Biotecnologia no Brasil: uma análise empírica a partir dos dados da PINTEC

Gabriella Macedo Rossi Wittenberg

RESUMO

A biotecnologia vem sendo amplamente discutida, principalmente por estar possibilitando diversos avanços nas áreas do meio ambiente, saúde, humana e animal, e agrícola. Os transbordamentos de conhecimento gerados pelo desenvolvimento de biotecnologia demonstram a sua abrangência e importância, o que não nos permite trata-la apenas como um elemento que compõe um sistema setorial de inovação, mas também como um paradigma técnico-econômico essencialmente multidisciplinar. No trabalho procuramos identificar qual o perfil das empresas nacionais de biotecnologia, comparando-as com empresas de outros diversos setores, no que se refere as características essenciais, o esforço e desempenho inovativo, identificando como estas empresas interagem entre si e com outros agentes.

Palavras-Chave: Biotecnologia, Paradigma técnico-econômico, Sistema Setorial de Inovação.

ABSTRACT

Biotechnology has been widely discussed, mainly because it is enabling many advances in the areas of environment, health, human and animal, and agricultural. Spillovers of knowledge generated by biotechnology's development demonstrate their scope and importance, which does not allow us to treat it only as an element that makes up a sectorial system of innovation, but also as an essentially multidisciplinary techno-economic paradigm. At work we seek to identify the profile of the national biotechnology companies, comparing them with companies from other various industries, as regards the essential characteristics, the effort and innovative performance, identifying how these companies interact with each other and with other agents.

Key-words: Biotechnology, techno-economic paradigm, Sectorial Innovation System.

Introdução

A biotecnologia pode ser definida como uma tecnologia que contempla vários segmentos produtivos e envolve em seu desenvolvimento distintas áreas do conhecimento como microbiologia, engenharia química, biologia molecular, fisiologia, imunologia e genética. A complexidade envolvida no desenvolvimento da biotecnologia certamente é um condicionante que dificulta esse processo e que estimula a formação de redes de cooperação e o envolvimento de diversos atores em grande parte dos setores que esta compõe. Assim, a ascensão do novo paradigma da "biotecnologia" traz para o centro da análise do processo de inovação o conhecimento interativo, marcado por relações de cooperação, competição e *feedback*, com o envolvimento simultâneo de agentes heterogêneos que se relacionam em busca de compartilhar, alcançar e desenvolver conhecimentos podendo vir a resultar em novos produtos e processos.

A biotecnologia pode ser considerada como uma verdadeira revolução tecnológica. O seu uso tem permitido resolver problemas diversos relacionados à utilização de novos medicamentos, tratamento de doenças, reprodução de espécies vegetais e animais, desenvolvimento e melhoria de alimentos, desenvolvimento sustentável, recuperação e tratamento de resíduos químicos, dentre outras áreas, além de agregar valores a diversos produtos.

Diante da abrangência da biotecnologia e do seu importante papel na dinâmica industrial recente, o objetivo desse estudo é analisar o perfil das empresas brasileiras de biotecnologia, identificando suas características no que se refere ao tamanho, localização geográfica, avaliando o seu esforço inovativo medido pelos gastos com P&D, quantidade de mão-de-obra qualificada e participação em redes e, por fim, medindo o desempenho inovador alcançado por meio de inovação de produto e processo. Sendo assim, o estudo pretende compreender qual o perfil das empresas brasileiras que utilizam e/ou produzem biotecnologia.

Teoria Neoschumpeteriana: Suporte teórico à definição de biotecnologia

As inovações tecnológicas possuem origens diferentes, que variam de acordo com o contexto. Por isso, a literatura econômica vem impelindo um grande esforço para definir alguns elementos comuns a um amplo conjunto de inovações e/ou invenções, na tentativa de identificar a principal força que impulsiona o processo de inovação (DOSI, 1982).

No intuito de contribuir para o debate Freeman e Perez (1986) constroem o conceito de paradigma técnico-econômico, que por muitos é considerado mais abrangente que os conceitos de paradigma tecnológico e trajetórias tecnológicas, propostos por Dosi, principalmente, no que tange à delimitação das interações no decorrer do ciclo econômico (CONCEIÇÃO, 1996).

Freeman e Perez (1986) tentam demonstrar que uma mudança técnica ou do paradigma tecno-econômico envolve vários eventos com características disseminadoras, que afetam toda a economia. Além de resultarem em novos produtos ou processos, uma mudança técnica afeta quase toda a economia, pois as "constelações" (assim chamadas às novas tecnologias por FREEMAN, CLARK e SOETE, 1982) de inovações, técnicas e econômicas, impactam diretamente o sistema econômico. Uma inovação pode gerar externalidades positivas que, por sua vez, podem estimular esforços inovativos em área afins, visto que, além de amenizarem as incertezas elas criam novas necessidades ao longo do seu processo de desenvolvimento.

As mudanças técnicas podem proporcionar transformações em amplos setores da economia, adaptações culturais e a criação de um conjunto de facilitadores institucionais, todos impulsionados pela determinação do novo paradigma tecno-econômico. Portanto, tais alterações implicam na relativa redistribuição de todos os *players* da economia, incluindo o desaparecimento de alguns e o surgimento de outros, vinculadas a mudanças em alguns parâmetros em que se baseiam as atividades econômicas (PEREZ, 2004).

A substituição de um paradigma por outro nem sempre é percebido pelas instituições momentaneamente, o que dificulta a promoção de alterações necessárias no corpo regulatório. É muito importante, portanto, que se reconheça a necessidade de adaptação do comportamento do próprio agente frente às transformações tecnológicas e econômicas, bem como a importância de promover as adaptações nas regulamentações e instituições pertinentes.

Já para a perspectiva de sistema de inovação, o processo de inovação possui uma natureza sistêmica e é caracterizado por complexas relações de interação entre atores heterogêneos, ou seja, a inovação não acontece de forma isolada, mas sim por meio de relações de cooperação entre as diferentes organizações e instituições, interações com o mercado e inter-firmas, por meio de contratos com fornecedores e clientes (EDQUIST, 2006; FREEMAN, 1995).

O conceito de sistemas de inovação pode ser apresentado em distintos níveis analíticos: nacional, regional e setorial. O recorte setorial procura tratar das diferenças estruturais existentes entre os diversos setores. Breschi e Malerba (1997) definem sistema setorial de inovação como um grupo de firmas que operam de forma dinâmica e simultânea na geração, desenvolvimento, produção e difusão das inovações, dentro de condições específicas de cada setor, que apresentam base de conhecimento, tecnologia, estruturas competitivas, instituições, organizações, insumos e condições de demanda particulares.

Para construir a teoria de SSI, Malerba (2002) considera quatro dimensões como as mais influentes e importantes na dinâmica, criação e utilização das novas tecnologias, assim como para produção e organização da atividade inovativa. Essas dimensões ficaram conhecidas como os

building blocks e correspondem ao regime tecnológico, aos agentes e suas relações, às instituições e à demanda (MALERBA, 2003).

A primeira dimensão setorial diz respeito à identificação das características do regime tecnológico. Os setores se diferenciam entre si em termos de domínio tecnológico, isto é, em relação à base de conhecimento (científicos e tecnológicos) e ao processo de aprendizagem, envolvidos na atividade inovativa (MALERBA, 2002). Assim, cada setor possui uma base de conhecimento e utiliza tecnologia e insumos específicos.

O regime tecnológico (RT), que basicamente corresponde ao conhecimento e a tecnologia dominante, apresenta um resumo das forças que influenciam a dinâmica do sistema setorial de inovação e a delimitação da sua fronteira espacial, que varia ao longo do tempo (BRESCHI e MALERBA, 1997). Essas forças arremetem-se às condições de oportunidade, cumulatividade, apropriabilidade, acessibilidade e à natureza da base do conhecimento (origem e transmissão), e além de caracterizar o regime tecnológico, o diferencia entre os setores (MALERBA, 2002).

