da Hélice tríplice

Sendo assim, os dados obtidos demonstram claramente que há uma evolução na colaboração entre os segmentos AGI, principalmente na cooperação bilateral.

Entretanto, o padrão de colaboração esperado e desejado pelo modelo da hélice tríplice ainda é insipiente. Apenas 03 pedidos foram realizados em cotitularidade com AGI (Figura 03), indicado que a colaboração tripartite é insuficiente.

Além disso, há uma fraca colaboração entre academia e indústria. Esta condição dificulta o processo de inovação em áreas como a biotecnologia, onde a ocorrência de arranjos institucionais e a colaboração entre eles são de fundamental importância. O sucesso do processo inovativo irá depender da coordenação adequada entre a infraestrutura científica (universidades e institutos de pesquisa) e a capacidade industrial (comunicação entre as empresas, entre empresas e universidades/institutos de pesquisa). Sendo assim, o padrão de colaboração entre a academia e a indústria irá afetar diretamente a geração de conhecimento científico e a incorporação e difusão deste conhecimento para a indústria.

Conforme observado, este padrão ainda se encontra em fase inicial no Brasil o que nos indica a necessidade implementação de mudanças que visem dinamizar o sistema de inovação. Estas mudanças são apontadas por Etzkowitz et al. (2000) que identifica os processos associados às mudanças necessárias na produção, troca e uso do conhecimento entre os segmentos da hélice, visando maior colaboração: transformação interna em cada uma das hélices, passando por revisão dos papéis de cada um; a influência de uma esfera institucional para promover a transformação; a criação de novos vínculos, redes e organizações entre as três hélices com o objetivo de institucionalizar, reproduzindo e estimulando a criatividade organizacional.

Conclusões

Este estudo objetivou analisar as atividades inovativas e o padrão de colaboração entre AGI no Brasil para a área de biotecnologia. Através da análise de documentos de patentes depositadas por residentes e não residentes o trabalho traz as conclusões e considerações apresentadas a seguir.

A biotecnologia vem ganhando destaque na perspectiva econômica pelo seu grande foco em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, tornando-se cada vez mais uma prioridade para os países em desenvolvimento, como o Brasil. Este fato pôde ser constatado a partir do aumento no número de depósitos entre os anos de 1986-2012, com especial destaque para o último período analisado (2006-2012). Foi observado um grande interesse no mercado brasileiro, demonstrado pelo elevado número de pedidos de depósitos por não residentes.

Os avanços observados na biotecnologia parecem estar diretamente relacionados às políticas governamentais voltadas à promoção da ciência e, mais especificamente, na sua difusão tecnológica. O governo, os institutos de pesquisa, as agências de fomento, as universidades e as empresas privadas e públicas, em menor escala, têm feito esforços para desenvolver suas capacidades de inovação, reforçando e promovendo colaborações e parcerias entre setores, que podem ser constatadas através da melhoria do padrão de colaboração ao longo do tempo.

Considerando a análise da interação entre AGI, que compõe o processo de inovação brasileiro em nível macro, percebe-se que o país ainda se encontra em um nível inicial, com os diversos segmentos atuando, na sua maioria, de forma isolada, o que não contribui para que ocorra a inovação. Apenas no último período estudado se observou o depósito de patentes em colaboração tripartite, indicado que o sistema de inovação está se aproximando do esperado pelo modelo da hélice tríplice.

Um aspecto desfavorável à produção de atividades inovadoras advém do fato de que, no Brasil, as universidades e instituições públicas de pesquisa são a principal força inovativa na área de biotecnologia e apresentam pouca colaboração com a indústria. Várias hipóteses podem ser levantadas para explicar esta fraca colaboração: problemas decorrentes de infraestrutura, falta de investimento do setor privado em pesquisa e desenvolvimento ou ainda problemas advindo da diferença de visão entre estes segmentos. Uma alternativa para este problema, bastante discutida na atualidade, seria a incorporação pela universidade do papel de empreendedora, ou a intensificação da aproximação com a indústria, visto que para que ocorra a inovação é preciso que o

produto ou o processo esteja disponível para o mercado. A identificação dos entraves à esta cooperação possibilitará a tomada de medidas em prol da inovação na área de biotecnologia.

Desse modo, ainda se faz necessário estabelecer formas de articulação entre os diversos atores envolvidos na rede, academia, governo e indústria, buscando, dessa forma, sustentar e efetivar os processos de inovação. Nesse sentido um maior estímulo à adoção de modelos colaborativos entre atores pode ser a solução.

Referências

ABUDUXIKE, G.; ALJUNID, S.M. OCDE. **Principios básicos propuestos para la recogida e interpretación de datos de innovación tecnológica**, Manual de Oslo, 2ª Edición, París, 1996.

ABUDUXIKE, G.; ALJUNID, S. M. Development of health biotechnology in developing countries: can private-sector players be the prime movers? **Biotechnology advances**, v. 30, n. 6, p. 1589–601, 2012. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22617902>>. Acesso em: 10/1/2013.

ANTUNES, A.M.S.; CANONGIA, C.; BHRUT, E.; RODRIGUES, H.T.; PIO, M.; Gianinne, R. Prospecção tecnológica - gestão del conocimiento y Inteligencia Competitiva: Modelos de Gestión para la Toma de Decisiones y Construcción de Futuro. In: **Sinergia entre la Prospectiva Tecnológica y la vigilancia Tecnológica Y Inteligencia Competitiva**, Bogotá, Colciencias, pp. 49-83, 2008.

AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. **Inovação, universidade e relação com a sociedade**. EdIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 2009.

AZEVEDO, N, FERREIRA, L. O. KROPF, S. P., HAMILTON, W. S. Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica: A Via Brasileira da Biotecnologia. **Dados**, 45, 139–176. 2002.

CRUZ, C.H.B. A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa. **Parcerias Estratégicas**. 2000; V.8: 5-30.

BAKER, S; ASTON, A. **The business of nantech business week**. pp. 11, Feb. 2005.

BELKHODJA, O.; LANDRY, R. “The Triple-Helix collaboration: Why do researchers collaborate with industry and the government? What are the factors that influence the perceived barriers?” **Scientometrics**, v. 70, n. 2, p. 301-332, 2007.

BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. D. M. E. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. **Research Policy**, v. 32, n. 5, p. 865-885, 2003. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733302000896>.

BEUZEKOM, B. V.; ARUNDEL, A. **Biotechnology Statistics**, 2006. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/51/59/36760212.pdf>>. Acesso em: jul. de 2007.

- BRISOLLA, SN. O Projeto “Universidade e Empresa, Ciência e Tecnologia”. **Educação & Sociedade**. [Internet] 1996. [Cited 2010 Jun 29]. Available from: <http://www.cedes.unicamp.br/revista/rev/pesq56/pesq562.html>.
- BUTTOW, M. E., & STEINDEL, M. Patent Application in Biotechnology at Subclass C12N in Brazil at the period of 2001 to 2005, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 55(June), 341–348, 2012.
- CANCHUMANI, R. M. L. INDICADORES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (C & T) NO BRASIL : ASPECTOS SOCIOTÉCNICOS. V Congresso Nacional de Excelência em Gestão. **Anais...** p.1-15, 2009. Niterói.
- CANONGIA, C; PEREIRA, M.N.F.; MENDES, C.U.S., ANTUNES, A.M.S. Mapeamento de Inteligência Competitiva (IC) e de Gestão do Conhecimento (GC) no Setor Saúde. R. Eletr. Bibliotecon. **Ci. Inf.**, Florianópolis, n. esp., 1º sem. 2004. pp. 78 – 95, 2004.
- CARVALHO, D.S., OLIVEIRA, L.G., WINTER, E., MOTHÉ, C.G. Technological Foresight Based on Citing and Cited Patents of Cellulose with Pharmaceutical Applications. **Journal of Technology Management & Innovation**, 4(4), 32 – 41, 2009.
- CHEN, Z.; GUAN, J. Mapping of biotechnology patents of China from 1995–2008. **Scientometrics**, v. 88, n. 1, p. 73-89, 2011.
- CHEN, S.-H.; HUANG, M.-H.; CHEN, D.-Z. Driving factors of external funding and funding effects on academic innovation performance in university–industry–government linkages. **Scientometrics**, n. 1, 2012.
- CLAUDIA, A.; OLIVEIRA, D. DE; MILEZI, S.; et al. Technological prospecting for patents on herbal medicines in Brazil. **International Research Journal of Biotechnology**, v. 2, n. 5, p. 78–84, 2011.
- COUTINHO, M.; BALBACHEVSKY, E.; HOLZHACKER, D. O.; et al. Intellectual property and public research in biotechnology: the scientists opinion. **Scientometrics**, v. 58, n. 3, p. 641–656, 2003.
- da SILVEIRA, J. M. F. J. et al. Evolução recente da biotecnologia no Brasil. **Texto para discussão**. IE/UNICAMP. N. 114, 2004. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicacoes/textos/download/texto114.pdf>>. Acesso em: jul. de 2012.
- DORMANN, C.F., GRUBER, B., FRÜND, J. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. **R News**, 8, 8–11, 2008.
- ETZKOWITZ, H. **Hélice tríplice: universidade-indústria-governo: inovação em movimento**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.
- ETZKOWITZ, H. Research groups as “quase firms”: the invention of the entrepreneurial university. **Research Policy**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 109-121, Jan. 2003.
- ETZKOWITZ, H., & L. LEYDESDORFF. The Dynamics of Innovation: From National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of University-Industry- Government Relations. **Research Policy**, 29(2), 109-123, 2000.
- ETZKOWITZ, H., & LEYDESDORFF, L. The triple helix of university–industry–government relations: A laboratory for knowledge-based economic development. **EASST Review**, 14(1), 14–19, 1995.

EVANGELISTA, R; IAMMARINO, S.; MASTROSTEFANO, V; SILVANI, A. Measuring the regional dimension of innovation. Lessons from the Italian Innovation Survey. **Technovation**, v. 21, p. 733–745, 2001.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. Estudo de empresas de biotecnologia do Brasil. Biominas, 2007.

<http://www.biominas.org.br> Acesso em 06. Mai. 2012.

GALVÃO, A. C. F.; NETO, A. M. **Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento das Regiões Norte e Nordeste do Brasil: Novos desafios para a política nacional de CT&I**. – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011.

GONZÁLEZ DE LA FE, T. El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. **Arbor**, v. CLXXXV, n. 738, p. 739-755, 2009. Disponível em: <<http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/327/328>>. Acesso em: 4/3/2013.

GRANBERG, A. On the pursuit of systemic technology policies in an unstable environment: Reflections on a Swedish case. **Research Evaluation**, 6, 143–157, 1996.

HENDERSON, R., JAFFE, A., TRAJTENBERG, M. University as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965–1988. **The Review of Economics and Statistics**. 80 (1), 119–127, 1998.

KRATTIGER AF. Public–private partnerships for efficient proprietary biotech science management and transfer, and increased private sector investments. **A briefings paper with six proposals commissioned by UNIDO**. IP Strategy Today. No. 4-2002. Available online at: <http://www.biodevelopments.org/ip/ipst4n.pdf> 2002. (Accessed on 18th February 2012)

LEI, X.-P.; ZHAO, Z.-Y.; ZHANG, X. et al. The inventive activities and collaboration pattern of university–industry–government in China based on patent analysis. **Scientometrics**, v. 90, n. 1, p. 231-251, 2011. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/10.1007/s11192-011-0510-y>>. Acesso em: 28/2/2013.

LEYDESDORFF, L. **The Triple Helix of University-Industry-Government Relations**. n. February, p. 1-17, 2012.

LEYDESDORFF, L.; MEYER, M. The Triple Helix of university – industry – government relations. **Scientometrics**, v. 58, n. 2, p. 191-203, 2003

LIU, H.; CHANG, B.; CHEN, K. Collaboration patterns of Taiwanese scientific publications in various research áreas. **Scientometrics**, 91, 1, 145-155, 2012.

LUNDVALL, B.A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg & L. Soete (Eds.), **Technical Change and Economic Theory** (pp. 349-369). London: Pinter. 1988.

LUNDVALL, B.A., **National Systems of Innovation**. Pinter, London, 1992.

MARCELA F., THORSTEINSDÓTTIR H., UYEN Q., PETER A.S., ABDALLAH S.D. The scientific muscle of Brazil's health biotechnology. [SUPPLEMENT]. **Nat Biotechnol**, 22, 2004.

MOREIRA AC, MÜLLER ACA, PEREIRA JR, ANTUNES AMS. Pharmaceutical patents on plant derivate materials in Brazil: policy, law and statistics. **World Patent Inf**. 2007; 28: 34-42.

MOREL, Carlos M. A Internacionalização de Agendas de Pesquisa: desafios e perspectivas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n.1, jan./mar. 2005.

- MEYER, M.; SINLAINEN, T.; UTECHT, J. T. Towards hybrid Triple Helix indicators : A study of university-related patents and a survey of academic inventors. **Scientometrics**, v. 58, n. 2, p. 321-350, 2003.
- MOWERY, D., & SAMPAT, B. The Bayh-Dole Act of 1980 and university-industry technology transfer: a model for other OECD governments? **Essays in Honor of Edwin Mansfield**, 4, 233–245, 2005.
- NELSON, R. R. (Ed.). **National innovation systems—a comparative analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.
- OECD. **Guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3rd, Paris, 2005.
- OECD. **Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**. “Oslo Manual” (revised version). OECD, Paris, 1996.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. 2014.
- SABATO, J. BOTANA, N. **La ciencia e la tecnología en el desarrollo futuro de america latina**. 1968.
- PORTER, A. L.; CUNNINGHAM, S. W. **Tech mining exploiting new technologies for competitive advantage**. New Jersey, 2005.
- PÓVOA, L. M. C. Patentes de universidades e institutos públicos de pesquisa e a transferência de tecnologia para empresas no Brasil. **Thesis**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- RAHIM R, SARAH EF, STEPHEN MS, MAYA RM, ABDALLAH SD, PETER AS. Brazilian health biotech—fostering crosstalk between public and private sectors. **Nat Biotechnol**, 126 (6):627–44, 2008.
- RAMANI, S. V., & LOOZE, M. A. Using patent statistics as knowledge base indicators in the biotechnology sectors: An application to France, Germany and the U.K. **Scientometrics**, 54(3), 319–346, 2002.
- RYAN, M. P. Patent Incentives, Technology Markets, and Public-Private Bio-Medical Innovation Networks in Brazil. **World Development**, 38, 8, 10-82-1093, 2010.
- REZAIE, R., FREW, S. E., SAMMUT, S. M., MALIAKKAL, M. R., DAAR, A. S., & SINGER, P. A. Brazilian health biotech—Fostering crosstalk between public and private sectors. **Nature Biotechnology**, 26, 627–644, 2008.
- SANTANA, M.F.E.; ANTUNES, A.M.S.; PEREIRA Jr.,N. O Perfil da Biotecnologia no Brasil. In. **Gestão em Biotecnologia**, Rio de Janeiro, Editora E-papers, pp 17-42., 2006.
- SANTANA, M. DE F. E. DE; MARTÍNEZ, R. G.; JUNIOR, N. P.; ANTUNES, A. M. DE S. Gestão do conhecimento científico e tendências científicas em biotecnologia na Venezuela. **Revista CTS**, v. 7, p. 45–62, 2012.
- SAPSALIS E., POTTERIE B.P., NAVON R. Academic versus industry patenting: An in-depth analysis of what determines patent value. **Res Pol.**; 35: 1631- 1645, 2006.
- SCHUMPETER, J. A. **A Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

TONELLI, D. F.; ZAMBALDE, A. L. Idealizações do Modelo da Tripla-hélice em Contraste com a Realidade Prática da Inovação Surgida no Contexto Universitário Brasileiro. XXXI Encontro da ANPAD. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

WIPO. **World Intellectual Property Office: Paris Convention for the protection of Industrial Property.** Disponível em: <http://www.wipo.int/treaties/en/ip/paris/trtdocs_wo020.html>. Acesso em: jul. de 2012.

VACCARO, G. L. R., MORAES, C. A. M., RICHTER, C., FINK, D., SCHERRER, T. O Processo de Inovação em Tríplex Hélice : uma Análise de Casos da Coréia do Sul. 8^o Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de produto. **Anais....** Porto Alegre, Brasil, 2011.

VASCONCELOS, J. M. T.; RODRIGUES, J. M. L.; ORVALHO, S. C. P.; ALVES, S. S.; MENDES, R. L.; REIS, A., Effect of contaminants on mass transfer coefficients in bubble column and airlift contactors, **Chem. Eng. Sc.** 58, 1431 – 1440, 2003.

VILLASANA, M. Fostering university–industry interactions under a triple helix model: the case of Nuevo Leon, Mexico. **Science and Public Policy**, 38, 1, 43-53, 2011.

CAPÍTULO 3 - Política de Estado de Inovação Tecnológica: A RENORBIO na Biotecnologia do Nordeste do Brasil^{22,23}

Introdução

Este capítulo descreve um esforço governo federal para dinamizar e disseminar a biotecnologia na região NE do Brasil, tão pródiga neste ramo tecnológico aproveitando as competências lá estabelecidas em diversas instituições, aglutinando-as e formando a massa crítica necessária para alavancar esta região.

Mostra como uma política de estado ao invés de governo pode dinamizar e incluir tecnologicamente uma área de um país com seus efeitos se fazendo sentir no IDH e PIB da região em curto prazo.

A RENORBIO

A necessidade de formação de pessoal na área de Biotecnologia, bem como a importância da conversão do conhecimento produzido pelos grupos de pesquisa em tecnologia, identificados a partir do Fórum da Competitividade em Biotecnologia em 2004, foi um dos elementos motivadores à criação de um programa de pós-graduação em Biotecnologia no âmbito da Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO).

Com este propósito, foi definido pelo programa RENORBIO um arcabouço conceitual que possibilitou o recebimento de recursos do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) para financiamento dos seus primeiros projetos de pesquisa a partir do ano 2004.

²² O presente artigo foi **apresentado oralmente** no V ENAPID – Encontro Acadêmico de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, no dia 20 de setembro de 2012, no Rio de Janeiro, com o título: Políticas públicas e indicadores de ciência, tecnologia e inovação: A contribuição da RENORBIO para a região Nordeste.

²³ Este artigo também **foi publicado como capítulo de livro**. Cristina M. Quintella, Vivian Patricia Suzart, Maria Claudia Rayol Sola, Gabriela S. Cerqueira, Alessandra Argôlo do Espírito Santo Carvalho. Política de Estado de Inovação Tecnológica: A RENORBIO na Biotecnologia do Nordeste do Brasil. Em: Suzana Leitão Russo, Gabriel Francisco da Silva (ogs). **Capacite – exemplos de inovação tecnológica**. Editora da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – Sergipe, 2013. DOI: 10.7198/8-5782-2293-2-05. Disponível em: <http://www.portalmite.com.br/web/sites/default/files/pub/cap%205%20Politica%20de%20Estado%20de%20Inova%C3%A7%C3%A3o%20Tecnol%C3%B3gica%20A%20RENORBIO%20na%20Biotecnologia%20do%20Nordeste%20do%20Brasil.pdf>.

A Portaria MCT nº 598, de 26.11.2004 (Publicada no D.O.U. de 30.11.2004, Seção I, pág. 16) criou formalmente a RENORBIO e definiu sua estrutura e mecanismo de operacionalização no âmbito do MCT.

A partir da formalização da Rede pode-se conceber a sua estrutura operacional e suas finalidades, tais quais se seguem: acelerar o processo de desenvolvimento da região Nordeste (NE), integrando esforços de formação de recursos humanos ao desenvolvimento científico e tecnológico, para produzir impacto socioeconômico e permitir a melhoria da qualidade de vida de sua população com a participação efetiva de instituições onde a Biotecnologia tem liderança; melhorar o desempenho da C&T do NE com a realização de atividades que promovam a transformação do sistema de C&T em um sistema eficiente para inovação, através de atividades que promovam níveis mais apropriados de investimento em P&D&I e a utilização mais profícua de recursos humanos e físicos pelo setor privado; estabelecer uma estrutura em rede, que permita a articulação de diversos setores da sociedade, a ampliação da massa crítica de pesquisadores, provocando um efeito multiplicador na geração de emprego para profissionais altamente qualificados e um aumento da qualidade e relevância da produção científica e tecnológica em áreas relacionadas à biotecnologia, bem como de sua transferência para a sociedade, com vistas à inovação e ao interesse social e econômico da região.

Apesar de ter sido criada em 2004, a RENORBIO selecionou e formou sua primeira turma de doutorandos no ano de 2006 quando foi implementado o doutorado pela CAPES. Em 2008, com a criação da área de Biotecnologia pela CAPES a rede, juntamente com outros 20 programas de pós-graduação, passou a integrar esta área de concentração.

O doutorado tem como coordenador José Ferreira Nunes da Universidade Estadual do Ceará (UECE), vice-coordenador Renato de Azevedo Moreira da UNIFOR, e Secretária Executiva Paula Lenz Costa Lima da UECE. Possui um Portal que permite gerenciar e enviar informação e documentação de modo remoto (www.RENORBIO.org.br).

Em 2012 tem 148 docentes permanentes sendo 104 bolsistas de produtividade do CNPq e 56 colaboradores dos quais 29 são também bolsistas de produtividade do CNPq, tem 15 pós-doutorandos e 485 doutorandos.

Diversos professores e alunos criaram empresas de base tecnológica visando colocar seus desenvolvimentos no mercado.

O doutorado da RENORBIO teve impacto em diversas instituições onde foram criados mestrados em Biotecnologia: UFES, UNIT, UFBA, UECE, UFPE, entre outras em gestação que constituem pelo menos 6 em 38 existentes no Brasil (16%) e pelo menos 6 em 9 existentes no NE (67%). Adicionalmente potencializou o aumento do *pipeline* de formandos de outros mestrados existentes anteriormente como a UEFS.