A segunda dimensão do sistema setorial de inovação busca identificar o conjunto heterogêneo dos agentes que compõem o sistema setorial e as relações estabelecidas entre eles, demonstrando a função de cada um no processo de desenvolvimento da inovação. Os sistemas setoriais de inovação são constituídos por indivíduos (empresários, consumidores, cientistas), instituições e por diferentes organizações, que podem ser firmas (produtores, fornecedores, usuários) e não-firmas, tais como universidades, instituições de pesquisa, agências de financiamento, órgãos governamentais, autoridades locais, dentre outras (BRESCHI e MALERBA, 1997; MALERBA, 2002; MALERBA, 2005).

A forma como os agentes interagem entre si, se diferencia em cada sistema setorial devido às particularidades da demanda, base de conhecimento, processo de aprendizado, base tecnológica e *links* mais importantes (MALERBA, 2003). As relações entre esses agentes (*networks*) ocorrem por meio de processos de cooperação, comunicação, troca e mesmo através da competição entre eles. As formas de interação são sistêmicas e envolvem uma troca intensa de conhecimentos relevantes entre os atores, essenciais ao desenvolvimento da atividade inovativa.

A terceira dimensão que contempla a análise de SSI refere-se à análise das instituições. Estas variam de país para país e de setor para setor (EDQUIST e JOHNSON, 1997; MALERBA, 2002). A definição de instituições compreende os conceitos de leis, normas e regras, os conceitos de rotinas, hábitos e práticas, isto é, aspectos formais e informais que intermediam as relações entre os agentes, restringindo-as ou incentivando-as (EDQUIST e JOHNSON, 1997; MALERBA, 2002; LUNDVALL, 1982).

Por fim, a demanda exerce um papel fundamental perante à produção e ao desenvolvimento de inovações. A demanda é composta por uma gama heterogênea de agentes que interagem em vários níveis com os produtores, influenciando de maneira diferente o processo inovativo. Os *feedbacks* do mercado em relação às inovações servem como estímulo ou constrangimentos e demonstram, portanto, o caminho a ser perseguido pelas empresas (MALERBA, 2005; 2002). A mudança da conduta e dos valores por parte dos consumidores provoca transformações na estrutura da demanda que, dependendo da percepção dos fabricantes, podem gerar *inputs* para mudanças tecnológicas.

Com base nesse breve panorama teórico, fundamentado nas discussões propostas pelas abordagens de paradigma tecno-econômico e sistemas de inovação, o objetivo da próxima seção é verificar como o conceito de biotecnologia é posicionado nesse debate teórico.

A Biotecnologia e os Desafios Teóricos

A biotecnologia possui uma natureza multidimensional, na medida em que envolve diferentes bases de conhecimento, científico e tecnológico, e procedimentos, que podem ser aplicados nos mais diversos setores como, por exemplo, saúde humana e animal, agricultura, meio ambiente e bioenergia (OCDE, 2005; BIOMINAS, 2007). O grande conjunto de métodos biotecnológicos juntamente com as suas variadas formas de aplicação resulta em diferentes interpretações acerca das dimensões que compõem a biotecnologia (OCDE, 2005). Por isso, para que se constituam indicadores mais seguros e confrontáveis, a biotecnologia deve ser definida de forma cautelosa.

Para Silveira *et alli* (2002) a existência de diversos enfoques teóricos que englobam o conceito de biotecnologia, assim como as dificuldades de ordem teórica e prática, evidenciam a necessidade de um arcabouço teórico mais sólido do que uma mera esquematização de resultados advindos das percepções dos agentes. Por isso, o estudo da biotecnologia solicita novos mecanismos de avaliação, que utilizem de vários enfoques teóricos para complementar e ampliar alguns conceitos tradicionais, já consolidados, como o de trajetórias tecnológicas (SILVEIRA, 2002). Isto é, bases teóricas complementares devem se entrelaçar para contemplarem a complexidade que envolve a biotecnologia.

Acredita-se que a biotecnologia pode ser considerada um paradigma tecno-econômico, na medida em que o conjunto de técnicas de base biológicas afeta e redefine o funcionamento e a própria estrutura de vários setores, em termos econômicos, sociais e institucionais (SILVEIRA *et alli*, 2002; CEPAL, 2008). Por outro lado, a biotecnologia pode corresponder também a um dos *building blocks* dos SSIs do quais a mesma faz parte.

A concepção de paradigma paradigma técnico-econômico pode ser considerada oportuna para tratar da biotecnologia como ela se apresenta (CEPAL, 2008). O surgimento de novas técnicas biotecnológicas (sequenciamento do genoma, genes e DNA, modificação do DNA, dentre outras) criou oportunidades inovativas em diversos setores da economia e podem ser aproveitadas em diversas áreas como na saúde humana, ciência animal, horticultura, engenharia ambiental, bioinformática, etc (OCDE, 2005). Isso revela como a biotecnologia, no papel de paradigma, redefine as trajetórias tecnológicas de diversos setores, sociais e econômicos.

Além das técnicas biotecnológicas possuírem variadas aplicações, essa tecnologia ocorre em "blocos lógicos" compostos pela interação de diversas disciplinas como biologia molecular, biologia celular, genética, bioquímica, química, bio-informática, física ediversas áreas da ciência médica (SILVEIRA e BORGES, 2004). Por isso, a biotecnologia é conhecida como uma tecnologia multidisciplinar, caracterizada pelo elevado nível de complexidade (SILVEIRA *et al*, 2004).

A sobreposição da biotecnologia como paradigma tecnológico dominante se deveu tanto a vantagens técnicas quanto econômicas. Os grandes avanços conquistados pela biologia molecular e nas ciências relacionadas, assim como o crescimento das oportunidades para produzir novos produtos e processos, ratificaram a posição da biotecnologia como paradigma tecnológico dominante (CEPAL, 2008). Contudo, as novas necessidades institucionais e as amplas transformações geradas na economia como um todo pelo estabelecimento desse novo paradigma, amplia, na prática, a noção de paradigma tecnológico para paradigma tecno-econômico.

Várias adaptações tiveram que ser realizados no campo institucional para que o novo paradigma fosse difundido e absorvido pela economia e novas competências tecnológicas e de aprendizado fossem preservadas e transmitidas.

As mudanças técnicas originárias da biotecnologia proporcionaram mais que avanços tecnológicos, formas muito mais complexas de interação, como também novos conhecimentos, novas formas de administração e organização. Seus desdobramentos afetam não apenas a esfera econômica, atingindo também as esferas sociais, institucionais, ambientais e até mesmo políticas (SILVEIRA, 2002; CEPAL, 2008, OCDE, 2005). Os impactos econômicos incluem reduções de custos de negócios, melhoramento de produtos e processos, aumento da competitividade internacional dos países e das empresas e em mudanças na própria estrutura industrial. Os aprimoramentos na área da saúde são os principais impactos sociais da biotecnologia. Os novos aspectos de sustentabilidade têm influenciado os desenvolvimentos da biotecnologia em favor de processos de produção menos agressivos ao meio ambiente, afetando menos a biodiversidade.

A Biotecnologia não pode ser tratada de forma linear, muito menos de maneira convencional (SILVEIRA, 2002). As dificuldades enfrentadas no seu desenvolvimento, ligados ao seu caráter

multidisciplinar e às complexas interações ao longo da cadeia produtiva, estimulam a formação de redes de cooperação, além da criação de novos mecanismos de regulamentação. Neste contexto, podemos tratar a biotecnologia também como um *buildings blocks*, que constitui diversos sistemas setoriais de inovação. O recorte teórico de sistemas de inovação, mais especificamente de sistemas setoriais de inovação, auxilia na compreensão desta temática.

A biotecnologia é considerada por Breschi e Malerba (1997), em sua tipificação, como uma das bases de conhecimentos do setor farmacêutico, que combina conhecimentos tácitos e conhecimentos codificados. Os conhecimentos tácitos demandam relações informais (como mobilidade de pessoal, seminários, treinamentos e qualificação) para a transferência de conhecimento, priorizando a concentração geográfica das atividades para o aproveitamento dos *spillovers*. Já os conhecimentos codificados são repassados, em geral, por meio de relações formais (por exemplo, por meio de licenciamento da tecnologia), o que não restringe certas atividades a um local específico.

De acordo Breschi e Malerba (1997), o regime tecnológico do setor farmacêutico também é marcado por condições de alta oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade e por uma ampla variedade de possibilidades de soluções tecnológicas. Essas características serão essenciais na determinação da dinâmica e intensidade dos processos de competição e seleção, na distribuição geográfica dos inovadores, bem como na delimitação das fronteiras do conhecimento característica do setor observado. Baseado na natureza complexa da base de conhecimento (biotecnologia) do setor, Breschi e Malerba (1997) chegaram à conclusão que as fronteiras espaciais do conhecimento possuíam dupla dimensão: 1) local, aproveitando as externalidades geradas em clusters e 2) global, dada a necessidade de adquirir conhecimentos científicos e tecnológicos novos, que podem estar em qualquer parte do mundo.

Quanto à distribuição geográfica dos inovadores, todas as características do conhecimento citadas acima reafirmam a importância das externalidades locais e, portanto, a tendência do setor em concentrar as atividades produtivas. As regiões com maior concentração de empresas do setor são aquelas que oferecem as melhores infraestruturas, maior concentração de agentes essenciais no desenvolvimento da atividade tais como universidades, institutos de pesquisa, agências de fomento, dentre outros e de mão-de-obra qualificada.

Percebe-se também que existe uma forte tendência de concentração industrial no setor, pois apesar de existir facilidades na entrada no mercado, o conhecimento acumulado pode se tornar uma vantagem competitiva, assim como a alta apropriabilidade das inovações geradas neste setor devido pincipalmente às facilidades de proteção, limitando a extensão dos *spillovers* e beneficiando as empresas líderes, que se apoderam das vantagens inovativas.

A biotecnologia afeta também outras dimensões dos Sistemas Setoriais de Inovação dos quais ela faz parte. A forma como os atores interagem entre si, a maneira como as instituições, regulam o mercado, bem o comportamento da demanda, são fatores diretamente impactados pelo processo de desenvolvimento da biotecnologia.

As atividades biotecnológicas nos diversos sistemas setoriais de inovação, em geral, envolvem a participação de um grupo heterogêneo de agentes: grandes empresas multinacionais, institutos de pesquisas, públicos e privados, agências de financiamento e de capital de risco, pequenas empresas (podem ser *spin offs*, *spin outs*, *start ups*) e as Novas Empresas Biotecnológicas (NEBs – empresas dedicadas exclusivamente a P&D). Esses agentes interagem e colaboram entre si tanto no nível nacional quanto no internacional, em busca de novos conhecimentos, financiamento, capital de risco, mão-de-obra qualificados e regulamentação.

O estabelecimento de redes de cooperação entre organizações com diferentes interesses nos setores com base biotecnológica passou a fazer parte de projetos estratégicos em função da complexidade das inovações, do grande envolvimento de conhecimentos tácitos e científicos e devido à multidisciplinaridade das tecnologias envolvidas em biotecnologia, que são, muitas vezes, complementares. Essas redes apresentam um caráter dinâmico e flexível, por isso, não existe um modelo pronto que possa ser copiado indiscriminadamente (PRESTES JUNIOR, 2008). As mesmas podem ser inter-organizacionais, entre diferentes organizações, empresas, institutos de pesquisa ou universidades.

O desenvolvimento da biotecnologia é bastante dependente de pesquisa básica, por isso as empresas biotecnológicas encontram os maiores especialistas dentro das universidades. Isso demonstra que o caminho da parceria é uma das formas de acessar um tipo de conhecimento que normalmente não existe no interior da empresa. Para dar continuidade às pesquisas iniciadas nas universidades, em geral, são constituídas *spin offs* e *start ups*[1]. É comum que estas empresas se estabeleçam inicialmente em incubadoras de empresas ou em áreas de concentração de empresas de alta tecnologia. Seja pela sua origem (pesquisa realizada na universidade), seja pelas necessidades tecnológicas, essas empresas mantêm uma íntima relação com as universidades e com os institutos de pesquisa, os quais dão suporte e abrigo às incubadoras, que auxiliam pequenas empresas a iniciarem os próprios negócios, com a infraestrutura e o apoio administrativo necessário (JUDICE, 2004).

As grandes empresas, em geral, participam do processo através de parcerias com as NEBs que se encontram na fronteira tecnológica (SILVEIRA e BORGES, 2004). As NEBs são empresas

[1]As s*tart ups* são empresas nascentes. Tanto as *start ups* quanto as *spin offs* podem ter origem em pesquisas realizadas por empresas ou institutos de pesquisa.

intensivas em pesquisa básica, visto que, em geral, surgem com a finalidade de dar continuidade às pesquisas básicas realizadas nas universidades, porém, possuem um cunho estritamente comercial, pois estão sempre em busca de novos produtos comercializáveis e rentáveis. Silveira e Borges (2004) afirmam que as NEBs equivalem a uma ponte que liga ciência básica e a indústria e que a formação de redes de cooperação é a maneira mais eficaz de terem os seus produtos desenvolvidos e comercializados.

As pesquisas demandadas no desenvolvimento da biotecnologia, em geral, são de longo prazo e envolvem um elevado teor de incerteza e risco. Esses riscos podem ser inerentes à tecnologia, configurando-se em "ameaças à saúde e ao meio ambiente", ou podem ir além do impacto tecnológico, afetando aspectos sociais, econômicos e culturais (SILVEIRA et al, 2004). Por isso, é importante que leis como a lei da Biossegurança[2].

Porém, o estabelecimento de certas instituições como, por exemplo, leis que regulamentam a apropriação de recursos genéticos nacionais, podem se transformar em obstáculos ao desenvolvimento de processos biotecnológicos novos, já que não acompanham na mesma velocidade as mudanças geradas pelas novas necessidades do mercado. O formato de todas essas instituições citadas, como outras, está diretamente associado ao país de origem (MALERBA, 2003).

Essas características, muitas vezes, criam dificuldades à P&D, especialmente quando o governo não assume uma posição ativa, com um forte marco regulatório, destinado para a proteção dos resultados obtidos com os avanços científicos e tecnológicos, e com programas designados à ampliação do volume de suporte financeiro, especialmente linhas de crédito de longo prazo. A P&D nessa área possui um elevado grau de incerteza, assim, além de tentar minimizá-las, as instituições públicas são as grandes responsáveis pelo financiamento dessas atividades. Os capitais de risco são uma alternativa ao financiamento tradicional, que têm possibilitado expandir e dinamizar as atividades de pesquisa nessa área, principalmente em empresas que apresentam um diferencial tecnológico e expectativas de alta rentabilidade futura. Instituições financeiras organizadas a partir de capital de risco e mercados de ações são importantes fontes de capitalização para empresas biotecnológicas (SILVEIRA *et al*, 2002).

Os esforços do governo para ampliarem a base de competência científica e tecnológica, notadamente, das instituições de ensino e pesquisa, são reconhecidos pelos agentes do sistema, que acabam respondendo positivamente a esses estímulos. As ações públicas devem, portanto, estarem

[2] Esta lei (Nº 11.105) estabelece e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente (Ministério da Fazenda; 2012).

baseadas em empreendimentos estratégicos que priorizem a formação de recursos humanos, a melhoria da infraestrutura (tanto de laboratórios quanto das empresas) e o acesso a informações e que aumente a internalização de P&D nas empresas nacionais.

De acordo com Silveira e Borges (2002) uma sociedade pode moldar o desenvolvimento de uma tecnologia por meio de instituições formais, ou seja, através de leis e órgãos governamentais e não-governamentais, responsável pelo controle e pela fiscalização do respectivo setor. Mas, instituições informais podem também influenciar a trajetória tecnológica de determinada tecnologia. No caso da biotecnologia, alguns receios (hábitos) da sociedade com relação aos transgênicos, por exemplo, assim como convenções tecnológicas que dominam as esferas do governo responsáveis pela aprovação ou reprovação da comercialização desses produtos, dificultam a difusão dessa tecnologia.