Atualmente a RENORBIO tem como objetivos principais a formação de pessoal qualificado para o exercício da pesquisa e do magistério superior no campo da Biotecnologia, o incentivo às pesquisas na área da Biotecnologia, sob perspectiva multi e interdisciplinar e por fim a produção, difusão e aplicação do conhecimento da Biotecnologia na realidade econômica e cultural do NE. Para tanto compreende 34 ICTs dos nove estados do NE e 2 ICTs do Espírito Santo.

A Rede incentiva a pesquisa na área da Biotecnologia em quatro áreas de concentração, com suas respectivas linhas de pesquisa, onde a Biotecnologia oferece suas mais importantes aplicações: Saúde (Desenvolvimento de Agentes Profiláticos, Terapêuticos e Testes Diagnósticos), Agropecuária (Genética e Transgênese; Sanidade, Conservação e Multiplicação de Germoplasma), Recursos Naturais (Bioprospecção, Biodiversidade e Conservação Purificação, Caracterização e Produção de Insumos Biotecnológicos em Sistemas Heterólogos) e Biotecnologia Industrial (Bioprocessos).

Embora recente, a RENORBIO vem apresentando resultados bastante promissores, principalmente no que se refere à produção de conhecimento e geração de tecnologia, tanto na área de produtos quanto na área de processos. Segundo informações da RENORBIO, publicadas em março de 2012 no site do Centro de Inovação e Transferência de Tecnologia, a rede já formou 176 doutores e seus alunos produziram 146 criações que foram apropriadas como patentes.

Políticas Institucionais das Instituições da RENORBIO e sua adequação à Lei da Inovação

A RENORBIO gera de modo conjunto e transinstitucional diversos resultados de desenvolvimento tecnológico que são apropriados junto a Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

A Lei da Inovação prevê para os inventores:

Art. 13 - É assegurada ao criador, limitada a um terço do total, participação nos ganhos econômicos auferidos pela ICT, resultantes de contratos de transferência de tecnologia ou de exploração de criação protegida, da qual tenha sido o inventor, obtentor ou autor, aplicando-se, no que couber, o disposto no parágrafo único do art. 93 da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996.)

As Políticas das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) do NE, em geral, prevêem que 1/3 fique para os inventores. Os restantes 2/3 usualmente ficam 1/3 para a Administração Central (usualmente o NIT) e 1/3 volta para o local onde foi gerado o produto para reforçar a geração de outros produtos, usualmente sob a forma de taxa de bancada.

No entanto, a RENORBIO está ainda em fase de definir sua Política e PI&TT de modo TRANSINSTITUCIONAL. Hoje em dia, se a criação foi desenvolvida por um aluno da ICT1 que foi orientado por um professor da ICT2, apenas as ICT1 e ICT2 são cotitulares e participam da patente. No entanto isso tem mostrado que não é ainda uma solução satisfatória para todos os atores. De fato, a Titularidade pertence ao Capital Social conforme o artigo 5º, parágrafo único do Decreto 5.563/2005, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e, na formação de um aluno da RENORBIO, diversas outras instituições além da ICT1 e da ICT2 investem Capital Social, seja por instalações, hora aula de professores, infraestrutura como salas de videoconferências, linhas de pesquisa, administração associada ao dia a dia do Programa de Pós-Graduação, etc.

Existem ainda organizações que prevêem apenas participação nos ganhos e não na titularidade, deste modo facilitando as negociações de transferência de tecnologia, mas correndo o risco de perder a rastreabilidade dos produtos gerados com seu Capital Social, um dos exemplos é a política normatizada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Outras organizações requerem apenas o reconhecimento através da titularidade, abrindo mão dos ganhos econômicos já que os recursos foram de subvenção e os resultados são revertidos para a sociedade, deste modo não só facilitam as negociações, como não

perdem a rastreabilidade dos seus produtos e têm o reconhecimento pela sociedade e o seu nome estará associado com o benefício seja em PIB seja em IDH.

Ora, a construção de uma Política Transinstitucional pela RENORBIO advém de políticas de incentivo na área tecnológica, especificamente, biotecnológica, estimulando potencialmente, por intermédio de estratégias, a criação e produção de produtos de qualidade gerados pelas instituições envolvidas no programa.

O objetivo é de fortalecer o desenvolvimento científico e tecnológico e na produção de inovação, tendo como base essencial a Lei da Inovação e o Decreto de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, preparando as instituições de ensino a competirem com o mercado de maneira igual.

Conforme José Amadei e Ana Lucia Torkomian, o fortalecimento das políticas internas das universidades relacionadas à propriedade industrial acarretará maior índice de proteção das invenções acadêmicas, garantindo os direitos sobre a invenção, incentivando a realização de novas pesquisas e, através de mecanismos efetivos, viabilizando a transferência da tecnologia produzida nas universidades para o setor empresarial.

Para alcançar um crescimento como um todo, entre as ICTs do NE, faz-se necessário a criação de uma política transinstitucional de propriedade intelectual (PI) e de transferência de tecnologia (TT), refletida em um arcabouço legal favorável para a inovação.

Elas abrangem desde a titularidade, uso, licenciamento, transferência, royalties dos produtos patenteados, dentre outras características elencadas em Lei. Dessa forma os resultados obtidos com essa pesquisa, foram o levantamento da política, minuta ou resolução de cada instituição, a fim de compará-las e equipará-las.

Houve também um esforço de construir uma política unificada com um arcabouço fortalecido legalmente, no âmbito da RENORBIO e da Rede NIT-NE dado que as instituições das duas redes se interpenetram e têm em comum um aspecto de suas missões que é o de contribuir para o avanço e o desenvolvimento da tecnologia no NE de forma uniforme e acelerada, proporcionando a formação de recursos humanos e valoração da mesma através de produtos, pesquisas e tecnologias geradas.

Existe assim uma preocupação latente nos pesquisadores/orientadores da RENORBIO e coordenadores de NITs das ICTs participantes da RENORBIO, com os produtos

gerados no interior do programa e conseqüentemente a aceleração do processo de desenvolvimento da biotecnologia no NE.

Desta forma os produtos gerados nesta região devem ser apropriados pela Rede, antes de serem publicados e transferidos para o setor empresarial e de modo geral, levando riqueza e tecnologia a sociedade.

Diante dessa perspectiva, as instituições que fazem parte do RENORBIO, estão colaborando com suas políticas internas, para o mapeamento e comparação das mesmas, a fim de ser elaborada uma política única dentro da Rede. Vale salientar que esse procedimento ainda encontra-se em fase de acabamento.

O escopo das políticas analisadas e comparadas foi obtido no âmbito da RENORBIO de 2010 a 2012, com as solicitações aos coordenadores das ICTs de suas políticas, minutas ou resoluções e a informação de se as possuíam ou não.

Foi feita a comparação de artigos e capítulos tendo como parâmetro o decreto 5.653/2005, com o intuito de ser elaborada ao final uma Política Unificada, com arcabouço forte visando o desenvolvimento da Região Nordeste. Os dados foram digitados para Excel®.

A Figura 12 mostra as ICTs da RENORBIO que possuem algum tipo de internalização da Lei da Inovação em seu arcabouço legal como políticas aprovadas gerando resoluções (45%), minutas de políticas e operando através de portarias (22%), ou seja, as que já internalizaram esta Lei e as que ou ainda não iniciaram a sua internalização ou não informaram e também não a veiculam na sua *homepage* institucional (33%).

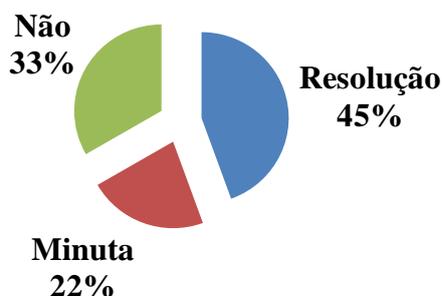


Figura 12 Percentual de ICTs da RENORBIO com políticas aprovadas, com minutas e que não possuem ou não informaram. Dados obtidos até o ano de 2011.

A criação de políticas de PI&TT interinstitucionais tem como objetivo também fazer que a inserção do paradigma da inovação ocorra em todo o NE, fortalecendo a política de inovação na região tendo em vista que a mesma pode ser vista como um grande laboratório natural de biotecnologia.

Salienta-se que o setor acadêmico no NE é o celeiro da criação, compreendendo mais de 80% dos desenvolvedores de tecnologia, caracterizando um tecido social muito específico que necessita de ações e medidas tipo *tailor made*. Um dos aspectos importantes é a formação de recursos humanos na academia com qualificações para iniciarem as empresa de base tecnológica que a região tento necessita.

A Figura 13 mostra o grau de adequação da política das ICTs da RENORBIO à Lei da Inovação, em conformidade com o decreto n° 5.563/2005, sendo que para cada Capítulo foram analisados os itens correspondentes presentes nas políticas das ICTs. Foram utilizadas as classificações de "Tem" quando a política interna apresenta todos os quesitos da Lei da Inovação, "Parcial" quando apresenta apenas uma parte dos itens, e "Omissa" quando não apresenta os itens.

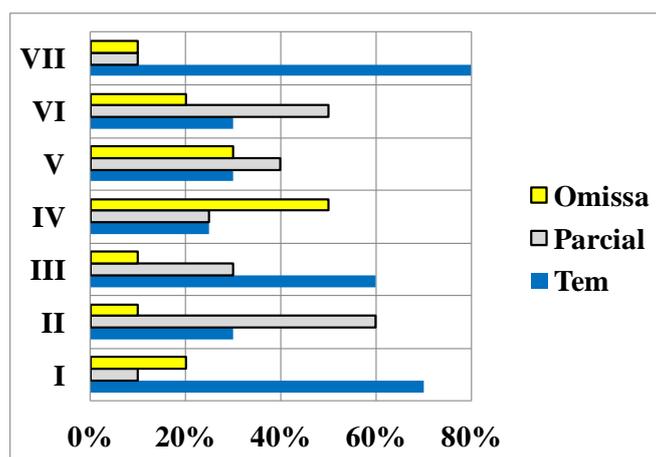


Figura 13 Comparação entre os Capítulos de Lei da Inovação, à luz do decreto n° 5.563/2005, e os itens correspondentes presentes nas políticas das ICTs que compõem a RENORBIO.

Ao comparar as políticas existentes no que tange ao Capítulo I, DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES, nota-se que cerca de 70% esclarecem e definem os principais termos utilizados no campo da inovação, tais como Criação, Criador, Inovação, Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), dentre outras. Dos demais, 10% os omitem e 20% tratam de forma parcial.

Sobre ESTÍMULO À CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES ESPECIALIZADOS E COOPERATIVOS DE INOVAÇÃO, conforme Capítulo II, dando ênfase ao incentivo por parte do Estado ao processo de inovação, no que se refere ao apoio em estímulos a parcerias no desenvolvimento científico e projetos, e à proteção do produto dessas parcerias à instituição detentora do capital social, apenas 30% possuem esse tipo de amparo em suas políticas, enquanto 10% foram omissos e 60% possuem de forma parcial.

O Capítulo III trata do ESTÍMULO À PARTICIPAÇÃO DAS ICT NO PROCESSO DE INOVAÇÃO e se refere a celebrar contratos de transferência de tecnologia e de licenciamento de uso ou de exploração da criação desenvolvida; acordos de parcerias, convênios e contratos; bolsas de estímulos para os pesquisadores envolvidos; direito para o servidor / pesquisador de afastamento; despesas operacionais e administrativas; ganhos auferidos; participação em ganhos econômicos; criação do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), bem como garantia de participação do criador. As ICTs estão mais bem amparadas, cerca de 60% as têm, no entanto 30% tratam de forma parcial e 10% são omissas. Ora este ponto é crucial para a celebração dos contratos de partilha de propriedade intelectual e para transferência de tecnologia, sendo bases de uma boa negociação e garantia de utilização da tecnologia pela sociedade ao possibilitar explicitamente que as criações obtidas pela pesquisa cheguem à sociedade, garantindo assim retorno no investimento da sociedade através da subvenção das ICTs.

O ESTÍMULO À INOVAÇÃO NAS EMPRESAS, Capítulo IV, refere-se ao incentivo financeiro, propriamente dito, em prol da inovação, desde a concessão de recursos financeiros à instituição, por meio de projeto previamente aprovado, até vantagens pecuniárias ao pesquisador envolvido, tendo grande relevância no desenvolvimento e investimento na infraestrutura da instituição. Aqui nota-se que apenas 25% das ICTs possuem amparo legal sólido, 25% de forma parcial e 50% são omissas. Faltam itens como contratação condicionada à aprovação do projeto, promoção de programas específicos e ações de estímulo à inovação de empresa, descontinuidade do projeto / contrato, etc. indicando que provavelmente terão que ser revistas. Essa revisão garantirá às instituições melhor amparo legal para obter infraestrutura, equipamentos laboratórios, recursos humanos qualificados e recursos financeiros para garantir o sucesso do ciclo virtuoso em que sua tecnologia é recebida pela sociedade que originariamente a financiou através de subvenção. De fato, para que essa realidade se faça presente, as

instituições, devem firmar bons acordos de parcerias, e, para se firmarem bons contratos, precisa-se ter uma política revestida solidamente de amparo legal, trazendo maior credibilidade à instituição e incentivo aos pesquisadores que devem se sentir estimulados para continuarem investindo em pesquisas.

O Capítulo V trata do ESTÍMULO AO INVENTOR INDEPENDENTE, através do seu NIT, ou seja, o inventor que almeja proteger seu invento através de protocolo no INPI, porém não possui vínculo com uma organização que lhe dê esse apoio. Observa que 30% das ICTs têm esse aspecto em sua política, 40% possuem de forma parcial, enquanto 30% se omitem no texto de suas políticas. Este aspecto é opcional e depende de cada ICT.

O Capítulo VI versa sobre FUNDOS DE INVESTIMENTO em empresas cuja atividade principal seja a inovação, como incubadoras, parques tecnológicos, *spin off*, *start ups*, institutos de pesquisa nacionais ou internacionais, etc. Neste ponto foi observado que 50% trata sobre o assunto de forma parcial, 30% tem de forma completa e 20% os omitem. Observa-se que, para a transferência das PIs para a sociedade este aspecto é deveras relevante e requer um posicionamento da ICT que lida com desenvolvimento tecnológico e a subsequente inovação.

O Capítulo VII traz as DISPOSIÇÕES FINAIS do decreto tais como diretrizes, Comitê Permanente constituído por representantes dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e da Educação. Nas políticas analisadas consideraram-se de modo análogo as disposições finais relativas às suas ICTs. A maioria, ou seja, 80% possuem disposições, 10% as têm de forma parcial e 10% não as especificam.

As políticas das ICTs membros da RENORBIO foram também analisadas de modo comparativo com algumas outras do Brasil com algumas décadas de atuação dos NITs como a UNICAMP, UFSC, UFRJ e a UFMG. O critério para a escolha dessas instituições se deu devido a sua notoriedade no que diz respeito à Propriedade Intelectual e a Transferência de tecnologia. Observou-se que as políticas já tinham sido aprovadas há bem mais tempo do que as das ICTs pertencentes à RENORBIO, no entanto as políticas são em diversos aspectos mais adequadas, pois contemplam melhor o Decreto e seus artigos.

Artigos Publicados

O escopo dos artigos processados foi obtido no âmbito da RENORBIO de 2006 a 2011, de acordo com o Relatório CAPES conforme fornecido pela coordenação do Doutorado da RENORBIO.

Os dados foram importados para Excel® e, posteriormente, passaram por mineração de texto utilizando o software Vantage Point®.

A Figura 14 mostra as revistas com maior número de publicações pelo corpo docente da RENORBIO, sendo a Revista Brasileira de Farmacognosia a que contém o maior número de artigos publicados (143), seguida pela Revista Brasileira de Reprodução Animal (141). Nota-se que a terceira revista onde são publicados mais artigos é da Sociedade Brasileira de Química, evidenciando a importância deste veículo para a área de biotecnologia.

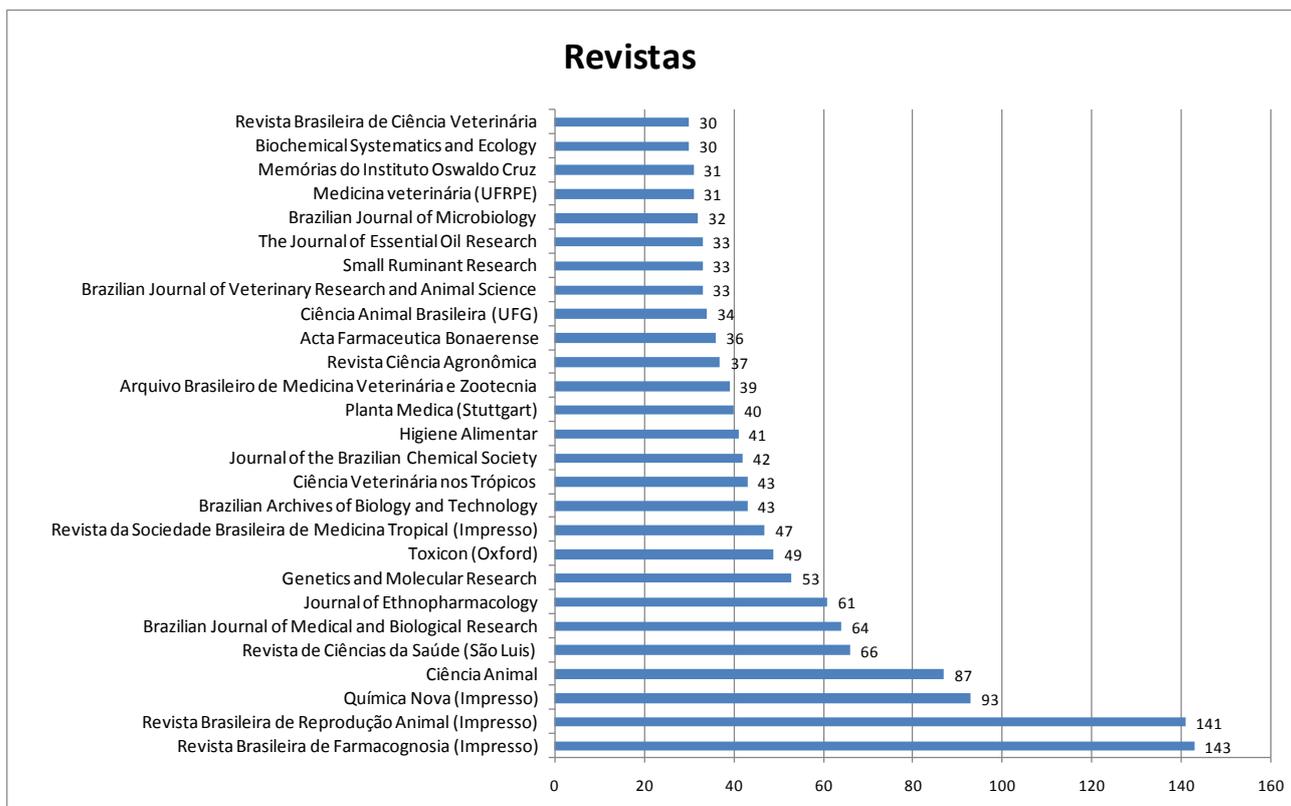


Figura 14 Revistas com maior número de publicações de artigos pelos docentes da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.

Na Figura 15 é possível verificarmos os autores que mais publicaram, destacando-se Manoel Odorico de Moraes Filho. Estudo similar foi feito para os discentes.

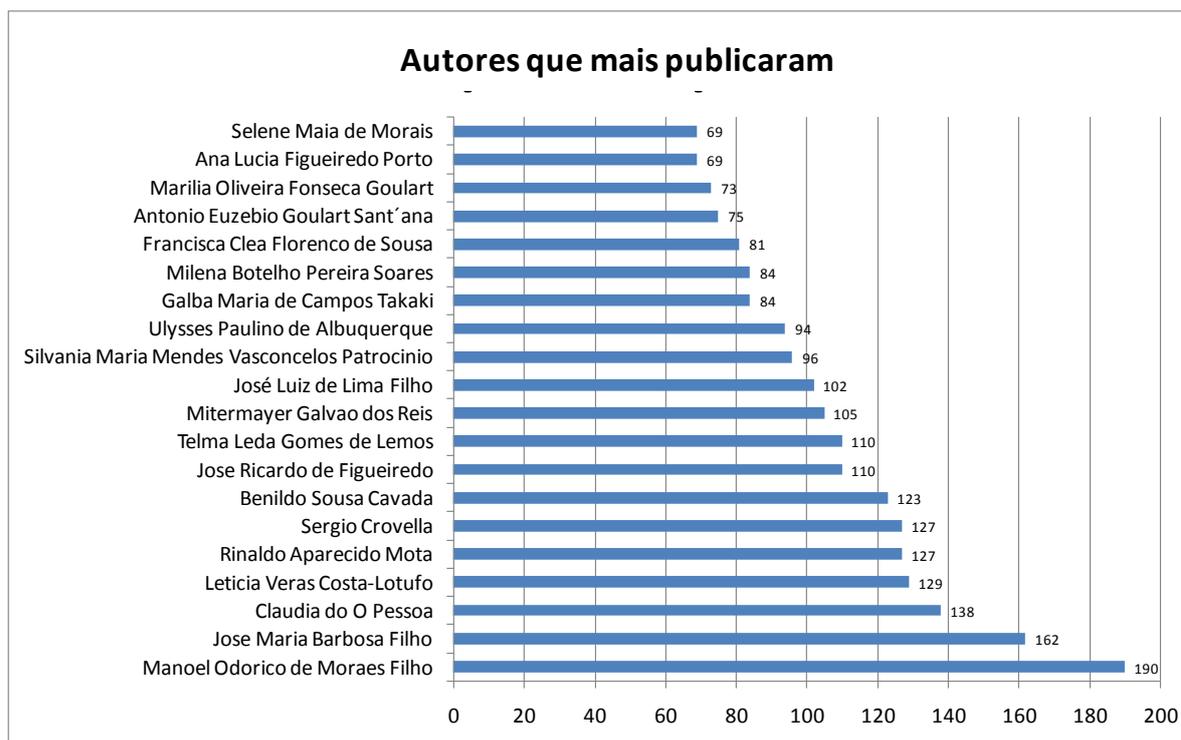


Figura 15 Docentes da RENORBIO com maior número de artigos. Dados obtidos até o ano de 2011.