Portanto, a relação entre as instituições e o progresso técnico em qualquer área do conhecimento é sempre muito estreita, especialmente em áreas que lidam com ciências relacionadas à vida, como a biotecnologia (SILVEIRA e BORGES, 2004). O papel das instituições no processo de inovação e difusão da biotecnologia só pode ser compreendido se for considerado um conceito mais amplo, que abranja tanto as instituições formais como as informais (SILVEIRA *et al*, 2004).

Por fim, mudanças na demanda dos setores farmacêuticos e da agricultura influenciam o processo de mudança tecnológica do setor biotecnológico. As crescentes demandas por alimentos e ao mesmo tempo a vasta preocupação com preceitos ligados à sustentabilidade têm mudado e exigido diversas adaptações no modo como a agricultura vem produzindo. A revolução agrícola atual é muito mais dependente do uso intensivo de conhecimentos científicos e técnicas biotecnológicas do que de inovações mecânicas e químicas (SILVEIRA e BORGES, 2004). Em compensação, o setor farmacêutico tem enfrentado sinais de esgotamento da sua trajetória tecnológica, perceptíveis pela elevação de custos para descoberta de novos produtos (Silveira e Borges, 2004). A aplicação da biotecnologia é vista pelo setor farmacêutico, então, como uma solução vantajosa econômica e tecnicamente, visto que, em muitos casos, reduz o custo de produção e número de erros, principalmente na fase inicial da produção, além de abrir novas oportunidades em drogas genéricas (SILVEIRA*et al*, 2002; SILVEIRA e BORGES, 2004; MALERBA 2003).

Esse panorama apresentado pretende situar os desafios teóricos impostos pela biotecnologia moderna. Entretanto é importante salientar que a biotecnologia possui múltiplas dimensões que merecem um maior aprofundamento. Para vislumbrar a complexidade inerente a esse objeto e dar a devida atenção para as todas as suas dimensões é preciso que diversas correntes teóricas interajam para discorrer sobre o tema. Por isso, o trabalho julgou ser mais apropriado utilizar duas abordagens, ambas inseridas no arcabouço teórico neo-schumpeteriano.

A velocidade com que o novo paradigma é absorvido pela economia depende, em grande parte, do contexto institucional e do nível de maturidade em que se encontra o sistema de C&T, medido pelas seguintes variáveis: P&D, capacidade de gerar conhecimento através de pesquisas pelas universidades e institutos de pesquisas, públicos e privados, qualificação da mão-de-obra (CEPAL, 2008). Os países que não impelirem o devido esforço para desenvolver os sistemas, nacional e setoriais, de inovação podem incorrer no sério risco de não conseguirem alavancar a produção nacional de biotecnologia, podendo perder competitividade internacional e não conseguir expandir a fronteira tecnológica.

As transformações que abrangem a biotecnologia ocorrem de maneira complexa na realidade, por isso, a importância dessas teorias que se ocupam em explicar de que maneira essas mudanças ocorrem, de modo a torná-las mais compreensíveis e holísticas. A introdução dos conceitos sistêmicos e de paradigmas auxiliará o trabalho a dissertar sobre os processos concorrenciais e seus desdobramentos dinâmicos típicos da biotecnologia.

Perfil das Empresas de Biotecnologia no Brasil

O Trabalho procurou de forma sistemática e descritiva, analisar os dados oriundos da Pesquisa de Inovação Tecnológica desenvolvida pelo IBGE, em 2005 e 2008, se atentando, sobretudo para as características, econômicas e tecnológicas, das empresas usuárias e/ ou produtoras de biotecnologia. A análise empírica desenvolvida nesse capítulo está dividida em três dimensões de indicadores: características das empresas (localização, principais setores e níveis tecnológicos), esforço inovativo (gastos em P&D, mão-de-obra qualificada e atividades inovativas) e desempenho inovador (patentes e novos produtos e processos).

Os dados da PINTEC nos auxiliarão na construção do perfil das empresas nacionais, especialmente as empresas biotecnológicas, captando como se dão as diversas interações entre atores e a promoção de P&D nos sistemas de inovação dos quais a biotecnologia faz parte. Os resultados cotarão com uma rica gama de informações, qualitativas e quantitativas, extraídas dos indicadores setoriais, bem como possibilitarão que as empresas avaliem seu desempenho com relação à média setorial, governos desenvolvam e avaliem políticas nacionais, regionais e setoriais e, por fim, que estudiosos analisem de maneira crítica e sistêmica as características setoriais da inovação.

Principais Características das Empresas de Biotecnologia

Nesta seção iremos avaliar as principais características das empresas nacionais de biotecnologia, sempre comparando com as demais empresas nacionais com relação a localização dessas empresas, como as mesmas estão segmentadas e divididas por nível tecnológico.

A localização de uma empresa é um fator que impacta diretamente o seu processo de inovação, na medida em que regiões com infraestrutura adequada, concentração de mão-de-obra qualificada, universidades e centros de pesquisas conceituados pela sua produção científica, criam condições favoráveis à pesquisa e desenvolvimento.

A tendência à concentração da atividade industrial na região Sudeste é comum às empresas nacionais. Em 2005, a região Sudeste concentrava 72,37% das empresas biotecnológicas e 55,27% das demais empresas. Essa região classifica-se como o grande pólo brasileiro em biotecnologia. Na Pintec 2008 observa-se que a região Sudeste mantém a sua preponderância, mas, com um pequeno movimento de desconcentração das empresas biotecnológicas. A concentração da atividade industrial do país na região sudeste se justifica pelo crescimento econômico dessa região, que por consequência ocasionou no desenvolvimento de sistemas de inovação, regionais e setoriais, melhores estruturados. Essa região não só concentra a atividade industrial do país, como também as universidades e os centros de pesquisas mais conceituados do Brasil, o que contribui para construção de um ambiente mais propicio às iniciativas de inovação.

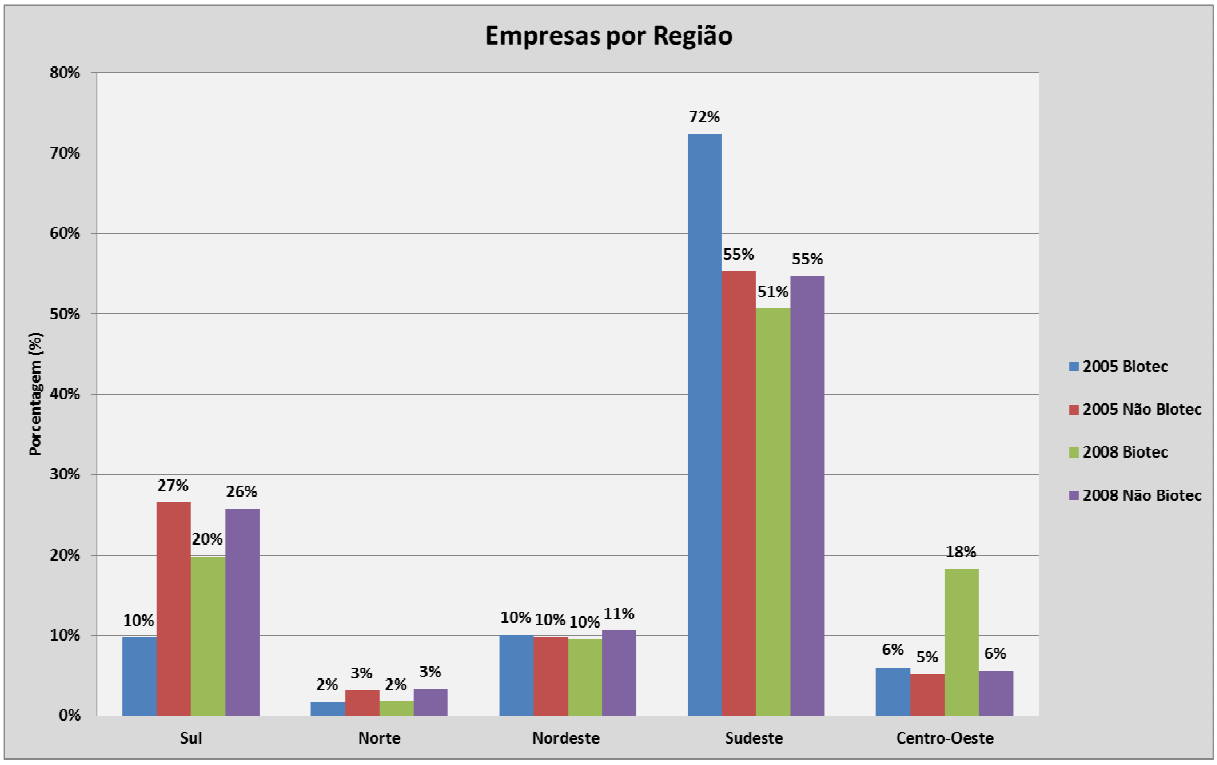
Em 2005 a região Nordeste era a segunda região com o maior número de empresas de biotecnologia. Embora num patamar bem abaixo (10,06%) com relação à região Sudeste, superou as regiões Sul, Norte e Centro-Oeste (9,75%, 1,72% e 6,09%, respectivamente). Acredita-se que a criação da Rede Nordeste de Biotecnologia (Renorbio) em 2003 tenha contribuído para este movimento de concentração. O Renorbio nasceu com o intuito de formar pesquisadores e estimular os profissionais com competências em biotecnologia e áreas afins, para executar projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) de extrema importância para o desenvolvimento da região (IPIRANGA E ALMEIDA, 2012).

Em 2008, os dados evidenciam mudanças nessa distribuição regional. A região Sul assumiu o segundo lugar, com 19,83% das empresas de biotecnologia, seguida pelo Centro Oeste (18,27%), Nordeste (9,54%) e Norte (1,73%). A partir deste período, principalmente em 2009, o governo do Rio Grande do Sul começou a colocar em prática diversas iniciativas que demonstravam o crescente interesse e investimento em biotecnologia como, por exemplo, os Pólos de Desenvolvimento Tecnológico, Programa de Investigação de Genomas Sul (Pigs), a FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária e Unidades da EMBRAPA/RS.

A porcentagem de empresas de biotecnologia mais que dobrou de 2005 para 2008 nas regiões Centro Oeste e Sul, passando de 6,09% para 18,27% e de 9,75% para 19,83%, respectivamente. Nas regiões do Norte a participação dessas empresas também aumentou, mesmo que de forma muito menos intensa. Enquanto, no Nordeste e Sudeste ocorreu uma redução relativa de empresas biotecnológicas e usuárias de biotecnologia localizadas nessas regiões.

Em linhas gerais, a distribuição por estado segue a mesma tendência das empresas que não declararam serem usuárias e ou produtoras de biotecnologia. A região sudeste concentrava em 2005, 55,27% das empresas não usuárias nem produtoras. No entanto, a região sul ocupa o segundo lugar (26,54%), ao invés da região nordeste, que ocupa o terceiro (9,81%). Em seguida, aparece, a região centro-oeste (5,19 %) e, por fim, a região norte (3,19%). Em 2008, apesar de ter ocorrido algumas pequenas alterações na representatividade de todas as regiões, a hierarquia permaneceu a mesma.

Gráfico 1 - Porcentagem de empresas usuárias e/ou produtoras e das não usuárias e/ou produtoras por região - PINTEC 2005 e 2008



Fonte: IBGE – PINTEC 2007 e 2010.

Um elemento importante para a análise do comportamento das empresas de biotecnologia refere-se à sua distribuição setorial, como demonstrado no gráfico 2. Em 2005, o setor produtor de produtos alimentícios dominava o grupo de empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologias

(29%). No ano de 2008, a representatividade das empresas biotecnológicas inseridas nesse setor aumentou significativamente para 55%. Acredita-se que o significativo crescimento da representatividade do uso de biotecnologia no setor de alimentos se deve a regulamentação dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM), conhecido usualmente como transgênicos. A primeira lei de Biossegurança, criada em 1995, instituiu a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio (comissão consultiva ligada ao MCT), cuja função era fazer análise de risco biológico dos eventos transgênicos. Qualquer OGM, trabalhos de pesquisas, experimentação ou de liberação comercial tem que ser aprovado pela CTNBio. No Brasil existem 292 grupos com Certificados de Qualidade e Biossegurança (CQB), liberados pela CTNBio, para trabalhar com engenharia genética em universidade, empresas públicas e privadas.

Segundo a ISAAA (2009), em 2009 o Brasil já tinha uma área de 21,4 milhões de hectares com lavouras biotecnológicas plantadas (soja, milho e algodão, principalmente), ocupando a segunda posição em área plantada. A soja, o milho e algodão são as *commodities* com maior proporção de variedades geneticamente modificadas. Silveira *et al* (2009) afirma que a grande e rica biodiversidade brasileira (com 20% das plantas, animais e microorganismos catalogados e com 55 mil espécies – 21% do total classificado em todo mundo) potencializa o desenvolvimento da biotecnologia agrícola no Brasil. De acordo com Silveira *et al* (2009), o forte sistema nacional de pesquisa agrícola do país é outro fator que impulsiona o setor agrícola nacional e promove os destaques para as pesquisas desenvolvidas no Brasil.

Mas, se pode dizer que mais que um sistema de pesquisa bem estruturado, esse setor possui um sistema de inovação setorial articulado e com a presença de atores de destaque na área de pesquisa, tanto na iniciativa privada quanto na esfera pública. As instituições como a Embrapa, Fapesp, rede ONSA, assim como universidades como a Unicamp, UFRJ e a Esalq se despontam na área de pesquisa no setor, e corroboram com o desenvolvimento do sistema de inovação que circunda este setor.

Os setores químicos (21,6%), farmacêutico (6,9%), de máquinas e equipamentos (11%), confecção de artigos de vestiários e acessórios (8%) e fabricação de produtos minerais não-metálicos (5,9%), até 2005, são destaques quanto ao número de empresas declarantes como usuárias e/ou produtoras de biotecnologia. Com relação ao grupo de empresas não usuárias e produtores de biotecnologia, os setores de confecção de artigos de vestiários e acessórios (14,4%) têxtil (4,9%), químico (4,3%), de fabricação de produtos minerais não-metálicos (7,8%), máquinas e equipamentos (6,8%) eram os setores mais representativos em 2005.

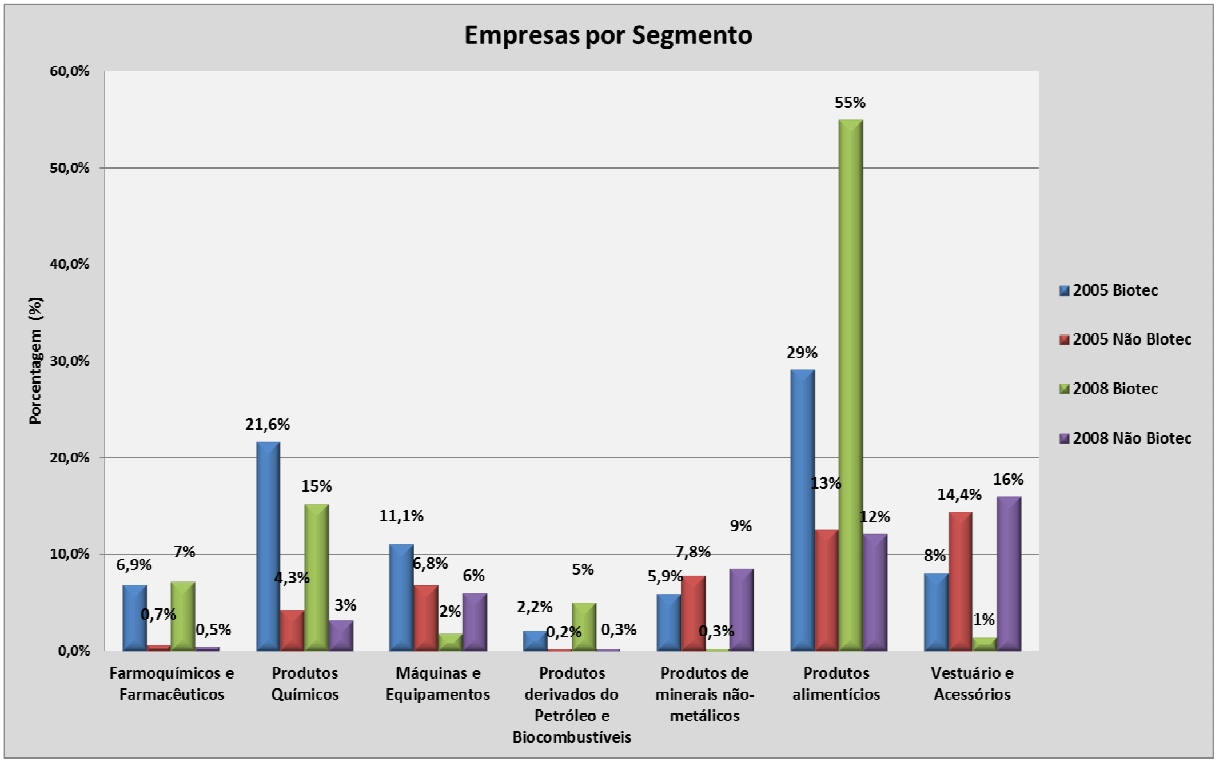
O setor farmacêutico brasileiro também possui notáveis instituições de pesquisas como é caso da Fundação Oswaldo Cruz, da Bio-Manguinhos, Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar),