A Figura 16 demonstra os pesquisadores pertencentes à RENORBIO e as suas inter-relações nas respectivas publicações.

Podem-se observar diversas parcerias mostrando ser alto o grau de publicação conjunta entre os orientadores do doutorado da RENORBIO, onde apenas uma minoria publica sozinha. O número de artigos publicados demonstra que o pesquisador Manoel Odorico de Moraes Filho tem um maior número de artigos com 190 publicações, além das parcerias muito produtivas com outros autores, como Claudia d'O Pessoa.

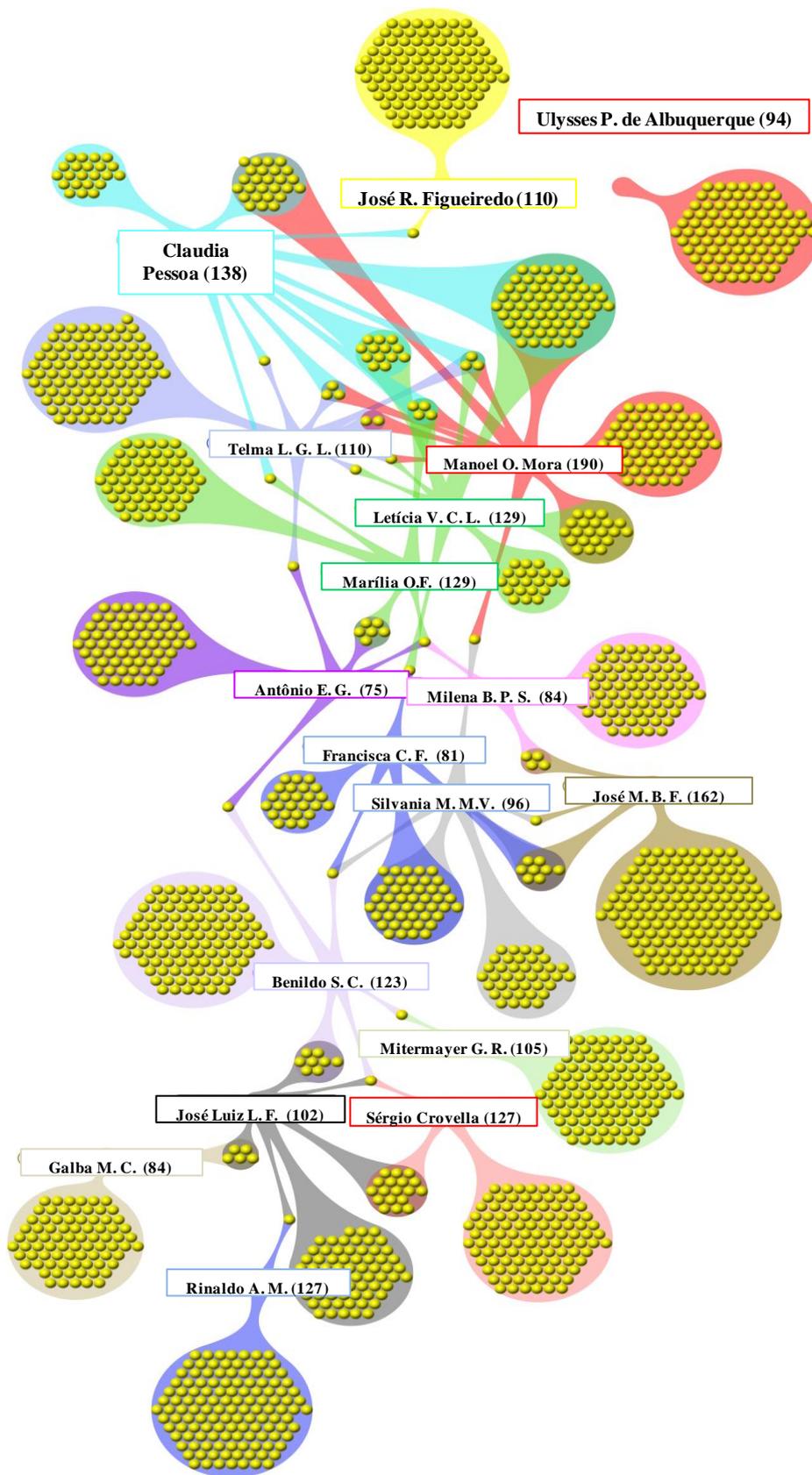


Figura 16 Mapa de inter-relacionamento entre os autores de artigos que são docentes da RENORBIO (cada bolinha em amarelo corresponde a um artigo publicado). Dados obtidos até o ano de 2011.

A Figura 17 demonstra as palavras chaves nos resumos dos artigos. Nota-se alta correspondência entre os temas de publicação de artigos e as revistas onde se publica mais. Nota-se também alta preponderância de temas ligados à utilização de produtos naturais da região, a doenças tropicais, fármacos, além de animais.

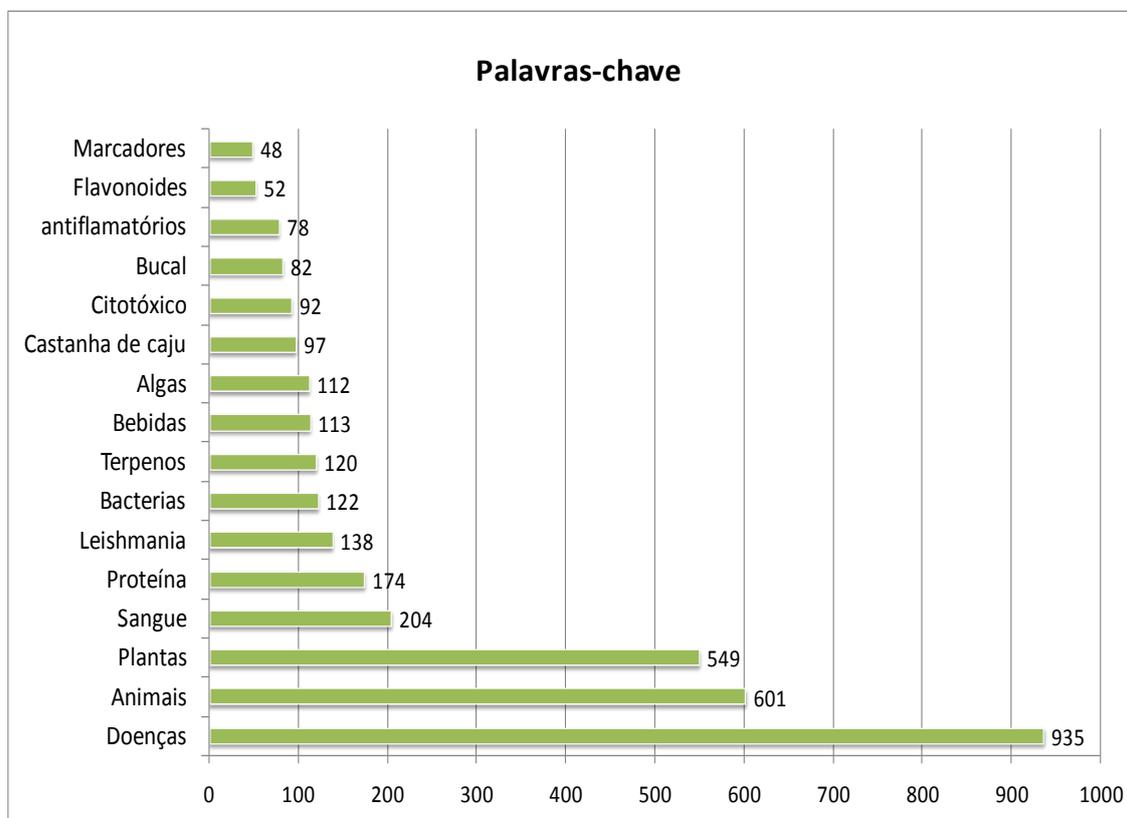


Figura 17 Palavras chaves mais utilizadas nos artigos publicados pelos docentes da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.

A Figura 18 demonstra as palavras que são utilizadas com mais frequência nos resumos pelos autores nos artigos publicados. Mantém-se a mesma coerência entre as palavras chave e os temas das revistas, mas nota-se agora o aparecimento explícito de tecnologias genéticas o que pode indicar um alto grau de complexidade na biotecnologia que a RENORBIO desenvolve.

Palavras Mais Frequentes

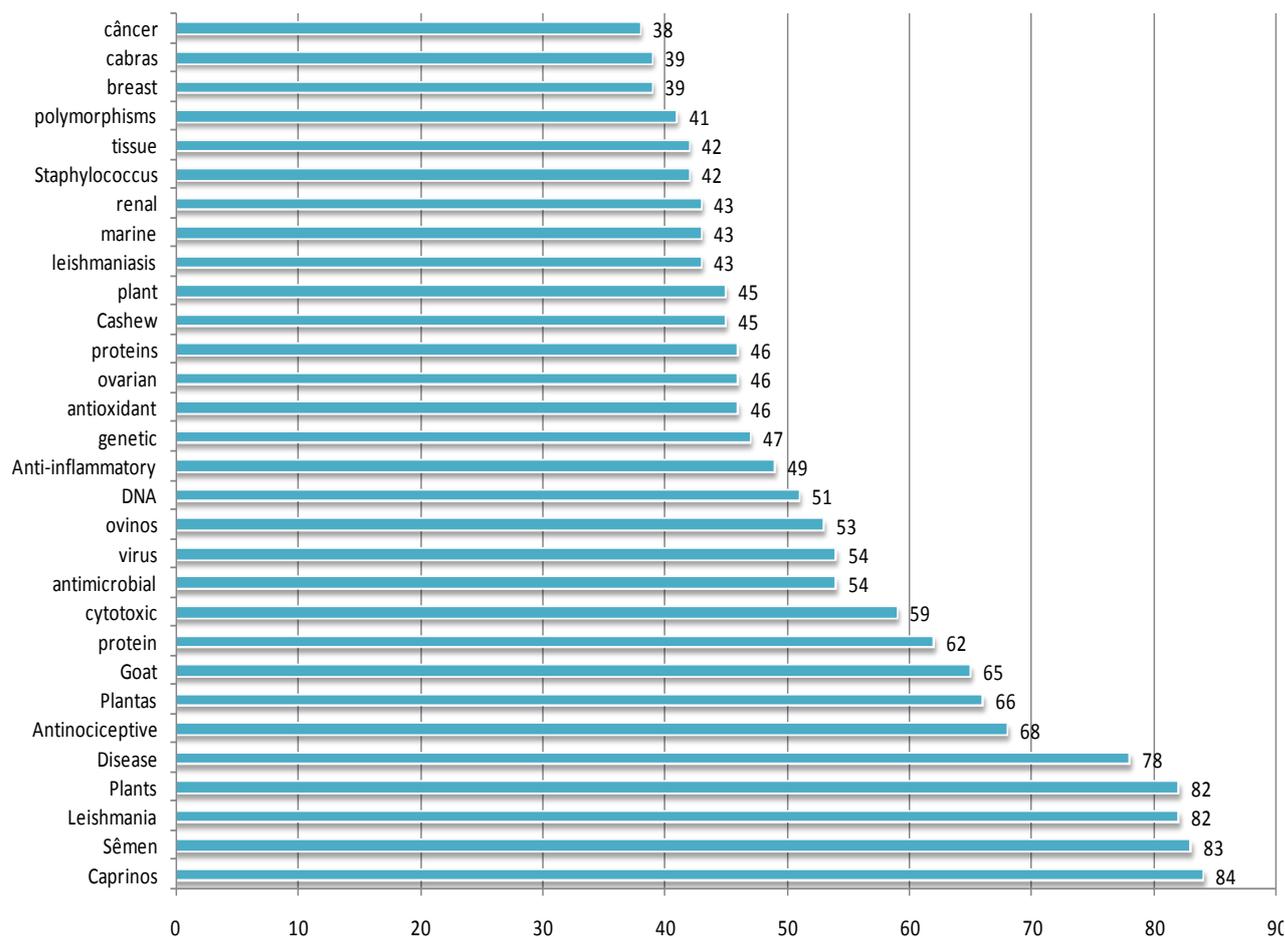


Figura 18 Palavras chave que aparecem com mais frequência nos resumos dos artigos publicados pelos docentes da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.

Propriedade Industrial

O Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) incentiva o desenvolvimento tecnológico e a inovação em setores estratégicos de aplicação da biotecnologia, como a agropecuária, saúde humana e animal, meio ambiente e industrial, em sintonia com a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia.

A biotecnologia integra a base produtiva de diversos setores da economia, os quais representam parte considerável das exportações nacionais, influenciando a demanda por inovações tecnológicas nos principais setores usuários de biotecnologia no país. O capital humano é um dos fatores-chaves para as empresas ganharem competitividade,

principalmente em setores com forte ritmo de mudança e inovação como a biotecnologia. Mas não é só o elevado ritmo de inovação, a biotecnologia moderna também se caracteriza também pelo seu caráter multidisciplinar e pelas diversas implicações na sociedade de suas inovações tecnológicas. Segundo Salles-Filho, 2002, o papel de uma organização que pode promover a cooperação tecnológica torna-se essencial. Sua atuação pode ser articulada em torno de três eixos: levantamento de oportunidades, articulação de projetos e serviços de apoio à inovação.

No Brasil, apesar dos esforços realizados por diversas instituições de ensino e pesquisa nos últimos anos, existem ainda carências de profissionais qualificados para desenvolver diversas atividades em biotecnologia, como engenharia de bioprocessos, sequenciamento genético, assessoria jurídica na área ambiental e de propriedade industrial, valoração da biodiversidade e gestão administrativa e financeira.

O NE reúne, atualmente, cerca de 15% da massa crítica de pesquisadores do País, segundo dados oficiais do CNPq, apoiando o fortalecimento dos programas existentes nas diversas instituições. A RENORBIO propicia ainda a participação de um número grande de instituições nacionais e internacionais, como a EMBRAPA e a FIOCRUZ, que geralmente ficam à margem dos esforços de formação de recursos humanos no País, já que não se constituem como Instituições de Ensino Superior.

A RENORBIO foi concebida para acelerar o processo de desenvolvimento do NE do Brasil com crescentes projetos em P&D&I, aumentando a produção científica e tecnológica em áreas relacionadas à biotecnologia e inovação, produzindo um impacto socioeconômico e uma consequente melhoria da qualidade de vida do NE.

O escopo da busca dos produtos tecnológicos apropriados, de modo similar aos dos artigos processados, foi obtido no âmbito da RENORBIO, de acordo com o Relatório CAPES conforme fornecido pela coordenação do Doutorado da RENORBIO. Nesta tabela constavam dados referentes ao título das patentes, docentes e discentes inventores, instituições, cotitularidades e data de depósito destas patentes. Foram consideradas as patentes apropriadas de 2006 a 2011 (parcial).

A listagem recebida foi complementada com entrevistas pessoais com os inventores e orientadores da RENORBIO.

Os dados foram corroborados com buscas pelos nomes dos orientadores do doutorado da RENORBIO nas bases de dados públicas do INPI e do Escritório Europeu de Patentes (EPO).

Os dados foram importados para Excel e, posteriormente, passaram por mineração de texto utilizando o software Vantage Point®, como ferramenta para a análise e identificação de padrões.

As patentes foram classificadas de acordo com as áreas de concentração do doutorado da RENORBIO.

As patentes geradas no âmbito da RENORBIO, quanto aos setores de atividade, têm uma maior concentração em Saúde (Figura 19) com 44 patentes. A Biotecnologia Industrial tem 31 patentes, Biotecnologia em Recursos Naturais tem 21 patentes e Agropecuária tem 8, não sendo observada inter-relação entre as áreas de concentração. A produção tecnológica esta perfeitamente inserida nas áreas de concentração.

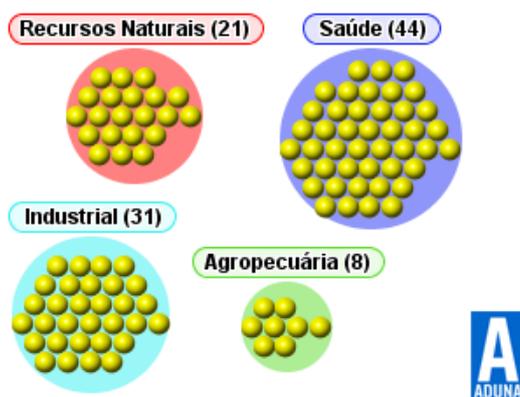


Figura 19. Patentes geradas no âmbito da RENORBIO de 2006 a 2011 (cada bolinha em amarelo corresponde a uma patente).

Segundo a evolução anual (Figura 20), houve um crescimento constante a partir de 2006 na produção de patentes demonstrando disseminação do conceito de apropriação e crescimento da maturidade do doutorado da RENORBIO. Isto pode ser atribuído ao processo de consolidação que a RENORBIO se encontra, agregando a cada ano mais conhecimento e maior competência a seus membros aqui representados pelo corpo docente. Estudo similar foi feito para os discentes. A queda em 2011 se deve ao ano não

estar com os dados integrais devido aos 18 meses de sigilo do INPI e aos inventores ainda não terem informado a RENORBIO.

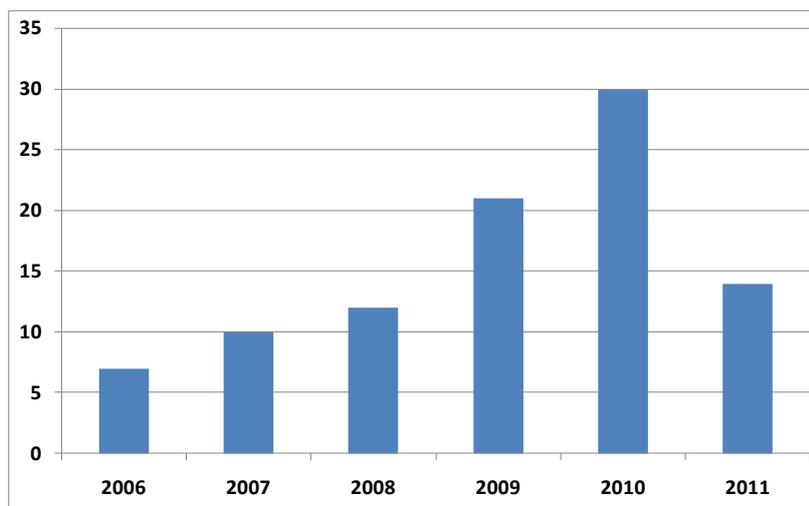


Figura 20 Evolução anual das patentes geradas no âmbito da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.

A Figura 21 mostra os docentes inventores mais produtivos em patentes para cada área de atuação de concentração. Almeida e Quintella são os docentes inventores que mais produzem em biotecnologia industrial. Galdino, Lima, Pitta e Guedes produziram mais patentes na área de saúde. Carioca e Xavier Filho são os que têm maior produção tecnológica em Recursos Naturais. Nunes se destaca em agropecuária.

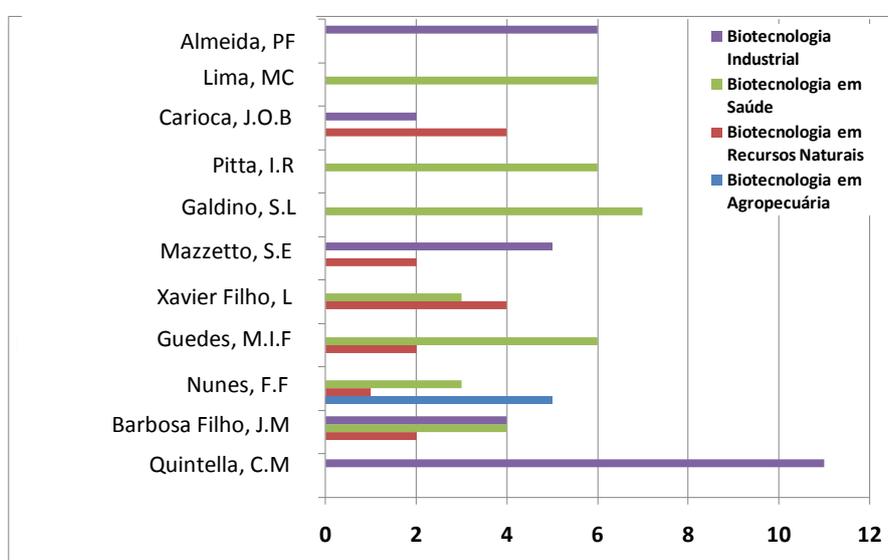


Figura 21 Docentes inventores e respectivas patentes geradas dentro das áreas da RENORBIO. Dados obtidos até o ano de 2011.

Quando comparados com a produção de artigos, os orientadores que mais produzem patentes não são os mesmos que mais produzem artigos. Isto evidencia um alto potencial de crescimento se os autores de artigos internalizarem melhor em sua rotina profissional o paradigma da apropriação.