instituto Butantã e Ludwig, que fazem uma ponte entre produção científica e o mercado. Porém, o Brasil ainda não conquistou a representatividade internacional que almeja nessa área. O mercado de vacinas brasileiro, por exemplo, ainda depende fortemente da importação de insumos, o que acaba elevando os custos de produção e comprometendo os avanços tecnológicos na área (Silveira *et al*, 2004). Além das importações, os longos períodos de maturação das pesquisas da área juntamente com a necessidade de elevados investimentos acabam também elevando os custos desta atividade. O mercado farmacêutico brasileiro, para completar, é controlado por empresas americanas e européias, que foram oligopólios verticalizados (SILVEIRA *et al*, 2004). O Brasil, assim, se configura como um seguidor das transformações que ocorrem na fronteira tecnológica no setor de saúde humana, mas, com o auxílio das instituições de pesquisas, sendo a maioria pública, tem monitorado e mapeado os avanços internacionais.

No que se refere ao crescimento do número de empresas usuárias e produtoras de biotecnologia em 2008, se destacam os setores de fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de bicombustíveis nucleares, que passou de 2,2% em 2005 para 5% em 2008. O Brasil, trinta anos após o início do Proálcool, vive uma nova fase que prescreve a expansão da produção em larga escala com o intuito de oferecer combustíveis alternativos, tanto a nível nacional quanto a nível internacional. A confiança em alternativas ao petróleo como combustível move pesquisas que envolvem o desenvolvimento de biodiesel, as quais buscam cada vez mais por maneiras mais eficazes de produzi-los. A biotecnologia veio dar um novo estimulo à produção de álcool no Brasil, como pode ser comprovado com a aprovação do organismo transgênico na área, o etanol criado a partir do processo de fermentação da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, extraida do caldo da cana-de-açucar. Essa descoberta aliada à abundância de matéria-prima (açúcar e carbono) e ao seu baixo custo poderá aperfeiçoar o processo de produção do etanol no Brasil, em escala industrial.

Outro ponto interessante que podemos analisar foi que os setores considerados pela OCDE como setores com baixo nível tecnológico são os setores que mais utilizam e produzem biotecnologia no Brasil. Os setores classificados como alta tecnologia são os que possuem o menor número de empresas biotecnológicas no Brasil, o que acaba comprovando a concentração da produção brasileira em setores de menor intensidade tecnológica.

Gráfico 2 - Porcentagem de empresas usuárias e/ou produtoras e das não usuárias e/ou produtoras por setor - PINTEC 2005 e 2008

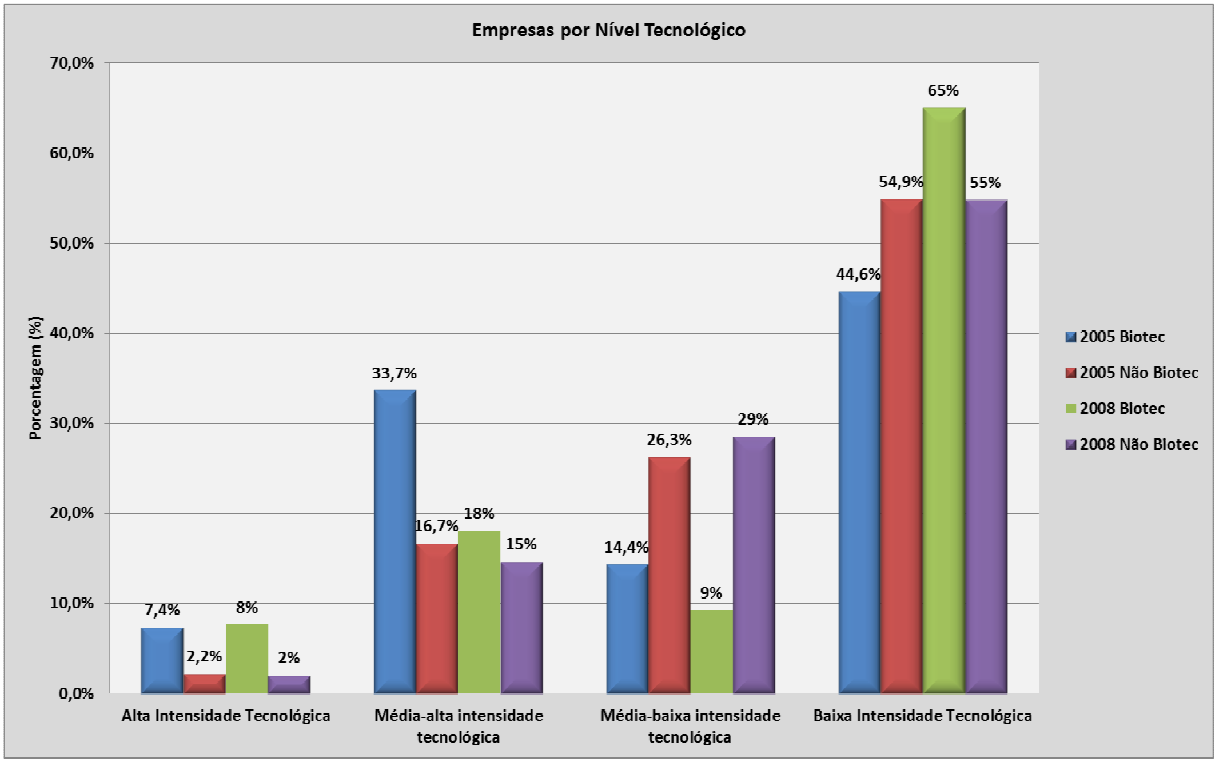


Fonte: IBGE – PINTEC 2007 e 2010.

Com o intuito de identificar algumas diferenças estruturais entre os diversos setores estudados, os dividimos em quatro classes definidas por intensidade tecnológica, conforme classificação adotada pela OCDE: alta intensidade tecnológica (setor aeroespacial; farmacêutico; de informática; eletrônica e telecomunicações; instrumentos), médio-alta intensidade tecnológica (setores de material elétrico; veículos automotores; química, excluído o setor farmacêutico; ferroviário e de equipamentos de transporte; máquinas e equipamentos); médio-baixa intensidade tecnológica (setores de construção naval; borracha e produtos plásticos; coque, produtos refinados de petróleo e de combustíveis nucleares; outros produtos não metálicos; metalurgia básica e produtos metálicos); baixa intensidade tecnológica (outros setores e de reciclagem, madeira, papel e celulose; editorial e gráfica; alimentos, bebidas e fumo; têxtil e de confecção, couro e calçados).