Note-se que, em artigos, o conhecimento passa a ser de domínio público e qualquer um o pode utilizar para comercializar e produzir. Sob a forma de patentes, o conhecimento pode contribuir mais efetivamente para o PIB e o IDH, especialmente nos casos em que P&D&I são financiados com recursos públicos de um país, permitindo que os resultados revertam para esse mesmo país durante os anos iniciais. Assim, regra geral, é recomendável que, primeiro, a PI seja protocolada no INPI e, após essa data, seja então submetido o artigo.

Deve-se ainda estimular o protocolo de patentes internacionais pelo PCT de modo que o Brasil possa exportar sua tecnologia. A estratégia de protocolar apenas no Brasil pode ser perigosa, pois apenas o território brasileiro fica restrito para produção e comercialização, podendo a tecnologia desenvolvida pelo Brasil ser utilizada em qualquer outro país como domínio público.

A Figura 22 indica a inter-relação das instituições pertencentes à RENORBIO e as empresas e órgãos cotitulares.

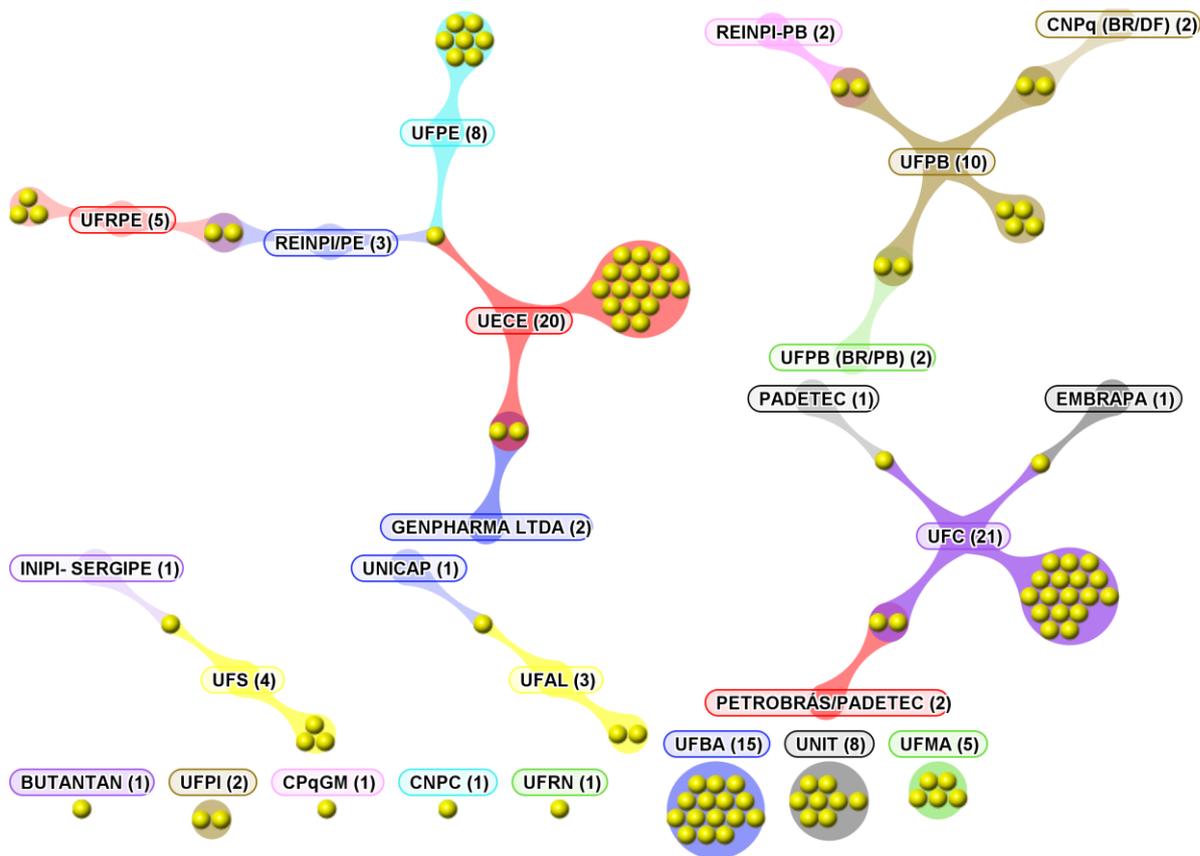


Figura 22 Mapa de Inter-relacionamento entre as Instituições da RENORBIO e as empresas parceiras (cada bolinha em amarelo corresponde a uma patente). Dados obtidos até o ano de 2011.

Observam-se interações com empresas como a PETROBRAS, GENPHARMA, EMBRAPA, FIOCRUZ (CPqGM), entre outras, notando-se a predominância das empresas brasileiras o que deve acelerar transferência da tecnologia. A maior parte das patentes é da UECE, da UFC e da UFBA.

A Figura 23 indica a inter-relação entre produto, processo e método nas patentes protocoladas no INPI. Observa-se que os aparatos não têm inter-relacionamentos com os demais tipos de apropriação, o que é um padrão bastante comum. Também se nota que as patentes estão bem distribuídas em métodos e/ou processos e em produtos. No entanto existem apenas 6 patentes que apropriam método e/ou processo e produto. Aqui vale a pena começar a estimular que seja aumentado este número, pois pode significar que algumas oportunidades de apropriação não estão sendo aproveitadas. Adicionalmente, para que a tecnologia seja colocada no mercado, é importante deter o

seu processo de extração e/ou de fabricação, usos, produtos, etc. de modo a que não se esbarre num gargalo legal de apropriação.

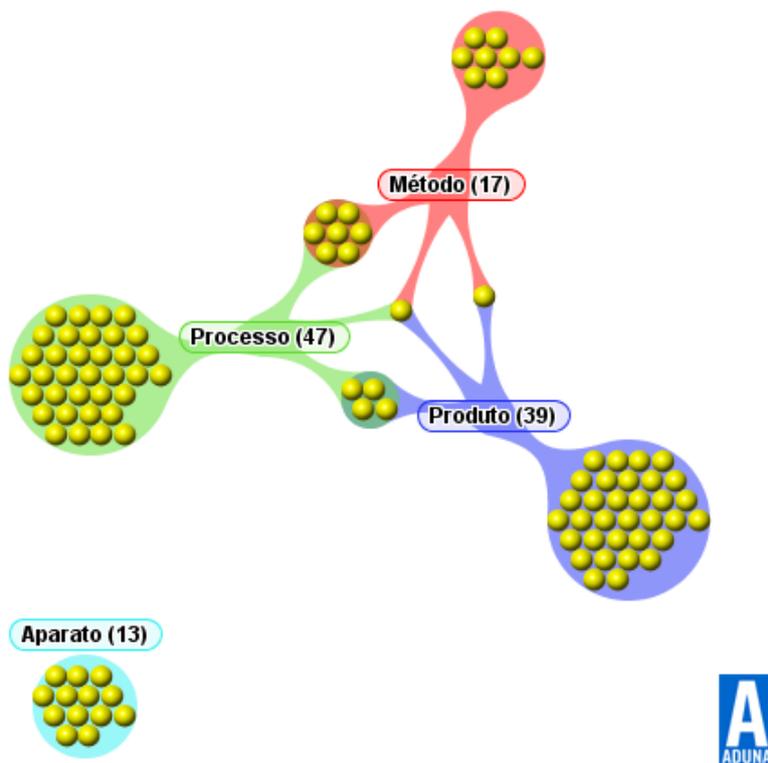


Figura 23 Inter-relacionamento entre os tipos de Apropriação. (cada bolinha em amarelo corresponde a uma patente).

Considerações finais

Nos últimos 25 anos o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil tem sido promissor, devido ao crescente empenho por parte das instituições públicas de ensino e pesquisa, como é o caso da RENORBIO no NE.

O avanço no desenvolvimento biotecnológico do NE tem propiciado maior competitividade dos grupos de pesquisa em editais nacionais aumentando significativamente a produção científica e tecnológica dos pesquisadores e consequentemente a geração de novas patentes possibilitando a consolidação gradativa de núcleos de excelência em biotecnologia na região, mediante a formação de recursos humanos em pesquisa e tecnologia, transformando os produtos da pesquisa

desenvolvidos pelos pesquisadores e alunos da RENORBIO em extensão tecnológica, através do mapeamento e avaliação de potenciais PIs (patentes, cultivares, softwares, marcas, desenhos industriais, etc.).

De fato em pouco mais de 5 anos, a RENORBIO mudou o cenário da região NE do Brasil no que tange a apropriação do desenvolvimento tecnológico em biotecnologia. Embora as mudanças ainda não possam ser percebidas à nível de alterações no IDH e PIB, já percebe-se uma mudança na cultura especialmente na academia que passa investir também em inovar.

Outro aspecto a ser destacado é a contribuição da Rede para a formação de novos doutores, que contribuirão para o desenvolvimento da biotecnologia no estado.

A criação de uma política interinstitucional de PI&TT para a RENORBIO proporcionará o fortalecimento das instituições, bem como benefícios e reconhecimento ao NE, direcionando de forma consensual o destino dos produtos gerados nessa região. Adicionalmente o desenvolvimento de uma política interinstitucional deve potencializar as ações de cada instituição para internalizar a Lei da Inovação, e estimular a avaliação e aprovação das minutas de Políticas que ora circulam internamente em diversas das instituições, assim como estimular a elaboração da minuta de política nas instituições que não a possuem ainda.

Esta é uma ação de estado que serve como exemplo de como pode ser resgatada uma vocação natural de uma região do país quando o financiamento e as políticas decidem atuar visando resultados a curto e médio prazo que homogeneízam a distribuição no país e resgatam dívidas sociais tecnológicas de décadas de pouco investimento.

Bibliografia Complementar

AMADEI, JOSÉ ROBERTO PLÁCIDO, TORKOMIAN, ANA LÚCIA VITALE, As patentes nas universidades: análise dos depósitos das universidades públicas paulistas, **Inf.**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 9-18, maio/ago. 2009.

BOCCHINO, L. O; OLIVEIRA, M. C. C; MAIA, M. S. PARMA, N. JELITA, R. R. V; MACHADO, R.F. e PENA, M.V. **Propriedade Intelectual – Conceitos e procedimentos.** Escola da AGU: Brasília, 2010.

Cartilha da PI - **Propriedade Intelectual: O quê? Quem? Por quê? Para quê?**, Salvador, BA: EDUFBA - Editora da UFBA, 2006, v.1. p.28, ISBN 978-85-60667-52-9.

- ERICKSON, B., SINGH, R., WINTERS, P. Synthetic Biology: Regulating Industry Uses of New Biotechnologies. **Science** v. 333, p. 1254-1256, 2011.
- NUNES, J. F. Rede Nordeste de Biotecnologia. **Revista CFMV** - Brasília/DF - Ano XII – v. 38, p. 9 -13, 2006.
- NUNES, JOSÉ FERREIRA, Rede Nordeste de Biotecnologia RENORBIO, **Revista CFMV** - Brasília/DF - Ano XII - Nº 38 Maio/Junho/Julho/Agosto de 2006.
- PACHECO, A. e GALVÃO, A. C.F. Importação de tecnologia, acesso às inovações e desenvolvimento regional: o quadro recente no Brasil. Artigo RECITEC - **Revista de Ciência e Tecnologia**, Recife, v.2, n.3, p.228-260, 1998.
- PIMENTEL, **Luiz Otávio. Direito Industrial – As Funções do Direito de Patentes.** Porto Alegre: Síntese, 1999, 108 p.
- QUINTELLA, C. M., **Editorial. Cadernos de Prospecção.** , v.1, p.3 - 3, 2008, ISSN 1983-1358, disponível em www.portaldainovacao.org, acessada em novembro de 2010.
- QUINTELLA, C. M., TEIXEIRA, L. S. G., KORN, M. G. A., COSTA NETO, P. R., TORRES, E. A., CASTRO, M. P., JESUS, C. A. C., Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova.** , v.32, p.793 - 808, 2009.
- QUINTELLA, C. M., TORRES, E. A., Capítulo 7 - Gestão e Comercialização de Tecnologia In: **Capacitação de Inovação Tecnológica para Empresários** ed. Aracaju, SE: Editora da UFS, 2011.
- SALLES-FILHO, S. et al. **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia.** Campinas: MCT/FINEP (2002).
- SANTOS, E. S. C., ANDRADE, P. **Panorama das empresas privadas de biotecnologia do Estado de Pernambuco.** Recife: SEBRAE (2009).
- Silveira, J. M., Dal Poz, M. E., Fonseca, M.G.D., Borges, C. I., Melo, F.M. **Evolução recente da biotecnologia no Brasil. Texto para Discussão**, n. 114. IE/UNICAMP (2004).
- TEIXEIRA, V. L. **Caracterização do Estado da Arte em Biotecnologia Marinha no Brasil.** Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília (2010).
- THEODORO JUNIOR, H. **O contrato e seus princípios.** São Paulo: AIDE, 1993.

CAPÍTULO 4 – Proposta de indicadores e modelo de avaliação integrado para programas de pós-graduação com foco em inovação ²⁴

Resumo

A noção de que a pesquisa acadêmica, a tecnologia e a inovação constituem-se fatores determinantes do desenvolvimento social e econômico de países e regiões é amplamente reconhecida. Assim, a mensuração de desempenho é fundamental para os programas de pós-graduação, cuja complexidade exige a coordenação e alinhamento de inúmeras partes para atingir os objetivos almejados. Especialmente nos programas cuja atuação é em rede, pois os desafios da avaliação de desempenho tendem a ser ainda maiores, considerando a multiplicidade de partes interessadas. No entanto, a definição e implantação de sistemas de mensuração de desempenho organizacional integrados, dinâmicos, acessíveis e claros ainda continuam sendo um desafio. No campo de ensino e pesquisa de pós-graduação, a atuação da CAPES, com seu sistema de avaliação externa dos programas, tem impulsionado o crescimento e a melhoria de qualidade. Entretanto, os programas ainda carecem de informações mais atualizadas e contextualizadas com a sua realidade, particularmente nos programas cujo foco é na inovação. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi propor indicadores e um modelo alternativo de avaliação para pós-graduação, que considera suas especificidades e seu novo papel na sociedade e permite o estabelecimento de metas que irão contribuir para a melhoria do processo de inovação. Um estudo de caso permitiu testar a adequação do modelo. O modelo proposto abrange desde a concepção até o ciclo operacional de um sistema de medição de desempenho baseado em indicadores, orientado tanto para a melhoria contínua quanto para realização de objetivos estratégicos.

Palavras-chave: Indicadores de desempenho, Pós-graduação, Avaliação.

Abstract

The notion that academic research, technology and innovation are determinant factors of economic and social development of regions and countries is widely accepted. Therefore, performance measurements are essential to evaluate post-graduate programs in which complexity requires the alignment and coordination of several parts to reach the objectives. Especially in programs whose performance is in network, because the challenges of performance appraisal tend to be even higher, considering the multiplicity of stakeholders. However, the definition and implementation of integrated, dynamic, accessible and clear organizational performance measurements remains a challenge. In the field of teaching and post-graduate research, the CAPES's system of performance

²⁴ Artigo a ser publicado no periódico **Evaluation and program planning (FI – 1,295)** ou na **Revista Brasileira de pós-graduação (B1)**.

evaluation has driven the growth and improvement of quality. However, post-graduate programs still require more updated and contextualized informations about the evaluation system in accordance with its reality, particularly in programs whose focus is on innovation. Therefore the goal of this work was to propose alternative indicators and an evaluation model for post-graduate, considering its specificities and its new role in the society. A case study allows us to test the adequacy of the model. The proposed model extends from conception to the operating cycle of a measurement system based on performance indicators, geared towards continuous improvement and for achieving strategic objectives.

Keywords: Post-graduate, indicators, fuzzy logic.

Introdução

No atual momento vivenciado pela sociedade, há um reconhecimento de que a ciência, tecnologia e inovação constituem-se fatores determinantes do desenvolvimento social e econômico de regiões e países (ROCHA; FERREIRA, 2004).

No Brasil, é no interior do Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) que ocorre a atividade de pesquisa científica e tecnológica (CAPES, 2005). Este dado tem sido corroborado por diversos estudos sobre inovação, que têm indicado, de modo sistemático, a importância do sistema de ensino superior, mais especificamente a pós-graduação, para a inovação tecnológica (CRISTINA & IGARASHI, 2013; MOREIRA & VELHO, 2008; SGUISSARDI, 2006).

Guimarães (2007) discute que a pesquisa se desenvolve na pós-graduação desde a década de 70. De acordo com o autor, o modelo institucional hegemônico no Brasil é baseado nas universidades, pois nelas estavam (e estão) os maiores talentos e, finalmente, porque o apoio financeiro à atividade de pesquisa ao longo desse período esteve atrelado firmemente à expansão do sistema de pós-graduação.

Contudo, percebe-se, nos últimos anos, uma mudança paulatina na missão outrora atribuída à pós-graduação. Nas discussões acadêmicas começam a repercutir as análises *neoschumpeterianas* e a disseminar a percepção quanto às limitações do modelo linear, passando a destacar o caráter sistêmico do processo de inovação. À medida em que se consolida a nova política de ciência, tecnologia e inovação exige-se que a pós-graduação vá além das fronteiras do próprio ensino superior, focando, de maneira mais intensa, as necessidades do País, transcendendo a missão original de formar recursos humanos qualificados.

Moreira & Velho (2008) discutem que estas mudanças estão pautadas no surgimento de novos paradigmas como: o papel social e cultural que desempenham a ciência e tecnologia; a transformação nas formas de produção do conhecimento e na concepção da dinâmica das relações entre a universidade, o governo e a indústria; o novo entendimento das relações entre pesquisa básica e aplicação prática; e a noção de que a prática e atitudes dos cientistas estão relacionadas com as de outros atores não científicos, que também participam do processo de produção de conhecimento.

Desse modo, timidamente, instrumentos visando incentivar as atividades de P&D empresarial e a articulação entre as instituições de ensino superior e o setor produtivo passam a ser adotados já no início da década de 1990.

Esta percepção tem motivado ações, por parte do poder público, no sentido de dinamizar os sistemas de inovação, promovendo, por exemplo, maior interação entre academia e a indústria.

Neste contexto, surgem programas de pós-graduação com uma missão mais ampla, buscando formar recursos humanos voltados para o avanço da pesquisa, mas sem esquecer-se do papel social do conhecimento acadêmico. Estes programas visam desenvolver uma pesquisa que possa ser convertida em produtos e processos e, com isso, contribuir para o desenvolvimento social. O objetivo é criar um ambiente institucional adequado para estimular e consolidar a inovação baseada em ciência (HOLLINGSWORTH, 2000) e a pré-condição é a existência de uma forte cultura de inovação e empreendedorismo acadêmico como base (SCHWARTZMAN, 2008).

Assim, embora as mudanças no modo de produção do conhecimento científico e tecnológico e em como se estabelecem as relações entre ciência e tecnologia tenham suscitado mudanças nas instituições que produzem conhecimento, o método de avaliação permanece pouco alterado desde 1977, período em que a CAPES iniciou o processo avaliação dos programas de pós-graduação *stricto sensu* no país (LEITE *et al.*, 2006).

De acordo com Igarashi, Paladini, & Igarashi (2013), apesar do processo de avaliação ser bem-estruturado e ter uma longa tradição de aplicação, existem muitas dificuldades na condução do processo de avaliação de cursos e programas de pós-graduação brasileiros. Alguns autores discutem que o método empregado não é capaz de considerar a diversidade e heterogeneidade dos programas (SIMÕES, 2004) o que é um problema no caso de programas com foco maior na produção tecnológica. Miranda e Almeida (2004) criticam a subjetividade do processo e observam que os critérios não estabelecidos são considerados sem serem explicitados. Hortale (2003) também assinala a subjetividade, destacando a falta de informação sobre como os indicadores de qualidade analisados nas diferentes dimensões geram um resultado expresso por um único valor no final do processo.

A despeito de o processo de avaliação atualmente utilizado pela CAPES ser um tema controverso, todos concordam sobre a importância da realização da avaliação como um mecanismo estratégico para as nações que apostam no domínio tecnológico como meio de ampliar suas reservas econômicas e obter acesso a bens e serviços.

Dessa forma, o desempenho cognitivo passa a ser fator de competitividade para organizações e países, que, ao valorizarem o conhecimento, confere cada vez mais importância à avaliação da educação superior (MACCARI *et al.*, 2009).

Arelada à necessidade de compreender melhor o processo de avaliação, existe ainda a demanda por um modelo de avaliação que auxilie os programas de pós-graduação no gerenciamento de seus conhecimentos e práticas adequadas aos novos modos de produção científica e tecnológica.

Debates sobre a emergência de novas formas de produção do conhecimento e de mudança de paradigmas no campo da Ciência e Tecnologia (C&T) impulsionaram a realização desta pesquisa, com o propósito de refletir sobre os novos desafios na produção científica e tecnológica, bem como na formação de recursos humanos para atuar em atividades de C&T. O objeto de interesse deste trabalho é o Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG), com foco no modelo de avaliação que este utiliza para assegurar a qualidade dos cursos, o conhecimento e a inovação produzidos, e os principais desafios deste sistema no atual contexto político, econômico e social, diferente daquele em que a pós-graduação foi organizada no Brasil, há mais de quatro décadas.

Diante deste cenário, teve-se por objetivo propor indicadores e um modelo que poderá apoiar a avaliação da Pós-Graduação em Biotecnologia, considerando suas especificidades e seu novo papel na sociedade.

Modelos de inovação tecnológica

O processo de inovação, talvez mais do que qualquer outra atividade econômica, depende do conhecimento (FELDMAN, 1994). Transformações ocorridas, nas últimas cinco décadas, na concepção de como se dá a produção de conhecimento científico e tecnológico, assim como se relacionam a ciência e tecnologia, têm levado a mudanças de paradigmas na concepção de C&T em um grande número de países, conforme relatam Moreira & Velho (2008).

Estas mudanças podem ser refletidas nos modelos de inovação tecnológica que permitem representar a realidade do ambiente inovativo por meio do nível de interação, colaboração e difusão entre os diferentes atores, com finalidade de realizar o desenvolvimento e transferir o conhecimento (ALMEIDA, 2010).

A utilização de modelos de inovação para a análise da C&T remonta, segundo Velloso & Conde (2003), ao período de institucionalização da ciência no pós-guerra. Com o passar dos anos, os modelos foram alterados com o objetivo de conseguir captar as dinâmicas do mercado e as complexas relações da empresa. A evolução destes modelos é demarcada pela transposição de uma sequência de modelos, desde lineares, chegando a modelos complexos interativos.

O modelo linear de inovação teve início a partir da publicação do Relatório *Science, the Endless Frontier*, elaborado por Vannevar Bush, em 1945, e estabeleceu um novo paradigma de política científica e tecnológica que, ao final da década de 1950, foi adotado pela maioria dos países industrializados, e, ao mesmo tempo, difundiu uma concepção da dinâmica da inovação, que ficou conhecida como “modelo linear de inovação” (VELLOSO; CONDE, 2003).

O modelo linear postula que a inovação começa com a pesquisa básica, em seguida, adiciona a pesquisa aplicada e desenvolvimento, e termina com a produção e difusão (GODIN, 2006). Ele assume que a pesquisa é meramente a entrada inicial para a inovação. Não há retroalimentação entre a pesquisa e outras partes do processo e que os volumes específicos de investigação de alta qualidade resultam automaticamente em volumes de produção inovação correspondente (VICO, 2013).

As abordagens lineares da inovação se inspiram em duas áreas de teorização sobre o crescimento e desenvolvimento: as teorias clássicas, que tratam a inovação de modo mecanicista a partir de variáveis endógenas às empresas e como produto de seus processos internos; e as teorias neoclássicas, que tentam incorporar as forças externas e atribuir a mudança técnica a fatores externos. Em ambos os casos, os investimentos em capital físico e humano são determinantes centrais do desenvolvimento tecnológico, e a inovação resulta de uma série sucessiva de etapas em um *continuum* linear (VELLOSO; CONDE, 2003).

A visão obtida a partir deste modelo, do relacionamento entre a ciência fundamental e a inovação tecnológica, criou a imagem que veio a representar a versão dinâmica da visão pós-guerra, com a pesquisa básica levando à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento, e em seguida à produção ou a operações, segundo a inovação seja de produto ou processo. Aumentar o capital científico e fortalecer os centros de investigação básica, principalmente as faculdades, universidades e institutos de investigação que fornecem o ambiente propício para a criação de novos conhecimentos científicos, foram recomendações feitas por Bush (MOREIRA; VELHO, 2008a).

Rothwell (1992) analisou historicamente os modelos de inovação e subdividiu o modelo linear em duas gerações, sendo a primeira geração com predominância da inovação empurrada pela tecnologia e a segunda geração com a inovação puxada pelo mercado. Em ambos os casos, os investimentos em capital físico e humano são considerados determinantes centrais do desenvolvimento tecnológico e da inovação (VELLOSO; CONDE, 2003). O modelo linear, porém, ao qual Rothwell (1992) refere-se como market-pull ou need-pull, seria substituído, na década de 1970, por visões que tenderiam a ver os modelos unidirecionais como limitados.

Kline e Rosenberg (1986) propõem, então, uma alternativa ao modelo linear que denominam “modelo do elo de cadeia” (*chain-linked model*), em que admitem que a inovação resulta da interação entre as oportunidades de mercado e a base de conhecimentos e capacitações do segmento produtivo (CAVALCANTE, 2009).

O modelo dos elos da cadeia tem como função considerar as aplicações e as respectivas consequências para transferir a difusão do conhecimento no ambiente inovativo entre diferentes processos produtivos (ALMEIDA, 2010). Desse modo, ele acrescenta ao modelo linear *loops* de retorno entre as fases. De acordo com Rosenberg (1982), o

objetivo é interligar todos os elos existentes de uma cadeia de conhecimento, criando novos conhecimentos por meio de pesquisas que, em seguida, gerarão processos inovativos que podem ser desenvolvidos de maneira aprofundada. Este modelo foi importante porque reconheceu a natureza multidisciplinar do processo de inovação.

Dessa forma, modelos de caráter mais interativo, nos quais tanto a oferta quanto a demanda tecnológica são consideradas, passaram a ser empregados. Rothwell (1992, p. 222) registra o *coupling model* e o modelo integrado, que supera a visão sequencial do processo de inovação e passa a entendê-lo como paralelo. O modelo do ciclo de inovação tem como objetivo desenvolver inovações por meio de redes com outras empresas, instituições de ensino, centros de pesquisas, fundações governamentais. A aproximação deste modelo contempla a interação dos vários elementos do processo de inovação. É concebido pelos feedbacks dos produtos, os quais definem o mercado potencial por meio do processo de melhoria contínua (PADMORE; SCHUETZE; GIBSON, 1998). Esse modelo interliga todas as atividades das empresas, organizadas de acordo com o processo de desenvolvimento do produto. As atividades inovativas dependem dos fluxos de conhecimentos entre as unidades da firma e os sistemas de inovação.

Junto a estas mudanças, também ocorreram transformações nas formas de organização das atividades científicas e tecnológicas, nas instituições que produzem conhecimento. A intensificação das interações entre universidades e empresas, a partir dos anos 1980, se por um lado vem se refletindo na criação de diversos novos mecanismos institucionais de transmissão de tecnologia e de conhecimento, por outro sinaliza um processo caracterizado por fluxos bilaterais de conhecimentos e técnicas (MEYER-KRAMER e SCHMOCH, 1998). A estas mudanças acrescenta-se a presença de institucionalidades e de uma forte articulação com a infraestrutura de ciência e tecnologia nacional (PAVITT, 1998), de modo que o entendimento deste processo não pode ser dar dissociado do desenvolvimento e consolidação do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

O novo papel da informação e do conhecimento nas economias e no processo produtivo tem levado a um reposicionamento do papel desempenhado pelas universidades, as quais são responsáveis não apenas pelo treinamento, como também passaram a fornecer conhecimento crucial para a evolução de alguns setores industriais. O aumento da

contribuição do conhecimento científico ao processo tecnológico remete a um importante papel desempenhado pelas universidades, na medida em estas que permanecem como fonte primordial de geração deste conhecimento.

O novo papel da universidade na sociedade do conhecimento

O papel crucial que o conhecimento tem desempenhado no desenvolvimento econômico e social, nas últimas décadas, poder ser resumido na expressão “economia baseada no conhecimento”, cunhada para descrever a crescente interdependência do conhecimento, da informação e da tecnologia, observada na maioria dos países de economias avançadas (OECD, 2005).

A importância conferida ao conhecimento tem contribuído para o aumento nos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I), educação, treinamento e outros ativos intangíveis, que cresceram nas últimas décadas e na maioria dos países, mais rapidamente do que os investimentos físicos (OECD, 1997).

No Brasil, as repercussões da valorização do conhecimento se fizeram mais fortemente presentes ao final da década de 1990, quando se intensificaram os esforços voltados para a reestruturação do complexo científico-tecnológico visando à superação da dissociação histórica entre ciência e tecnologia, em direção à promoção da inovação (VELLOSO; CONDE, 2003).

Uma das repercussões das sociedades baseadas no conhecimento é observada nas empresas e no mercado de trabalho, que passa a ser mais exigente quanto ao nível de conhecimento dos profissionais. Consequentemente, a sociedade passa a exigir mais das universidades, tanto em termos de contribuição para o processo de desenvolvimento econômico e social, quanto no que se refere à formação de pessoal (AUDY; MOROSINI, 2009). Emerge, como uma resposta a estas novas demandas da sociedade, o conceito de Universidade Empreendedora.

Etzkowitz (2003) define a Universidade Empreendedora, ou Universidade Inovadora, termo que alguns autores têm preferido adotar, evitando as conotações negativas que muitos acadêmicos associam ao empreendedorismo (Clark, 2003), como uma instituição capaz de gerar uma direção estratégica a seguir, formular objetivos acadêmicos claros e

transformar o conhecimento produzido em valor econômico e social. Etzkowitz considera a universidade um ambiente adequado para a inovação, já que nela estão concentrados o conhecimento e o capital intelectual, representado, principalmente, pelos alunos, fonte empreendedora em potencial.

Esta visão é corroborada por Meyer, Sinlaine & Utecht (2003), que atribuem à universidade não apenas o papel de divulgação, produção de conhecimento e inovação industrial, mas um novo modelo como elemento-chave do sistema de inovação, pois é um possível fornecedor de capital humano e de novas empresas.

Para Clark (2003), a Universidade Empreendedora se apresenta, portanto, como uma instituição ativa, que realiza mudanças na sua estrutura e na forma como reage às demandas internas e externas.

Para cumprir este novo papel, a natureza da produção do conhecimento na universidade precisa ir além das sua primeira e segunda missão (ensino e pesquisa) para se moldar a uma terceira missão, na qual a pesquisa precisa ser traduzida em inovação, contribuindo para o desenvolvimento econômico (VILLASANA, 2011). Estas transformações têm ocorrido como reflexo da mudança do paradigma linear para outro mais interativo, que teve início na década de 80 e que possibilitou uma nova maneira de perceber as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade nos países industrializados (MOREIRA; VELHO, 2008a).

Essa forma de perceber a universidade e o seu papel está de acordo com o que Gibbons *et al* (1996) definiram como modo II de produção de conhecimento científico e tecnológico. Ao contrário do modo I, que é caracterizado como um modo de produção do conhecimento mais acadêmico, impulsionado pelo pesquisador e baseado em disciplinas, o modo II é apresentado pelos autores como sendo mais contextualizado, focado em problemas e com caráter interdisciplinar.

Moreira & Velho (2008) destacam que, no modo I, há um desinteresse do cientista em relação aos eventuais ganhos materiais derivados da aplicação dos seus conhecimentos – o prestígio e os prêmios acadêmicos são as únicas gratificações legítimas a que o pesquisador deve aspirar. Neste modo, as instituições de pesquisa são autônomas, as recompensas acadêmicas estão associadas às publicações na literatura aberta e a

produção de conhecimento segue um padrão linear, da ciência básica à aplicada, e depois ao desenvolvimento e à produção.

Ainda de acordo com Moreira & Velho (2008), no modo II, são rompidas as barreiras entre as disciplinas acadêmicas tradicionais, pesquisa básica e aplicada, o mundo da academia e o mundo empresarial e dos interesses públicos, o conhecimento de domínio público e o conhecimento apropriado. Há, portanto, um contraste com o antigo modo I em que a pesquisa se organiza em disciplinas estanques e se desenvolve pela curiosidade intelectual dos pesquisadores. No modo II, as instituições de pesquisa são intimamente associadas ou vinculadas aos usuários – empresas, agências de governo, fornecedores de serviços, consumidores, sociedade em geral - os incentivos se baseiam nos produtos práticos, reais ou esperados, os resultados da pesquisa são apropriados por grupos sociais não acadêmicos e a sequência de produção linear é rompida, sendo o conhecimento desenvolvido no contexto das aplicações.

Longe de ser consenso, o conceito de universidade empreendedora é contraposto por diversos autores, a exemplo de Cruz (2003), para o qual a missão singular da universidade na sociedade seria a formação de pessoal qualificado, enquanto que a produção e a geração direta de riqueza seriam atribuições primordiais da empresa.

Mesmo considerando a missão inicial da universidade, parece haver um hiato entre a formação de recursos humanos, o que seria a função primordial da universidade, e o que as empresas necessitam, pois o que se observa é que os pesquisadores não encontram espaço nas empresas, e sim na própria universidade, onde permanecem dando continuidade às suas pesquisas (MOURA, 2009).

Divergências à parte percebe-se, como resposta ao novo papel atribuído às universidades, um maior estímulo por parte do governo na busca de estabelecer políticas e diretrizes para auxiliar a academia nesse processo, a exemplo da promulgação da chamada Lei de Inovação. As questões sobre propriedade intelectual e transferência de tecnologias passaram a ocupar as pautas das discussões dos responsáveis pelas políticas das universidades, sobretudo nas universidades públicas (AMADEI, PLÁCIDO & TORKOMIAN, 1999), onde a criação dos núcleos de inovação tecnológica passou a auxiliar o professor-pesquisador-inventor nas questões referentes à inovação.

Entretanto, no que se refere aos princípios que norteiam a pós-graduação no Brasil, ainda se percebe a manutenção de traços típicos da concepção linear, no qual os critérios de reconhecimento ainda estão alicerçados na qualidade acadêmica dos cursos e cujas recompensas estão associadas a indicadores, como aumento no número de publicações.

De acordo com Moreira e Velho (2008), a Capes, agência responsável pela coordenação e avaliação dos cursos de Pós-Graduação no Brasil, ainda utiliza critérios de avaliação que levam ao aumento na disputa dos cursos por mais recursos, associada à obtenção dos melhores conceitos. Isso obriga os membros da comunidade científica a demonstrar cada vez mais produtividade, representada pelo número de publicações. Não há dúvidas sobre o valor social da pesquisa. Entretanto, há também consenso em torno da necessidade de que os investimentos feitos na pesquisa gerem retorno para a sociedade, conforme discutem Nightingale & Scott (2007).

Velho e Moreira (2008) destacam que os cursos de pós-graduação no Brasil têm enfrentado um grande desafio: por um lado, precisam conduzir as atividades de formação de recursos humanos de forma interdisciplinar, considerando o papel social da ciência, e por outro, continuam a ser avaliados de modo disciplinar, através de critérios e de valores que consideram o conhecimento produzido de acordo com o modo I.

Igarashi, Paladini e Igarashi (2001) discutem que, embora o método de avaliação realizado pela Capes seja reconhecido no contexto nacional e internacional, precisa ser melhorado, visto que não considera, além do que já exposto, aspectos importantes como a diversidade, heterogeneidade e as especificidades dos programas.

Miranda e Almeida (2004) criticam a subjetividade do processo e observam que os critérios não estabelecidos são considerados sem serem explícitos. Hortale (2003) afirma que o método de avaliação é subjetivo, devido à falta de informação sobre a maneira como os indicadores de qualidade, analisados em diferentes dimensões, geram um resultado expresso por um único valor no final do processo. Além disso, aspectos relacionados à satisfação do aluno não são considerados.

Neste contexto, faz-se necessário a inclusão de indicadores de avaliação nos programas de pós-graduação que considerem a importância da produção do conhecimento no contexto das aplicações e não somente do ponto de vista acadêmico.

Diante do exposto, é premente a adequação ou desenvolvimento de novos modelos de avaliação para os programas de pós-graduação desenhados para atender às novas demandas da sociedade, modelos delineados para operar no modo II de produção do conhecimento e que auxiliem os programas a gerenciar seus conhecimentos e práticas.

Proposta de avaliação para um novo modelo de pós-graduação

O Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia) objetiva formar competências para atender aos desafios da pesquisa e do ensino na área de Biotecnologia, visando promover, desenvolver e aprimorar a inovação nos Estados do Nordeste, Espírito Santo e demais regiões do Brasil e do exterior (LIMA, 2012).

Com o foco na área de biotecnologia, caracterizada pela aplicação do conhecimento em produtos e processos, o programa se propõe a desenvolver habilidades profissionais, incentivar a pesquisa de colaboração na área de Biotecnologia, a sustentação, a prática de multi, trans e interdisciplinaridade, a produção, aplicação e transferência dos conhecimentos gerados, permitindo, desta maneira, o aumento dos impactos sociais, econômicos, tecnológicos e políticos nas diferentes regiões dos Estados do Nordeste e do Espírito Santo (LIMA, 2012).

Sendo assim, o programa da RENORBIO coaduna com aspectos do modo II de produção do conhecimento, no qual as instituições de pesquisa buscam relacionar-se ou vincular-se aos usuários – empresas, agências de governo, fornecedores de serviços, consumidores, sociedade em geral – os incentivos se baseiam nos produtos práticos, reais ou esperados, os resultados da pesquisa podem ser apropriados por grupos sociais não acadêmicos e a sequência de produção linear é rompida, sendo o conhecimento desenvolvido no contexto das aplicações.

Diante da incorporação de novas missões e da importância da pós-graduação no contexto dos sistemas de inovação, surge a questão: como avaliar a qualidade e a relevância dos cursos de pós-graduação, do recurso humano formado e do conhecimento produzido durante esse processo de formação? Esta é a questão central desse trabalho, cujo argumento é de que as políticas de gestão da pós-graduação não devem se basear

em critérios meramente acadêmicos para avaliação dos cursos e do conhecimento produzido, mas deve incorporar o contexto da aplicação prática deste conhecimento, de modo a incentivar tanto a formação de recursos humanos, aptos para atuar em diversos ambientes (que não apenas o acadêmico), quanto a produção de conhecimento socialmente relevante. Ademais, deve-se pensar em um modelo que sirva de elemento motivador, com metas claramente estabelecidas.

Para Murasse (2011), os programas de pós-graduação podem ser considerados como unidades de negócio com similaridades e especificidades entre si e relativa autonomia quanto à estratégia, assemelhando-se conceitualmente a organizações. Sendo assim, precisam adotar estratégias de avaliação que garantam resultados com o melhor uso dos recursos.

O processo de avaliação é bem-estruturado e tem uma longa tradição de aplicação nas organizações, a exemplo das instituições de ensino superior. É através da avaliação que são geradas informações que possibilitam melhorar a qualidade das instituições, cursos, professores, estudantes e a sociedade como um todo (REBOLLOSO, RAMÍREZ, CANTON, 2005; ANDRICH, 2002). Como resultados do processo de avaliação, são gerados elementos que, ao serem observados, suscitam ações dirigidas à melhoria do desempenho e da gestão do conhecimento (GALABAWA, OBELEAGU, MIYAZAWA, 2002).

Uma das formas de se realizar avaliações é por meio da construção de indicadores. Hall e Jaffe (2012) definem indicador como um conjunto de fatos ou observações capaz de informar algo significativo sobre um fenômeno de interesse. Cuenin define indicador como um valor numérico usado para algo que seja difícil de quantificar (apud CAVE et. al, 1997, p. 21), não se limitando, entretanto a representar aspectos quantitativos.

Butzke (2000) relata que os indicadores são formados no intuito de exercer as funções de simplificação, quantificação, análise e comunicação. Portanto, os indicadores permitem compreender fenômenos complexos, quantificando-os, para que possam ser analisados em um determinado contexto e assimilados pelos vários níveis sociais.

As atividades voltadas para a ciência e tecnologia, por exemplo, apresentam dimensões que podem ser medidas por meio dos indicadores, dos quais se esperam obter informações relevantes, não dedutíveis de forma trivial (HOLBROOK, 1992).

Do ponto de vista internacional, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) possui várias publicações sobre indicadores e os considera como séries de dados, definidos para responder perguntas sobre determinado fenômeno ou sistema específico. Igualmente a International Organization for Standardization (ISO), que avalia a qualidade de determinados processos e de ações de empresas, estabelece que indicadores são expressões numéricas, simbólicas ou verbais, empregadas para caracterizar atividades ou eventos, em termos quantitativos e qualitativos, com o objetivo de determinar seu valor (MINAYO, 2009a).

As pesquisas voltadas ao desenvolvimento de indicadores quantitativos em ciência, tecnologia e inovação vêm se fortalecendo no país na última década, com o reconhecimento da necessidade, por parte dos governos federal e estadual e da comunidade científica nacional, de dispor de instrumentos para definição de diretrizes, alocação de investimentos e recursos, formulação de programas e avaliação de atividades relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico no país (MUGNAINI *et al.*, 2004).

Esta situação também se aplica, quando o foco são as universidades e instituições de ensino e tecnologia, visto que são de grande relevância para o sistema de inovação. Em função disso, a construção de indicadores e a pesquisa de métodos de avaliação é de grande relevância.

Igarashi, Paladini e Igarashi (2013), empregando os indicadores utilizados pela CAPES, propuseram um método de avaliação para cursos pós-graduação *stricto sensu* como uma alternativa ao modelo adotado pela CAPES denominado MAPA, o qual incorpora a lógica *fuzzy* na visualização dos resultados, visando minimizar as limitações identificadas na abordagem realizada pela CAPES. De acordo com os autores, a partir da aplicação do método em três programas de pós-graduação do Brasil, foram possíveis: melhor compreensão dos procedimentos utilizados para a avaliação; a identificação de elementos que necessitam regulamentação; a caracterização dos indicadores que geram avaliação local; o apoio em planejamento de médio e longo prazo.

Outra abordagem de avaliação para a universidade foi proposta por Lopes e Lanzer (2002). Estes autores propuseram conjuntos de indicadores para ensino, pesquisa e serviços visando a avaliar departamentos de uma universidade. A partir daí, utilizaram o método de análise envoltória de dados (DEA) e a lógica de Fuzzy para avaliar a

produtividade e qualidade de departamentos acadêmicos de uma Universidade. Os resultados de DEA nas dimensões de ensino, pesquisa, extensão e qualidade foram modelados como números difusos e então agregados através de um agregador ponderado. Um único índice de desempenho para cada departamento foi gerado a partir da modelagem com números difusos. Com o método, foi possível identificar departamentos com fraco desempenho em uma ou mais dimensões avaliadas.