O parque industrial é composto na sua maioria por empresas consideradas de baixa intensidade tecnológica, seguido pelas empresas classificadas como médio-baixa e médio-alta intensidade tecnológica, respectivamente. Como esperado, as empresas classificadas como empresas de alta intensidade tecnológica têm uma representatividade muito baixa no mercado brasileiro. Isso significa que ainda não temos um sistema nacional de inovação maduro, que nos permita desenvolver C&T de ponta para nos mantermos na fronteira tecnológica.

Gráfico 3 - Porcentagem de empresas usuárias e/ou produtoras e das não usuárias e/ou produtoras por nível tecnológico - PINTEC 2005 e 2008



Fonte: PINTEC 2007 e 2010

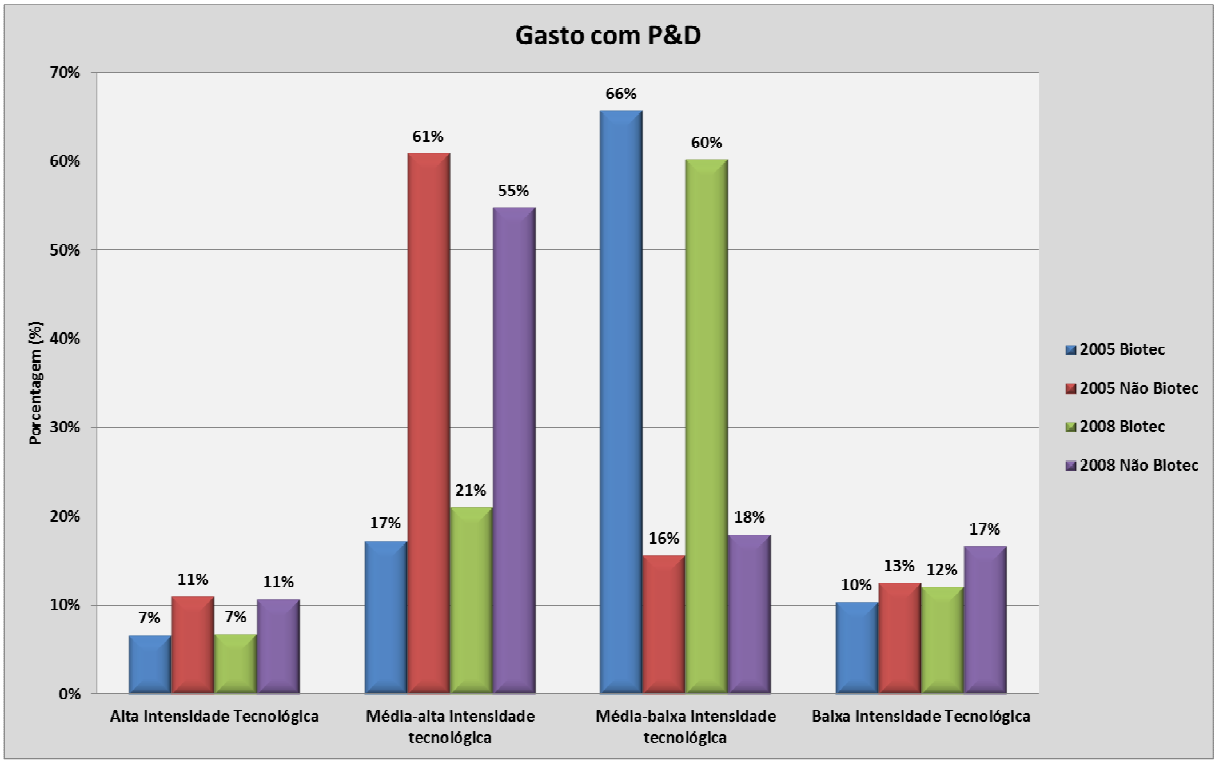
Esforço Inovativo das Empresas de Biotecnologia

O gasto com P&D é considerado por diversos estudos como uma *proxy* do esforço inovativo das empresas. Por sinal, essa variável é uma das que melhor representa esse esforço, dado o seu vínculo de causalidade com a inovação final. Esses gastos com P&D podem ser tanto internos quanto externos.

O Brasil apresenta uma forte tendência em produzir bens primários, considerados produtos de baixo valor agregado. Mesmo que a produção de setores como o agrícola esteja vinculada à utilização de tecnologias de alto nível tecnológico, como é o caso da biotecnologia, esse setor é classificado pela OCDE como um setor de baixa tecnologia. Aqui entra uma recente discussão referente aos setores classificados como de baixa tecnologia considerada por muitos, como usuárias passivas de tecnologias desenvolvidas em outros setores (MORCEIROet al, 2011). Porém, essa visão simplifica a complexidade da atividade inovativa e minimiza os obstáculos enfrentados nesse processo. Assim, Moceiro et al (2011) propõe uma nova metodologia que se atenta para a complexidade que envolve a atividade inovativa das industrias tradicionais, que por sua vez, envolvem assimilação, adaptação, criação de novos conhecimentos, ricas interações entre diversos atores, produtos e processos sofisticados, que são desconsiderados pelas classificações tradicionais.

Nesse sentido, ao analisarmos os gastos das empresas com P&D percebe-se que as empresas, tanto de biotecnologia quanto as demais, classificadas como de média-baixa e média-alta intensidade tecnológica são as que mais gastam com P&D, mais até que as empresas de alta intensidade tecnológica. O mais interessante é que os setores de baixa intensidade tecnológica apresenta um nível de gasto com o P&D muito parecido com o setor de alta intensidade. Isso se deve ao dinamismo dos setores de média e baixa intensidade tecnológica no Brasil, conforme apontado anteriormente.

Gráfico 4 - Dispêndio com P&D: 2005 e 2008



Fonte: PINTEC 2007 e 2010

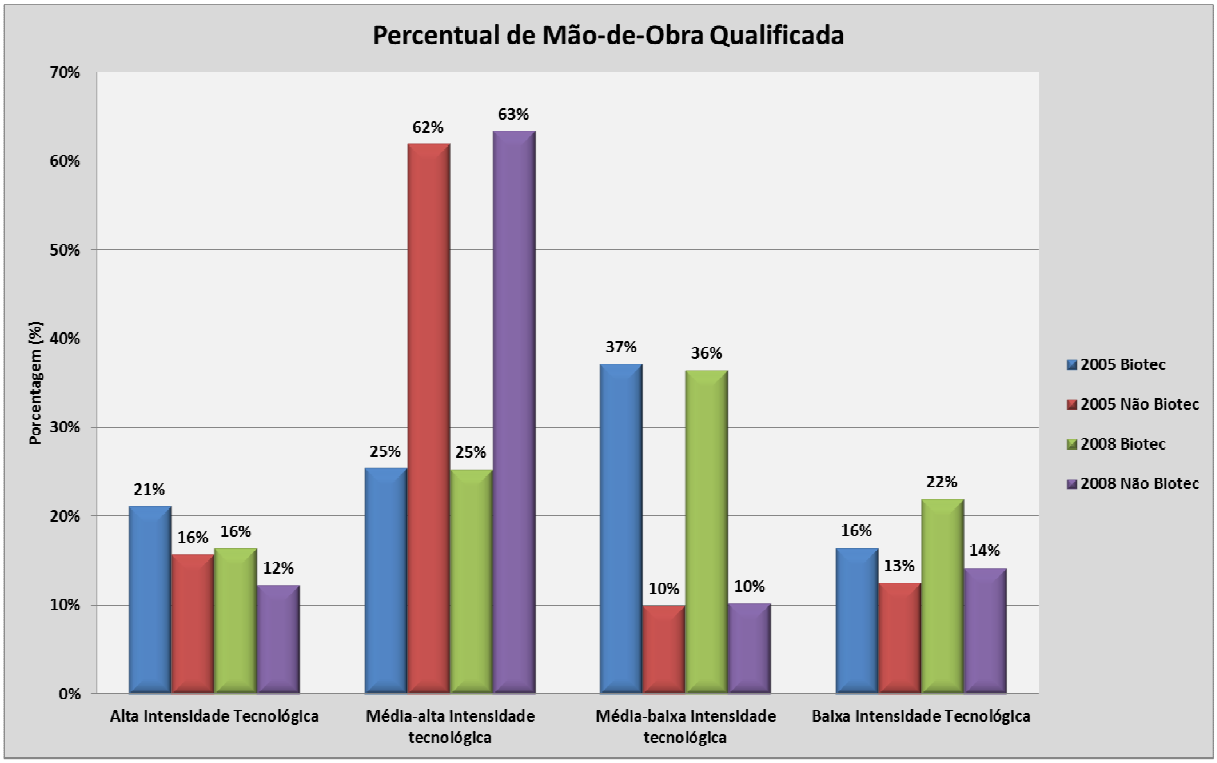
O padrão especificado acima é replicado para o número de pessoas contratadas com nível de qualificação (graduadas, mestres e doutores). As empresas, tanto de biotecnologia quanto as demais, classificadas como de média-baixa e média-alta intensidade tecnológica contratam um maior número de profissionais com um segundo nível de qualificação, exceto as empresas não usuárias e/ou produtoras de biotecnologia consideradas como média-baixa intensidade tecnológica, a qual manteve um nível abaixo das demais.