Metodologia

Nesta seção, serão apresentados os indicadores propostos para avaliação do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, bem como uma introdução da teoria difusa e a descrição do modelo de avaliação empregado.

O programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da RENORBIO (PPGB – RENORBIO) foi iniciado em 2006 e, atualmente, compreende 34 ICT²⁵s pertencentes a nove estados do Nordeste e 2 ICTs do Espírito Santo. O Programa incentiva a pesquisa em quatro áreas de concentração, com suas respectivas linhas de pesquisa, onde a Biotecnologia oferece suas mais importantes aplicações: saúde (desenvolvimento de agentes profiláticos, terapêuticos e testes diagnósticos), agropecuária (genética e transgênese; sanidade, conservação e multiplicação de germoplasma), recursos naturais (bioprospecção, biodiversidade e conservação purificação, caracterização e produção de insumos biotecnológicos em sistemas heterólogos) e biotecnologia industrial (bioprocessos).

Seu caráter aplicado, multi e interdisciplinar, multicampi o diferencia dos programas de pós-graduações acadêmicos. Assim, a mensuração de desempenho deste programa é de fundamental importância frente a sua complexidade, que exige a coordenação e alinhamento de inúmeros atores com vistas a atingir os objetivos almejados, fato que motivou o desenvolvimento do presente trabalho.

No Brasil, o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão propõe um modelo de mensuração de desempenho para as organizações públicas, o qual considera aspectos relativos a esforços e resultados (MURASSE, 2011). Das categorias de indicadores de

²⁵ ICT – Instituto de Ciência e Tecnologia.

desempenho propostas por este modelo, três foram selecionadas para o presente trabalho: efetividade, eficácia e eficiência.

Diante das diversas definições para as categorias de desempenho existentes na literatura, algumas inclusive contraditórias entre si, faz-se necessário destacar que os conceitos adotados, neste artigo, foram os propostos pelo Guia referencial para medição de desempenho e manual para construção de indicadores publicado pelo Ministério do Planejamento em 2009 (MOP, 2009). Estas mesmas definições também foram adotadas por outros autores como Sano e Filho (2013), Murasse (2011) e Minayo (2009).

Sendo assim, considerou-se como efetividade a mensuração dos impactos na sociedade dos produtos/serviços gerados pela instituição, já eficácia foi considerada como a quantidade e qualidade de produtos e serviços entregues aos usuários e a eficiência relação entre insumos utilizados e produtos gerados.

Para cada uma destas categorias foram propostos indicadores para a PPG - RENORBIO, conforme segue: i) efetividade – produtos licenciados e inserção do egresso na indústria; ii) eficácia – número de discentes matriculados, número de teses defendidas, número de artigos qualis A, número de artigos qualis B, número de patentes com discentes, número de patentes com discentes e indústria; iii) eficiência - eficiência no uso do recurso, percentual de docentes envolvidos nas patentes depositadas, relação número de discentes/docentes, relação de número de artigos Qualis A por discentes, relação de número de artigos Qualis B por discentes, eficiência de defesa, número de patentes/discentes, número de patentes com a indústria por discentes (Figura 24).

A partir da proposição das categorias de indicadores de desempenho foram obtidos dados quantitativos que subsidiaram o cálculo dos indicadores. Os dados utilizados foram obtidos de relatórios gerados pela secretaria da RENORBIO e complementados com os dados disponibilizados pela CAPES por meio dos cadernos de indicadores (<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/CadernoAvaliacaoServlet>). Os cadernos de indicadores são relatórios em meio digital que trazem dados quantitativos e descritivos reportados anualmente por cada programa de pós- graduação. Estes relatórios servem de base para a de avaliação de desempenho trienal pela CAPES. Cabe destacar que os cadernos de indicadores não contêm indicadores propriamente ditos, mas representam fontes importantes de dados para elaboração de indicadores (MURASSE, 2011).

Foi contemplado um horizonte temporal de cinco anos (2007-2011), período no qual havia disponibilidade integral de informações para todos os indicadores.

Uma vez definidos e obtidos dados para os indicadores de desempenho, estes foram utilizados na construção de um modelo de avaliação através da lógica difusa (ZADEH, 1965), o que possibilitou integração das categorias de indicadores e construção de um índice de qualidade.

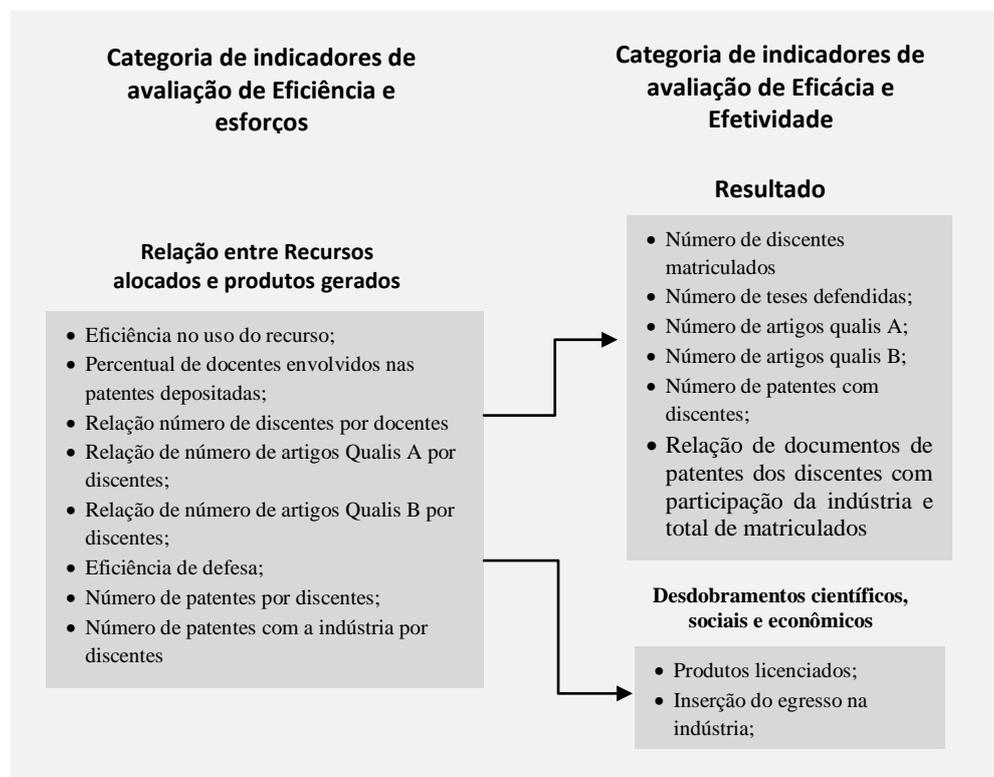


Figura 24 Categorias de Indicadores propostos para avaliação de esforços e resultados para o programa de pós-graduação em biotecnologia. Adaptado de Mugnaini *et al.* (2004).

Modelo de avaliação proposto com base na lógica difusa

A teoria dos conjuntos difusos fornece um método não probabilístico para caracterizar a incerteza. Teoria dos conjuntos difusos é um método que não requer o conhecimento das propriedades estatísticas de parâmetros, tais como a sua média, variância ou correlações para propagar sua incerteza, o que o torna ideal para lidar com a incerteza que possa surgir devido à imprecisão no conhecimento ou dados incompletos (SMITHSON e VERKUILEN, 2006).

É uma ferramenta importante para modelar a dinâmica sistemas, onde é frequentemente necessário combinar informações subjetivas obtidas a partir de um especialista com observações objetivas e medições (BOCK e SALSKI, 1998). Outra vantagem da utilização da lógica difusa é que a mesma pode ser empregada nas situações em que as variáveis apresentam escalas diferentes.

No modelo proposto a teoria dos conjuntos difusos considerou uma abordagem hierárquica com dois níveis (LEE *et al.*, 2003). No primeiro nível foram utilizados os valores absolutos dos indicadores e, a partir do sistema de inferência difusa (SID), gerados resultados numéricos para cada categoria de indicador de desempenho (efetividade, eficácia e eficiência).

O segundo nível hierárquico utilizou os resultados gerados pelo sistema de inferência difusa (SID) das três categorias e, a partir de um novo sistema de inferência difusa, gerou o índice de qualidade (Figura 25). A concepção do modelo foi realizada no Simulink[®] v 8.1 (THE MATHWORKS INC., 2013a).

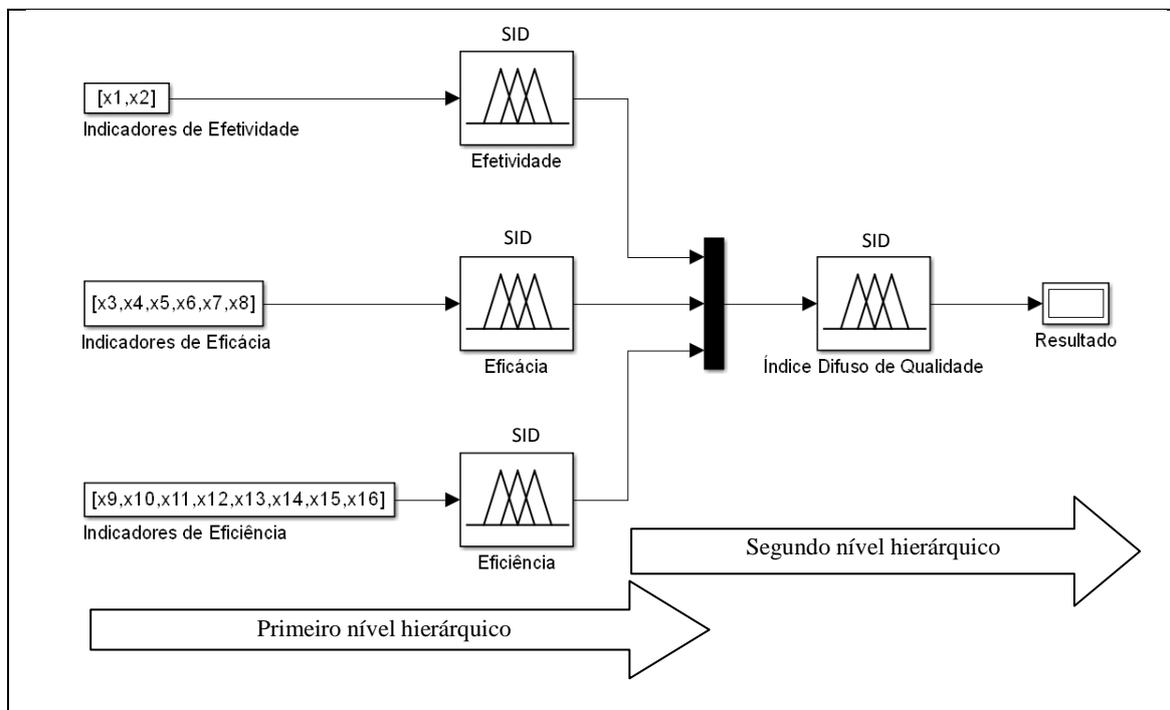


Figura 25. Representação esquemática do modelo proposto no qual foi utilizada a lógica difusa. Autoria própria.

Dentro do sistema de inferência difusa (SID), para cada indicador (variável linguística), foram definidos cinco conjuntos difusos (muito bom, bom, regular, fraco e deficiente), possibilitando que os valores absolutos dos indicadores fossem convertidos em conceitos. Os conjuntos difusos são apropriados para representar noções vagas, freqüentemente encontradas no mundo real (BARBALHO, 2001). Esta etapa na lógica difusa é chamada de fuzzificação e foi realizada no pacote *Fuzzy logic Toolbox* do MATLAB® (THE MATHWORKS INC., 2013b).

Neste mesmo pacote, foram definidas funções de pertinência que representam, numericamente, o grau de certeza com que um elemento pertence a um conjunto. Para representação da função de pertinência, optou-se pela função do tipo trapezoidal, comumente utilizada em função da sua facilidade de representação (BARBALHO, 2001).

A etapa seguinte consistiu no estabelecimento de regras que controlaram a interação entre os conjuntos difusos e na execução das operações entre os mesmos. Sendo assim, quando a regra demandou, entre os conjuntos, a operação de união (OU), o resultado foi o máximo de pertencimento e, nas situações onde a demanda foi de interseção (E), o resultado foi o mínimo de pertencimento. No resultado obtido após a aplicação das regras para os conjuntos difusos, utilizou-se a agregação a partir do critério de máximo.

A obtenção do resultado final se deu por meio do processo de defuzzificação, no qual o resultado da agregação é sobreposto às curvas de defuzzificação e calculado a partir do método do centróide, de acordo com a fórmula abaixo.

$$Cog = \frac{\sum x\mu_A(x)}{\sum \mu_A(x)}$$

Onde:

Cog –

x – Valor absoluto da variável

$\mu_A(x)$ – Grau de pertencimento do valor x na função de defuzzificação

Depois de concebido o modelo, o mesmo foi executado considerando os resultados dos indicadores para o período de 2007-2011. A simulação foi realizada no Simulink® v 8.1 do MATLAB® (THE MATHWORKS INC., 2013a).

Resultados e discussão

Os indicadores propostos e os resultados obtidos ao longo dos anos podem ser visualizados na tabela 2, e uma discussão sobre a proposição dos indicadores não usuais em avaliação é apresentada em seguida.

Para poder eleger indicadores, é preciso ter uma concepção precisa das organizações e sistemas que queremos gerenciar ou transformar (MINAYO, 2009b). Assim, para o PPGB - RENORBIO, a proposição dos indicadores considerou como base a missão do programa. Sendo assim, os indicadores foram propostos com objetivo de contemplar sua característica híbrida, cuja missão vai além da inicialmente proposta e tradicionalmente adotada pelos programas de pós-graduação – formação de recursos humanos qualificados e produção de pesquisa – perpassando pela produção, aplicação ou transferência, para a sociedade, do conhecimento gerado na área de biotecnologia.

Entende-se que, dessa forma, a RENORBIO poderá atuar como indutor da relação universidade-empresa, dinamizando a pesquisa e inovação na região Nordeste e gerando desenvolvimento.

A abordagem de agrupamento dos indicadores em eficiência, eficácia e efetividade está fundamentada na literatura na qual autores, como Sano & Filho (2013) e Antico & Jannuzzi (2006), afirmam que a avaliação de uma instituição requer indicadores que possam dimensionar o grau de cumprimento dos objetivos dos mesmos (eficácia), o nível de utilização de recursos frente aos custos em disponibilizá-los (eficiência) e o impacto (efetividade) social. O modelo atualmente empregado na avaliação dos programas de pós-graduação do Brasil não traz esta abordagem.

A eficiência diz respeito à boa utilização de recursos financeiros, materiais e humanos em relação às atividades e resultados alcançados (SANO; FILHO, 2013). Sendo assim, os indicadores propostos para o programa visam relacionar o recurso envolvido com o resultado obtido, o que difere do método atualmente empregado pela CAPES, no qual a

produção não é ponderada pelo volume de recurso (financeiro e humano) disponível no programa. Isso gera uma distorção entre o que de fato é uma maior eficiência ou apenas o crescimento do programa em termos quantitativos. A abordagem atual tende a favorecer, por exemplo, programas grandes e antigos, pois terão um grande número alunos.

Aqui cabe uma reflexão do que se espera como resultado em um programa de pós-graduação em biotecnologia, visto que se entende que este deva ir além da formação de recursos humanos, considerando a missão estabelecida pelo próprio programa. Contudo, este tópico é um assunto controverso quando se discute avaliação de pós-graduação, pois o método atualmente empregado avalia do mesmo modo programas com diferentes missões.

Oliveira & Almeida, (2011) discutem as contradições e limitações no processo de avaliação da CAPES, a partir da ótica dos programas interdisciplinares. Mesmo se constituindo em um importante avanço para os cursos e programas multi e interdisciplinares, no que tange à avaliação, estes programas se encontram subordinados a indicadores que têm na sua gênese a disciplinaridade e constroem, dessa forma, um padrão de qualidade também nela pautado. O que reforça a necessidade de construção de um processo que considere as diversidades dos programas.

Considerando o recurso financeiro, é importante avaliar quanto de produto foi gerado a partir da verba investida no programa. Assim é possível estabelecer estratégias que visem uma maior produtividade com o mínimo de recurso investido. Para a construção deste indicador, foi considerada a verba destinada pelo PROAP²⁶, contudo outras fontes de recursos, inclusive às obtidas no contexto do programa pelos docentes poderiam ser consideradas.

No que se refere ao uso dos recursos humanos *versus* produtos, quase a totalidade dos indicadores propostos teve como foco os discentes. Aqui se entende que uma forma de avaliar a produção gerada exclusivamente no programa é por meio da produção discente, visto que a produção do docente nem sempre está relacionada às suas atividades desenvolvidas no âmbito do programa, já que o mesmo possui outros vínculos.

²⁶PROAP - Programa de Apoio à Pós-graduação.

Em função do caráter aplicado do programa, dois importantes indicadores que foram incluídos em eficiência dizem respeito à produção de patentes. No indicador de percentual dos docentes envolvidos nas patentes, buscou-se avaliar o aumento da produção tecnológica do corpo docente. Este indicador pode tanto informar sobre a mudança de cultura na comunidade docente, familiarizada em ter sua produtividade medida por meio da produção de artigos, quanto estimular o esforço inovativo.

Já no indicador “relação de documentos de patentes dos discentes com participação da indústria pelo total de matriculados”, busca-se estimular o desenvolvimento de tecnologias no âmbito do programa de modo a facilitar que a mesma se converta em inovação.

O aumento da apropriação do conhecimento por meio das patentes de discentes com a indústria atuará também melhorando as taxas de inovação reduzidas observadas nas industriais brasileiras, explicadas em parte pela dimensão também reduzida do esforço interno das indústrias no desenvolvimento de pesquisa e inovação (VIOTTI, 2004).

A eficácia se refere à relação entre as ações realizadas e os resultados obtidos. No caso do programa de pós-graduação em biotecnologia, o sucesso inovador, que se traduz na modificação e melhoria incremental de produtos e processos, está associado à capacidade criativa de seu corpo de pesquisadores, para o que contribui o nível e a qualidade da produção científica e tecnológica. Na falta de indicadores perfeitos, estes aspectos são representados, nesta pesquisa, por: número de teses defendidas, número de artigos publicados, número de pedidos de patentes depositados e número de produtos gerados, dentre outros.

A abordagem apresentada para essa categoria não diferiu muito da empregada pela CAPES na avaliação da produção científica e tecnológica, com exceção da inclusão, no presente trabalho, do indicador que mede a produção de patentes com a indústria, estimulando a busca da universidade por esta interação.

A produção de artigos e o número de patentes, chamados por alguns autores de indicadores bibliométricos ou indicadores-produto, são comumente empregados quando se deseja obter resultados mais imediatos da implantação de políticas em C&T (MUGNAINI *et al.*, 2004). Todavia, além do fato de que programa com mais alunos tende a refletir maiores valores nestes indicadores, o que pode ser considerado um viés,

o aumento nestes indicadores não necessariamente garante o impacto dos mesmos na sociedade.

Finalmente, a efetividade, que pode ser definida como observação da incorporação das mudanças geradas por determinado programa na realidade da sociedade (SANO; FILHO, 2013). No presente artigo, os indicadores propostos nesta categoria foram a “razão entre os produtos licenciados e o número de teses defendidas (quanto do esforço inovativo vira inovação)” e o “número de egressos que são absorvidos pela indústria”. Com o último, espera-se que este recurso humano qualificado, formado pelo programa para pensar em inovação, possa estimular o desenvolvimento de pesquisa e inovação no interior da indústria ou, de uma forma mais conservadora, servir de elo entre a indústria e a universidade.

Entende-se que a existência de uma massa crítica que possua os conhecimentos e as habilidades cognitivas necessárias à manutenção do fluxo de inovações é condição indispensável à inovação. O desenvolvimento socioeconômico tende a se basear, cada vez mais, na mobilização do capital de conhecimentos científicos e técnicos e nas habilidades cognitivas, as quais estão associadas, fundamentalmente, ao nível geral de educação da sociedade e à disponibilidade de profissionais com formação compatível com as exigências do desenvolvimento tecnológico (ROCHA; FERREIRA, 2004).

No método de avaliação atualmente empregado, a CAPES busca, através da dimensão inserção social, trazer indicadores que mensurem o impacto dos programas na sociedade, contudo os indicadores propostos são vagos, requerem uma análise mais qualitativa e são de difícil mensuração.

É importante destacar que os indicadores propostos podem e devem ser revistos pela comunidade acadêmica (especialistas), evitando gerar diferenças entre o modo como a pós-graduação pensa a si mesma e o modelo de avaliação proposto (SIMÕES, 2004). Isso quer dizer que, antes de pensar na definição e adoção de indicadores, é preciso que a comunidade diretamente afetada planeje, considerando os objetivos organizacionais e todo o contexto envolvido, inclusive o novo contexto que, provavelmente se criará quando o novo indicador estiver sendo utilizado.

Tabela 2 Conjunto de indicadores, metas e valores estimados na avaliação do programa de pós-graduação em biotecnologia.

Categorias	Indicador	Descrição	Amplitude da meta Min./Max	Unidade	2007	2008	2009	2010	2011
Efetividade	Produtos Licenciados	Razão entre a quantidade de produtos licenciados e o número de teses defendidas	0/25	%	0	0	33,33	21,88	13,51
	Inserção do egresso na indústria	Razão entre o número de discentes que vão para a indústria e o número de teses defendidas	0/25	%	0	0	66,67	0	0
Eficiência	Número de discentes	Número de discentes regularmente matriculados	0/350	# no ano	179	242	312	349	345
	Número de teses defendidas	Número de teses defendidas	0/100	# no ano	0	0	0	32	111
	Número de artigos Qualis A	Número de artigos (A1 ou A2) publicados com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como autor/co-autor	0/200	# no ano	32	41	32	87	125
	Número de artigos Qualis B	Número de artigos (B1 ou B2) publicados com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como autor/co-autor	0/400	# no ano	134	210	170	268	380
	Patentes com Discentes e Indústria	Número de patentes depositadas com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como inventor e com interação com a indústria	0/25	# no ano	0	1	1	3	5
	Patentes com Discentes	Número de patentes depositadas com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como inventor	0/50	# no ano	0	1	7	11	41
Eficiência	Eficiência no uso do recurso	Verba investida no programa dividida pelo somatório dos produtos gerado (dados do Proap)	0/1000	R\$/Produto	500,00	447,46	569,11	285,13	170,45
	Percentual de docentes envolvidos nas patentes	Percentual de docentes envolvidos em patentes depositadas	0/25	%	6,25	10,13	20,73	15,38	17,01
	Relação entre discentes e docentes	Razão entre o número de discentes e o número de docentes permanentes	0/4	disc./doc	2,24	3,06	3,80	2,68	2,35

Categorias	Indicador	Descrição	Amplitude da meta Min./Max	Unidade	2007	2008	2009	2010	2011
	Relação de artigos Qualis A por Discentes	Razão entre o número de artigos (A1 ou A2) publicados com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como autor/co-autor e o número de discentes do programa	0/2	artigosA/Disc.	0,18	0,17	0,10	0,25	0,36
	Relação de artigos Qualis B por Discentes	Razão entre o número de artigos (B1 ou B2) publicados com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como autor/co-autor e o número de discentes do programa	0/4	artigosB/Disc.	0,75	0,87	0,54	0,77	1,10
	Eficiência de defesa	Razão entre o número de alunos que defenderam no prazo e o número total de alunos regularmente matriculados	0/100	%	44,00	49,00	53,00	58,00	73,00
	Número de documentos de Patentes por Discentes	Razão entre o número de patentes depositadas com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como inventor e o número total de alunos regularmente matriculados	0/100	%	0,00	0,41	2,24	3,15	11,88
	Relação de documentos de patentes dos discentes com participação da indústria e total de matriculados	Razão entre o número de patentes depositadas com pelo menos 1 discente regularmente matriculado no programa como inventor e com interação com a indústria e o número total de alunos regularmente matriculados	0/20	%	0,00	0,41	0,32	0,86	1,45

As figuras 26, 27 e 28 apresentam as funções de pertinência geradas para cada indicador (variável linguística) e utilizadas no modelo. Nos gráficos apresentados o eixo X representa a amplitude de valores estabelecidos para cada indicador. Já o eixo Y representa a pertinência e varia de zero a um.

Assim, para cada indicador, o posicionamento das funções de pertinência ao longo do eixo X refletiu a conversão do valor quantitativo apresentado na tabela 2 em um conceito qualitativo, variando de deficiente (à direita) a muito bom (à esquerda).

O único indicador cuja escala foi invertida foi “Eficiência no uso do recurso (verba investida no programa pelo Proap dividida pelo somatório dos produtos gerados)”, pois, para este indicador, a lógica é contrária à dos demais - quanto menos recurso investido na obtenção de produtos mais eficiente o programa será.

Tomando este mesmo indicador como exemplo, observa-se que o programa obterá diferentes conceitos a depender da relação obtida entre o que foi gasto e o número de produtos gerados (aqui estão inclusos artigos e patentes): será considerado muito bom se gastar menos de trezentos reais por produto, bom se o gasto ficar entre duzentos e quintos reais, regular se ficar entre quatrocentos e setecentos reais, fraco entre seiscentos e novecentos e deficiente se gastar acima de oitocentos por produto gerado. Essa mesma lógica de interpretação pode ser aplicada na interpretação dos demais indicadores.

É importante destacar que as amplitudes estabelecidas para cada indicador são uma proposta apresentada para o programa. Contudo, entende-se que esta definição é crucial, pois impacta diretamente no resultado final da avaliação e deve, portanto, ser fruto de uma construção da comunidade que será afetada pela avaliação, contemplando o que se deseja como meta para o programa.

De acordo com Chen, Jakeman, & Norton (2008), uma das principais dificuldades para o desenvolvimento de um sistema difuso é determinar funções de pertinência adequadas. Já Artero (2009) reforça que os especialistas da área do problema a ser resolvido devem participar da construção das curvas de saída, visto que elas representam as metas a serem atingidas e pelas quais serão avaliados.

Embora, para o presente trabalho, a construção não tenha contado com o suporte dos especialistas (docentes e coordenações do programa), esta etapa pode ser revista a qualquer momento.

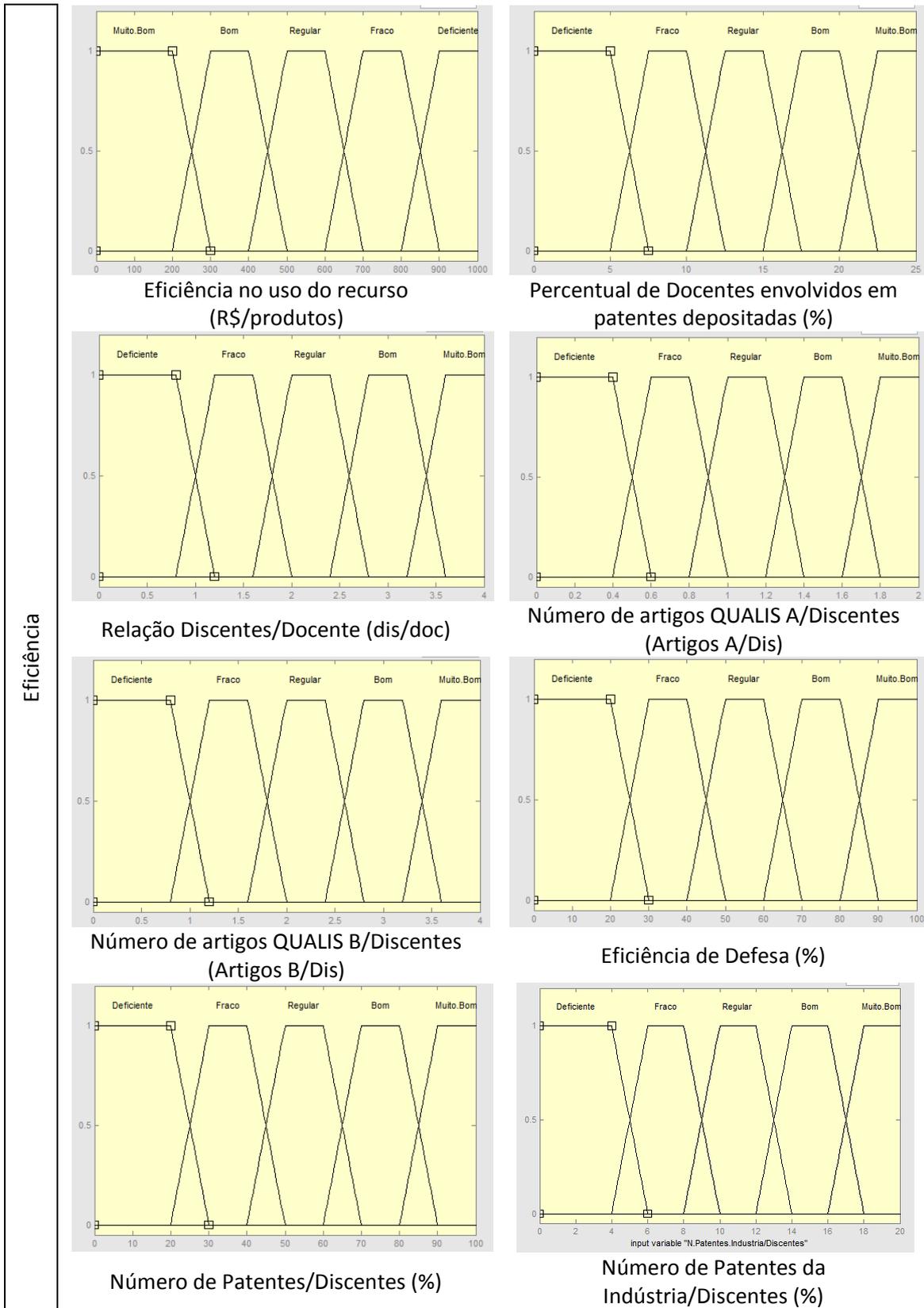


Figura 26 Funções pertinência definidas para cada indicador (variável linguística) na categoria de eficiência.

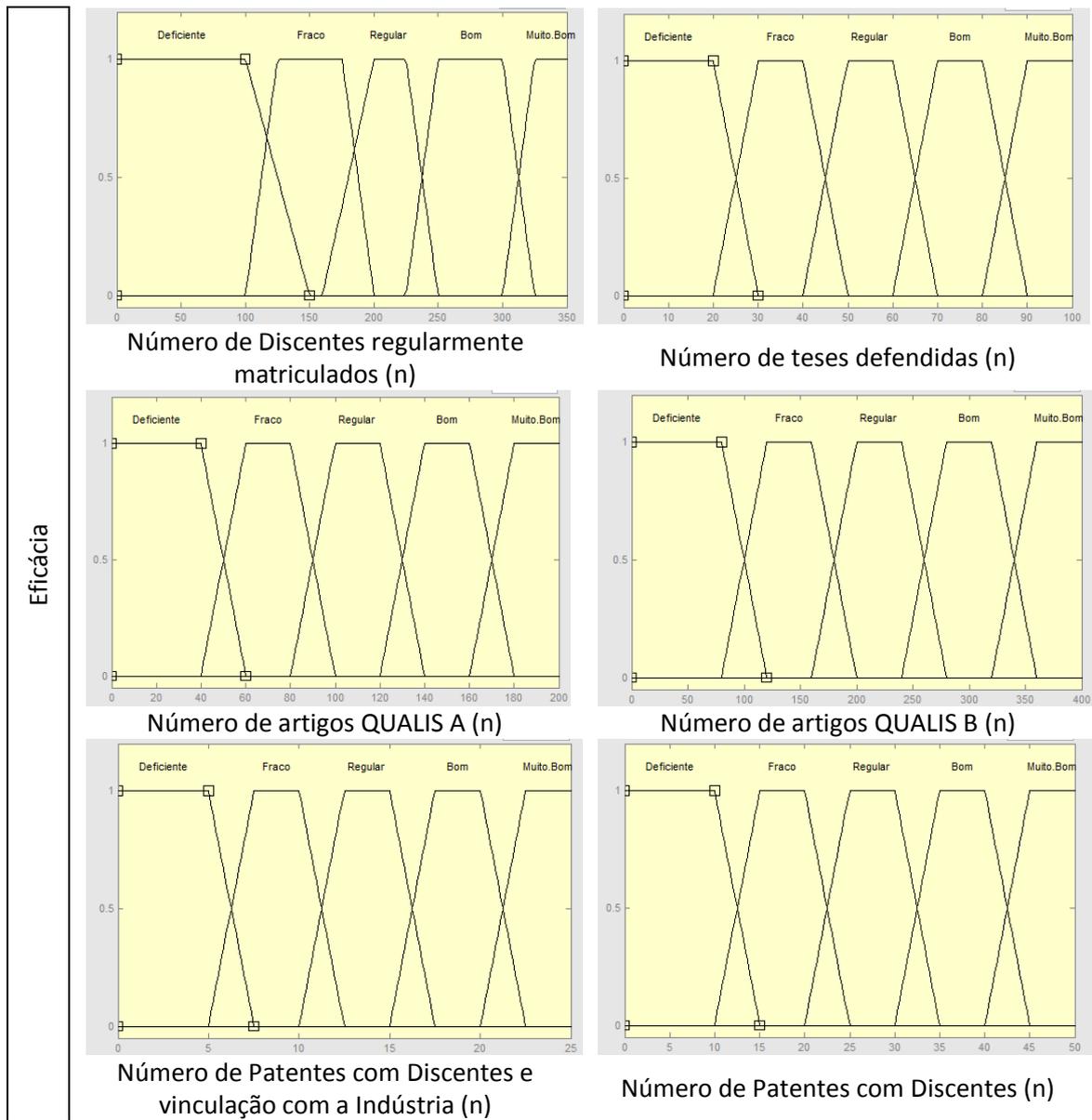


Figura 27 Funções pertinência definidas para cada indicador (variável línguística) na categoria de eficácia.

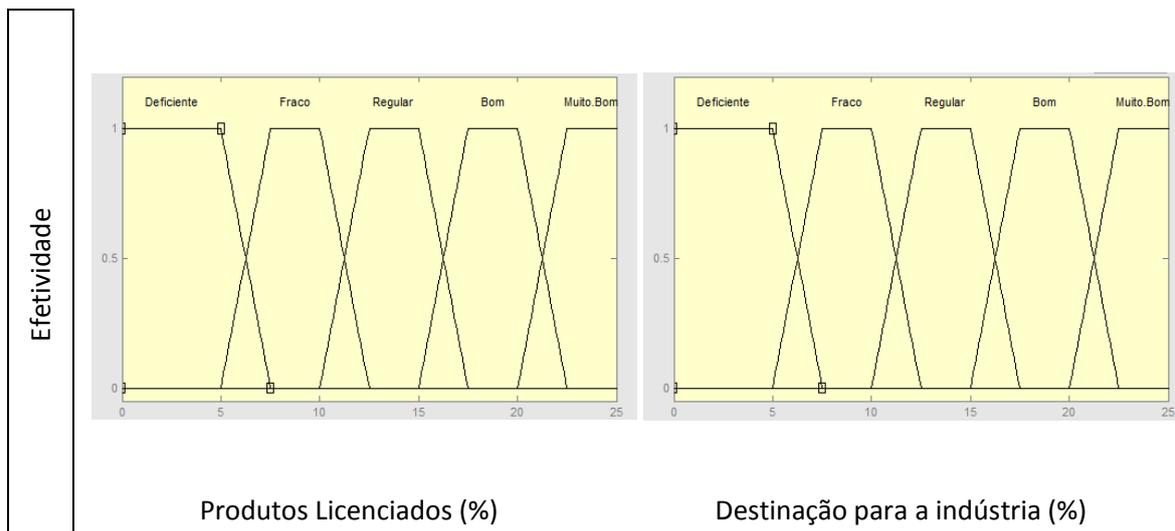


Figura 28 Funções pertinência definidas para cada indicador (variável línguística) na categoria de efetividade.

Para integração dos indicadores nas categorias propostas (eficiência, eficácia e efetividade), foram aplicadas regras para operação de conjuntos difusos nas classes de saída.

A definição de regras também se apresenta como uma etapa crucial na construção do modelo de avaliação. Nesta etapa, a participação de especialistas que conheçam a fundo o programa e as metas desejadas é indispensável (MOREL *et al.*, 2007).

Para o modelo de avaliação aqui proposto, foram definidas nove regras, as quais estão apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 3. Regras difusas para operação entre os conjuntos que foram utilizadas nas classes de saída.

Regras	Regras para operação de conjuntos difusos			
	Se	E	E	Então
	Efetividade	Eficácia	Eficiência	Índice Difuso
1	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
2	Fraco	Fraco	Fraco	Fraco
3	Regular	Regular	Regular	Regular
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom
	Se	Ou	Ou	Então
	Efetividade	Eficácia	Eficiência	Índice Difuso
6	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Fraco
7	Fraco	Fraco	Fraco	Regular
8	Regular	Regular	Regular	Bom
9	Bom	Bom	Bom	Bom

Os resultados do modelo difuso para cada ano são apresentados nas figuras 29, 30, 31, 32 e 33. Cada figura traz o resultado obtido em cada categoria de indicador, sendo que a última coluna à direita traz o índice final obtido naquele ano.

O foco do trabalho foi construir um modelo de avaliação e testar a adequação do mesmo através de dados empíricos. Não se pretendeu realizar uma avaliação de desempenho do programa, portanto, a interpretação que se segue deve ser vista com cautela, uma vez que os resultados obtidos irão depender da construção coletiva dos indicadores.

Os resultados revelaram uma melhoria no índice geral de qualidade do programa. O índice geral variou de 2,82 no ano de 2007 para 3,25 no ano de 2011, ou seja, saiu do conceito de fraco para regular, o que demonstrou a sensibilidade do modelo em detectar os avanços nos indicadores.

Outra característica do modelo a ser destacada é a versatilidade. Uma vez que foi possível tanto avaliar o desempenho global, obtendo um índice geral, conforme descrito acima, quanto o desempenho individual nas três categorias propostas. Na avaliação individual das categorias, por exemplo, a efetividade foi a categoria na qual o programa apresentou os piores resultados, o que é um resultado esperado em se tratando de um programa novo e também pelo fato do modelo ter sido testados com dados obtidos até o ano de 2011.

Já os melhores resultados foram obtidos na categoria de eficiência onde se obteve 2,75 em todos os anos avaliados, o que pode ser explicado ou ausência de crescimento desta categoria ao longo do tempo ou pela baixa sensibilidade das funções de pertinência.

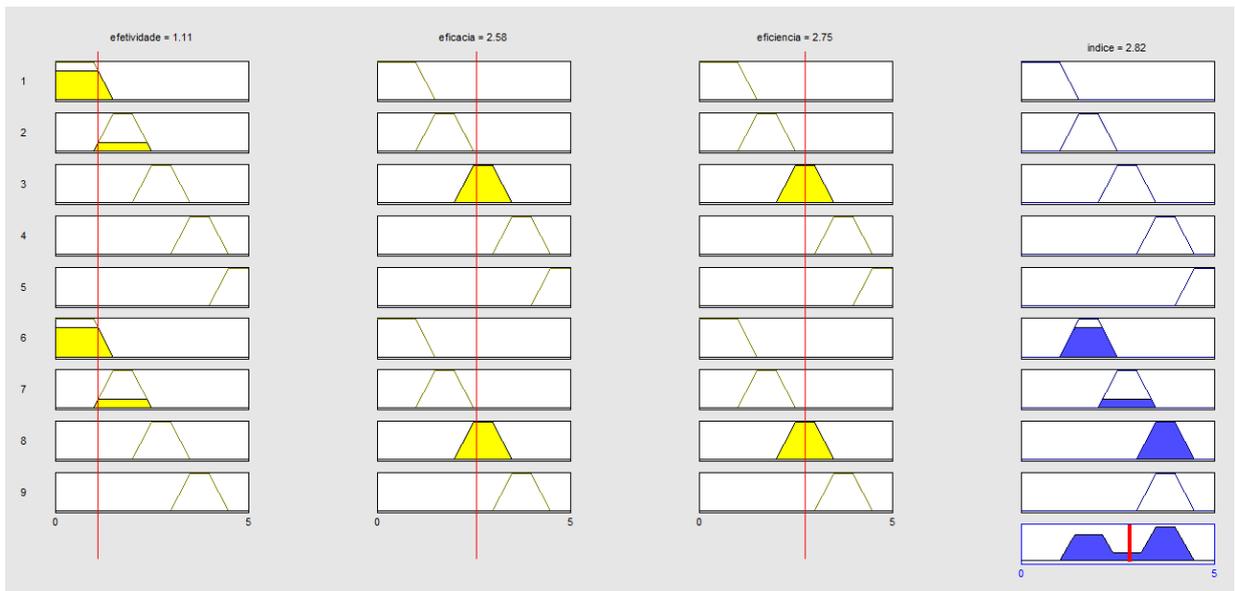


Figura 29 Resultado do modelo difuso para o ano de 2007 obtidos com os dados da RENORBIO.

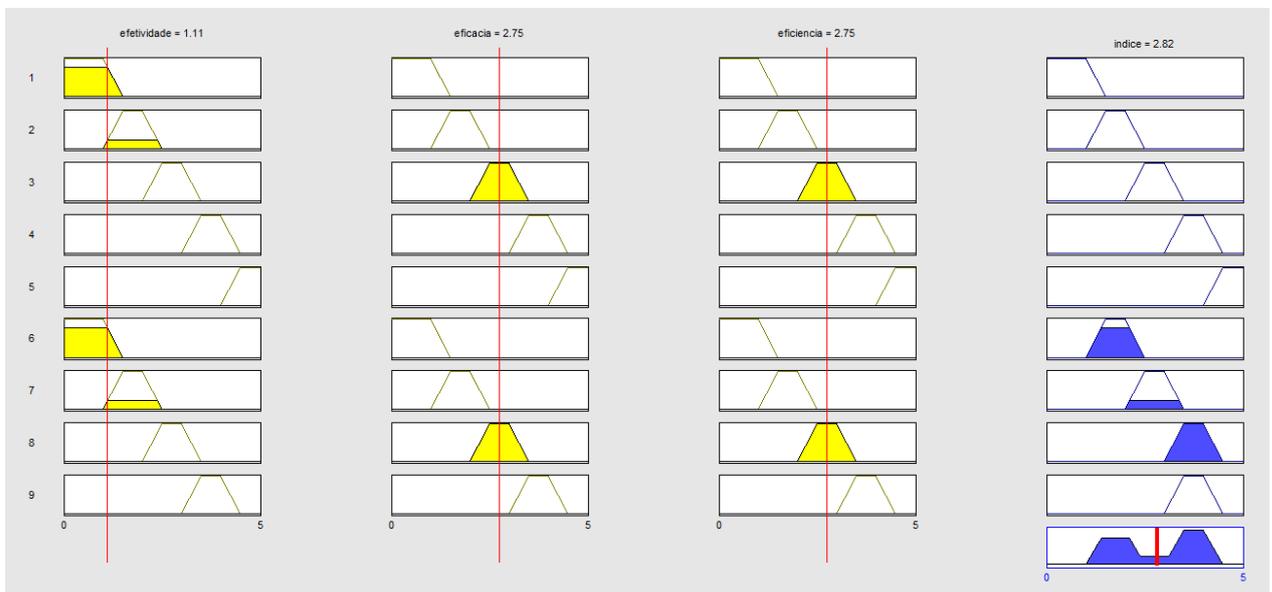


Figura 30 Resultado do modelo difuso para o ano de 2008 obtidos com os dados da RENORBIO.

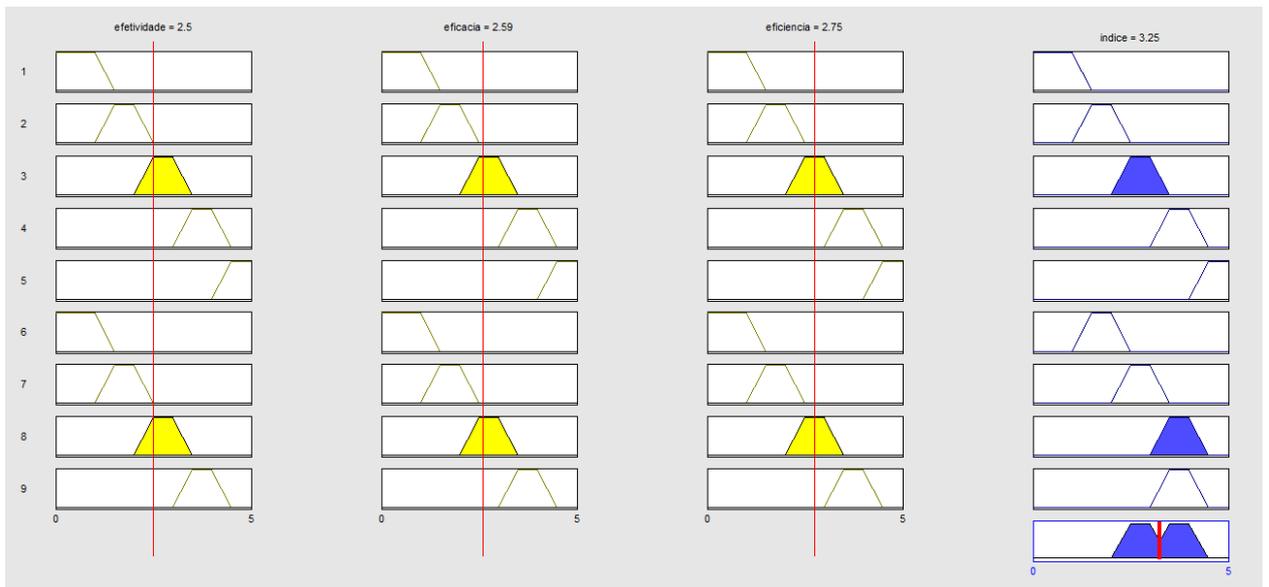


Figura 31 Resultado do modelo difuso para o ano de 2009.

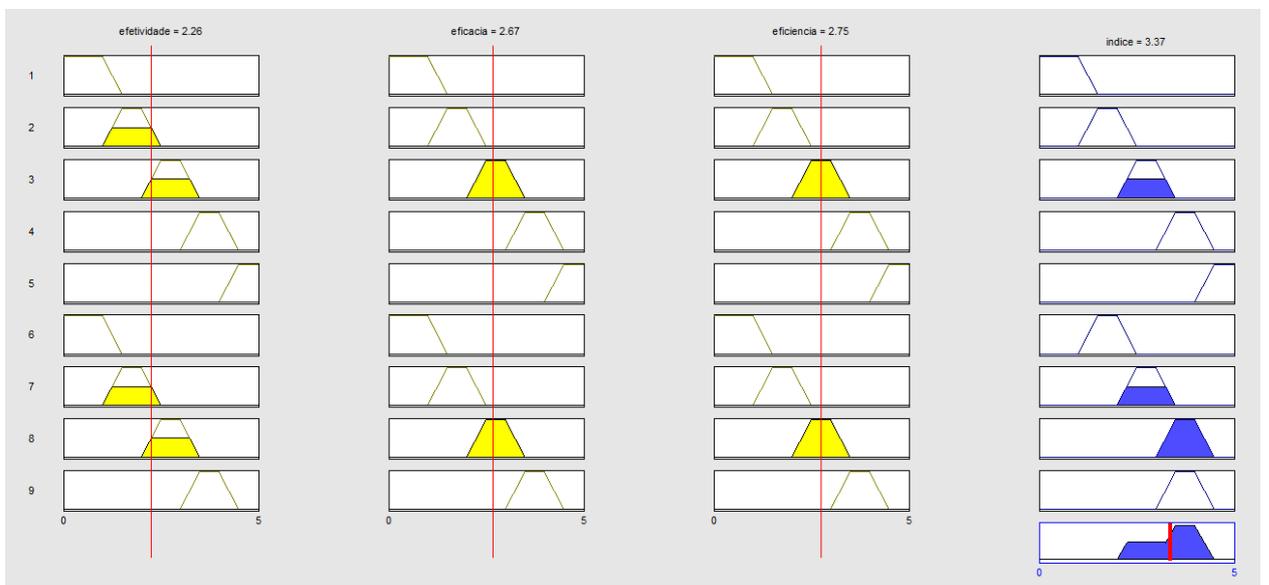


Figura 32 Resultado do modelo difuso para o ano de 2010 obtidos com os dados da RENORBIO.

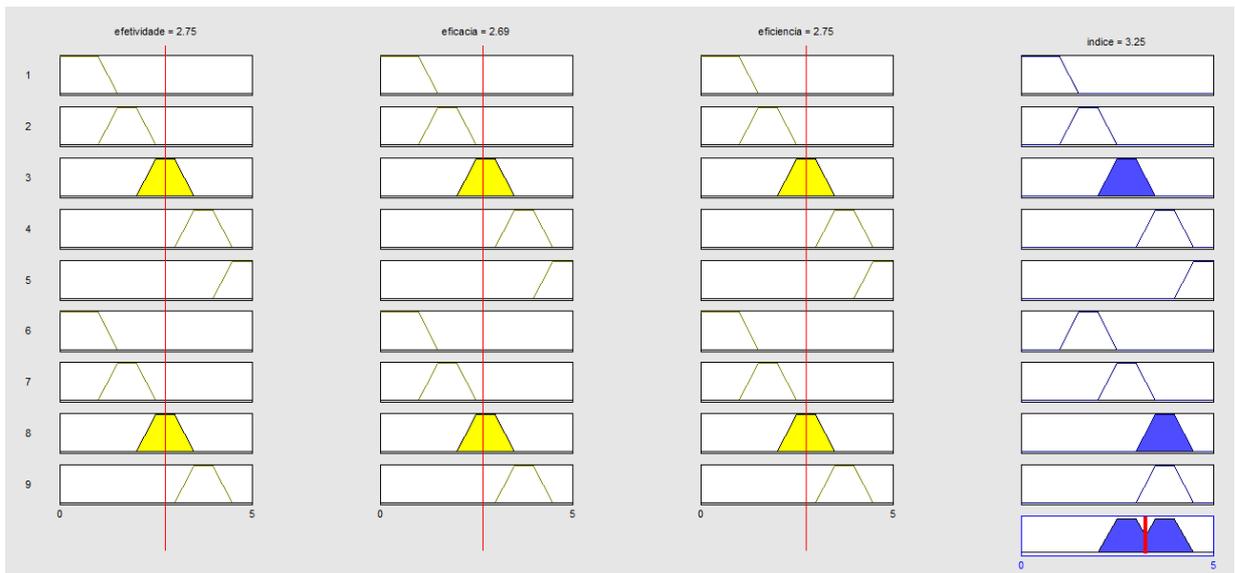


Figura 33 Resultado do modelo difuso para o ano de 2011 obtidos com os dados da RENORBIO.

O modelo de avaliação apresentado atendeu aos objetivos propostos, pois possibilitou a incorporação de indicadores não usuais, integrou categorias de indicadores de desempenho e gerou um índice final de avaliação, o que o coloca como uma importante ferramenta para a gestão do programa.

Embora de grande relevância, trabalhos com propostas de métodos de avaliação multicritério para pós-graduação são recentes e pouco comuns na literatura. Leite *et al.*, (2006) realizaram uma revisão de literatura dos métodos quantitativos empregados na avaliação da pós-graduação. De acordo com os autores, o número encontrado de trabalhos mostra que a utilização dos métodos quantitativos é pouco difundida, principalmente no que se refere aos métodos de multicritério.

Mais recentemente Igarashi *et al.*, (2013) propuseram um modelo alternativo para avaliação da pós-graduação denominado MAPA. Neste modelo os autores, utilizando os critérios da CAPES, associam a abordagem de atribuição de pesos aos indicadores à visualização dos resultados por meio do uso de funções de pertinência. O modelo aqui apresentando representa um avanço ao proposto por Igarashi *et al.*, (2013) uma vez que a inferência difusa foi empregada não apenas para visualizar os resultados, como

também para integrar os indicadores, ou seja, criando de fato um sistema de inferência difusa.

Considerações finais

O presente trabalho aborda questões relativas ao processo de avaliação da pós-graduação, propondo um modelo de avaliação que contemple as mudanças ocorridas na formação de recursos humanos e no modo de produção do conhecimento científico e tecnológico observados nas últimas décadas.

Este modelo contempla novos indicadores, adequados à missão do programa e integrados em categorias de avaliação de qualidade. A incorporação de medidas de eficiência e efetividade ao modelo representa um avanço à visão tradicional, normalmente pautada em indicadores de eficácia. Esta nova proposta permite a realização de um balanço entre os insumos investidos, os resultados gerados e os impactos gerados na sociedade.

O uso da lógica difusa gerou um modelo capaz de integrar as categorias de qualidade (eficácia, eficiência e efetividade) a partir da obtenção de um índice. O modelo comporta também a avaliação das mesmas de modo isolado, o que permite a intervenção direcionada ao foco do problema.

A concepção do modelo em uma estrutura modular (com categorias) possibilita alterações nos indicadores, conferindo versatilidade ao modelo. A necessidade de participação de especialistas na construção de importantes etapas do modelo estimula, na comunidade envolvida, uma reflexão sobre o processo de avaliação e o impacto que o mesmo irá causar nos participantes.

Finalmente, é preciso destacar que a avaliação sistemática, contínua e eficaz, é uma ferramenta gerencial poderosa, fornecendo aos gestores condições para aumentar a eficiência e efetividade dos recursos aplicados.

Referências

- ALMEIDA, M. R. D. E. **A Eficiência dos investimentos do programa de inovação tecnológica em pequena empresa (PIPE): uma integração da análise envoltória de dados e índice Malquist**. [S.l.]: Universidade de São Paulo, 2010.
- ARTERO, A. O. **Inteligência Artificial Teórica e Prática**. São Paulo: Livraria da Física Editora, 2009. p. 230
- AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. **Inovação, universidade e relação com a sociedade**. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009. p. 281
- BARBALHO, V. M. DE S. **Sistemas Baseados em Conhecimento e Lógica Difusa para Simulação do Processo Chuva-Vazão**. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.
- BELKHODJA, O.; LANDRY, R. “The Triple-Helix collaboration: Why do researchers collaborate with industry and the government? What are the factors that influence the perceived barriers?” **Scientometrics**, v. 70, n. 2, p. 301–332, fev 2007.
- BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. D. M. E. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. **Research Policy**, v. 32, n. 5, p. 865–885, maio 2003.
- CAVALCANTE, L. R. **Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: Uma Análise com Base nos Indicadores Agregados**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009
- CHEN, S. H.; JAKEMAN, A. J.; NORTON, J. P. Artificial Intelligence Techniques: An Introduction to their Use for Modelling Environmental Systems. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 78, n. 2-3, p. 379–400, jul 2008.
- CHEN, Z.; GUAN, J. Mapping of biotechnology patents of China from 1995–2008. **Scientometrics**, v. 88, n. 1, p. 73–89, 16 abr 2011.
- CRISTINA, D.; IGARASHI, C. Knowledge management : Postgraduate Alternative Evaluation Model (MAPA) in Brazil. **International Journal of Business and Social Research**, v. 3, n. 4, 2013.
- DORMANN, C. F.; GRUBER, B.; FRÜND, J. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. **R News**, v. 8, p. 8–11, 2008.
- ETZKOWITZ, H. Social Science Information. **Social Science Information**, v. 42, p. 293, 2003.
- GONZÁLEZ DE LA FE, T. El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. **Arbor**, v. CLXXXV, n. 738, p. 739–755, 12 maio 2009.

IGARASHI, D. C. C.; PALADINI, E. P.; IGARASHI, W. Knowledge management : Postgraduate Alternative Evaluation Model (MAPA) in Brazil. **International Journal of Business and Social Research**, v. 3, n. 4, 2013.

LEE, M.-L.; CHUNG, H.-Y.; YU, F.-M. Modeling of Hierarchical Fuzzy Systems. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 138, n. 2, p. 343–361, set 2003.

LEI, X.-P.; ZHAO, Z.-Y.; ZHANG, X.; *et al.* The inventive activities and collaboration pattern of university–industry–government in China based on patent analysis. **Scientometrics**, v. 90, n. 1, p. 231–251, 20 set 2011.

LEITE, M. F. B.; VIANA, A. B. N.; PEREIRA, G. G. Métodos quantitativos na avaliação da CAPES: Uma pesquisa bibliográfica. **Facep Pesquisa**, v. 9, n. 2, p. 166–174, 2006.

LEYDESDORFF, L. The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. n. February, p. 1–17, 2012.

LEYDESDORFF, L.; MEYER, M. The Triple Helix of university – industry – government relations. **Scientometrics**, v. 58, n. 2, p. 191–203, 2003.

MACCARI, E. A.; LIMA, M. C.; RICCIO, E. L. Uso do Sistema de Avaliação da CAPES por Programas de Pós-Graduação em Administração no Brasil O sistema brasileiro de avaliação de programas de pós-graduação vem evoluindo. **Revista de Ciências da Administração**, v. 11, n. 25, p. 68–96, 2009.

MEYER, M.; SINLAINEN, T.; UTECHT, J. T. Towards hybrid Triple Helix indicators : A study of university-related patents and a survey of academic inventors. **Scientometrics**, v. 58, n. 2, p. 321–350, 2003.

MINAYO, M. C. DE S. Construção de Indicadores Qualitativos para Avaliação de Mudanças. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33, p. 83–91, 2009a.

MINAYO, M. C. DE S. Construção de Indicadores Qualitativos para Avaliação de Mudanças. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33, p. 83–91, 2009b.

MOREIRA, M. L.; VELHO, L. Pós-Graduação no Brasil: Da Concepção “Ofertista Linear” para “Novos Modos de Produção do Conhecimento” Implicações para a Avaliação. **Avaliação**, v. 13, n. 3, p. 625–645, 2008a.

MOREIRA, M. L.; VELHO, L. Pós-Graduação no Brasil: Da Concepção “Ofertista Linear” para “Novos Modos de Produção do Conhecimento” Implicações para a Avaliação. **Avaliação**, v. 13, n. 3, p. 625–645, 2008b.

MOREL, C. M.; CARVALHEIRO, J. R.; ROMERO, C. N. P.; COSTA, E. A.; BUSS, P. M. The road to recovery. **Nature**, v. 449, n. 7159, p. 180–2, 13 set 2007.

MOURA, A. M. M. DE. **A Interação Entre Artigos e Patentes : um estudo cientométrico da comunicação científica e tecnológica em Biotecnologia**. [S.l.: s.n.], 2009.

MUGNAINI, R.; JANNUZZI, P. D. M.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 2, p. 123–131, ago 2004.

MURASSE, C. M. **PROPOSTA DE ELABORAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA OS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**. [S.l.]: Universidade Federal do Paraná, 2011.

OLIVEIRA, M. R.; ALMEIDA, J. Programas de pós-graduação interdisciplinares: contexto, contradições e limites do processo de avaliação Capes. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 8, p. 37–57, 2011.

PORTER, A. L.; CUNNINGHAM, S. W. **TECH MINING EXPLOITING NEW TECHNOLOGIES FOR COMPETITIVE ADVANTAGE**. New Jersey: [s.n.], 2005. p. 405

PÓVOA, L. M. C. **Patentes de universidades e institutos públicos de pesquisa e a transferência de tecnologia para empresas no Brasil**. [S.l.]: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. . Vienna - Austria: R Foundation for Statistical Computing. , 2014

ROCHA, E. M. P.; FERREIRA, M. A. T. Indicadores de ciência , tecnologia e inovação : mensuração dos sistemas de CTel nos estados brasileiros *. **Ciência da Informação**, v. 33, p. 61–68, 2004.

SANO, H.; FILHO, M. J. F. M. As Técnicas de Avaliação da Eficiência, Eficácia e Efetividade na Gestão Pública e sua Relevância para o Desenvolvimento Social e das Ações Públicas. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 22, p. 35–61, 2013.

THE MATHWORKS INC. **SIMULINK (Version 8.1, Release 2013a)**. . Natick, Massachusetts: [s.n.]. , 2013a

THE MATHWORKS INC. **MATLAB (Version 8.1.0.604, Release 2013a)**. . Natick, Massachusetts: [s.n.]. , 2013b

VELLOSO, M.; CONDE, F. Modelos e concepções de inovação : a transição de paradigmas , a reforma da C & T brasileira e as concepções de gestores de uma instituição pública de pesquisa em saúde * Innovation models and conceptions : transition of paradigm , the Brazilian S & T ref. **Ciências & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 8, p. 727–741, 2003.

VICO, E. P. **The Impact of Academia on the Dynamics of Innovation Systems: Capturing and explaining utilities from academic R & D**. [S.l.]: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, 2013.

VILLASANA, M. Fostering university–industry interactions under a triple helix model: the case of Nuevo Leon, Mexico. **Science and Public Policy**, v. 38, n. 1, p. 43–53, 1 fev 2011.

VIOTTI, E. B. Inovação tecnológica na indústria brasileira : um exercício no uso de indicadores de inovação e algumas propostas para seu aperfeiçoamento. 2004.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**, v. 8, p. 338–353, 1965.

SCHWARTZMAN, S. (2008). Pesquisa universitária e inovação no Brasil. In: **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, p. 19-43. 2008. 249p.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES), 2005 – Disponível em <http://www.capes.gov.br/capes/portal/conteudo/10/PNPG.htm>

CLARK, BURTON. **Creating Entrepreneurial Universities**. Oxford: IAU Press – Elsevier Science Ltd. 2003.

CRUZ, CARLOS H. DE BRITO. A Universidade, a Empresa e a Pesquisa que o País Precisa. Cadernos de Estudos Avançados, Rio de Janeiro: **Instituto Oswaldo Cruz**, v. 1, n. 1, p. 5-24, 2003.

FELDMAN, M. **The geography of innovation**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994.

GIBBONS, MICHAELS et al. **The new production of knowledge: dynamics of science and research in contemporary societies**. London: Sage Publications, 1996.

GUIMARÃES, R. O futuro da pós-graduação: avaliando a avaliação. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 4, n. 8, p. 282-292, 2007.

HORTALE, A. Modelo de avaliação CAPES: desejável e necessário, porém, incompleto. **Cad. Saúde Pública**, 2003. 19 (6): 1837-1840.

KLING, S., ROSENBERG, N. Overview of innovation. In: LANDAU, R., ROSENBERG, N. (Ed.). **The positive sum strategy**. Washington: National Academy Press, 1986. p. 275-305.

KNORR-GODIN, B. The linear model of innovation: The historical construction of an analytical framework. **Science, Technology, & Human Values** 31, 639–667, 2006.

LIMA, P.L.C. A Rede Nordeste de Biotecnologia. Disponível em: http://edufal.com.br/encontroabeu/DOWNLOADS/2505Programas_de_Pos_Graduacao.ppt. Acesso em: dez. 2012.

MEYER-KRAMER, F.; SCHMOCH, U. Science-based technologies: university-industry interactions in four fields. **Research Policy**, v. 27, n. 8, p. 835-851, December 1998.

MIRANDA CMG, ALMEIDA AT. Visão multicritério da avaliação de programas de pós-graduação pela CAPES: o caso da área engenharia III baseado no ELECTRE II e MAUT. **Gestão e Produção**, 2004. 11 (1): 101 - 112.

NIGHTINGALE, Paul; SCOTT, Alister. Peer review and the relevance gap: tem suggestions for policy-makers. **Science and Public Policy**, UK, v. 34, n. 8, 2007.

Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento - OCDE (1997). **Main Science and Technology Indicators**, nº 2. Paris: OCDE.

_____. **Guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3rd. ed. Paris: OECD, 2005.

PADMORE, T.; SCHUETZE, H.; GIBSON, H. Modeling systems of innovation: an enterprise-centered view. **Research Policy**. 1998. v. 26, p. 605–624.

PAVITT, K. SECTORAL. Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, December, 1984.

REBOLLOSO E, RAMÍREZ B, CANTÓN F, 2005: The Influence of Evaluation on Changing Management Systems in Educational Institutions. *Evaluation*, 11: 463-479.

ROTHWELL, R. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. **R&D Management**, v. 22, n. 3, p. 221-239, 1992.

ROSENBERG, NATHAN. **Inside the Black Box**. Cambridge, Cambridge University Press. Soete, 1982.

SCHWARTZMAN, Simon. **Repensando o desenvolvimento: educação, ciência, tecnologia**. IDESP, 1993. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/goethe.htm>.

SIMÕES RHS. Da avaliação da educação à educação da avaliação: o lugar do(a) educador(a) no processo da avaliação da pós-graduação no Brasil. **Psicologia e Sociedade**, 16 (1): 124-134. 2004.