A demanda por profissionais qualificados na área de biotecnologia no Brasil é alta. Mas, para que essa demanda seja suprida, é necessário que atitudes sistêmicas sejam tomadas a respeito, envolvendo a participação dos Ministérios do Governo Federal, MEC, MS, MDIC, MCT e MA

(BATALHA *et al*, 2004). A quantidade de *papers* publicados na área de biotecnologia em revistas e o número de doutores formados têm aumentado significativamente no Brasil. Isso se deve, em grande medida, aos maiores incentivos dados pelo governo brasileiro, que tem aumentado os recursos destinados a pós-graduação (aumento o número de bolsas de doutorado e mestrado), o que aumento o número de pesquisadores na área.

As Universidades e instituições de pesquisas, principalmente as públicas, são responsáveis por grande parte das atividades de pesquisa e dos investimentos em biotecnologia. São ainda os lugares onde a maioria do pessoal qualificado se concentra. Sabe-se, baseado no conceito de vantagens competitivas, que o recurso humano é um dos fatores primordiais para um desenvolvimento sustentável (BATALHA *et al*, 2004). Dada a complexidade inerente aos processos biotecnológicos, as empresas biotecnológicas atraem profissionais mais experientes, com uma extensa experiência acadêmica e com elevado nível de publicação (SILVEIRA *et al*, 2002).

Gráfico 5 - Nível de qualificação dos funcionários por nível tecnológico: 2005 e 2008

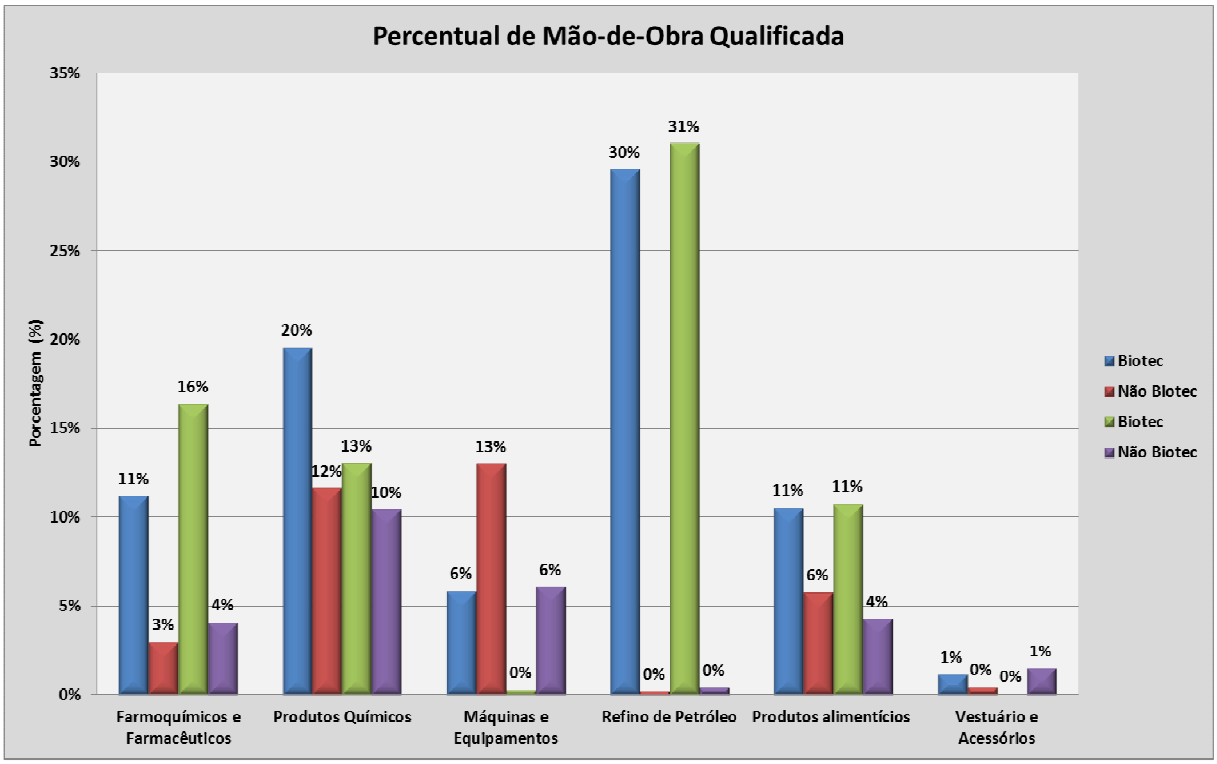


Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Em 2005, no grupo de empresas usuárias e/ ou produtoras de biotecnologia pertencentes ao setor de refino de petróleo eram as empresas com o maior número de pessoas qualificadas envolvidas com atividade de P&D (30%), seguido por fabricação de produtos químicos (20%), farmaquímicos e farmacêuticos (11%) e agrícolas (11%).

Já em 2008, o setor petrolífero continuou sendo o setor com a maior quantidade de pessoas qualificadas, com 31% dos colaboradores com nível superior ou pós-graduação, seguido pelos setores farmaquímico e farmacêutico (16%), químico (13%), agrícola (11%). Pode-se perceber que os setores que se destacaram, são os setores melhores organizados a nível nacional, com sistemas de inovação setoriais dinâmicos e bem formados. Por exemplo, o avanço na agricultura e o uso intensivo de defensivos, sementes, fertilizantes, máquinas agrícolas com tecnologia embarcada, combinada com técnicas de plantios, além de ganhos com o desenvolvimento de pesquisa na área por institutos renomados como a Embrapa, por exemplo, isso tudo tem exigido desse setor uma profissionalização e qualificação da sua mão-de-obra.

Gráfico 6 - Nível de qualificação dos funcionários por setor: 2005 e 2008



Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Tanto em 2005 quanto em 2008, as empresas biotecnológicas apresentaram médias maiores de empresas que realizavam continuamente P&D e que participavam de arranjos cooperativos. A complexidade inerente ao desenvolvimento de atividades biotecnológicas e a multidisciplinaridade dessa base de conhecimento estimulam a formação de redes de cooperação para a promoção de inovação, bem como a manutenção de pesquisas e desenvolvimentos dentro das companhias e fora, junto às incubadoras.

Acredita-se que a ampliação e desenvolvimento de redes de cooperação, baseados na visão da inovação colaborativa, se devem a adoção do modelo de inovação aberta, que combina conhecimentos internos e externos (CHRISTENSEN, 2005). Em geral, a formação de arranjos de cooperação por empresas de biotecnologia conta com a participação de importantes instituições governamentais como CNPq, FAPESP, FINEP e BNDES, instituições de pesquisa, nacionais e internacionais, e diversos outros colaboradores.

O objetivo de estreitar o relacionamento com a comunidade científica, também está presente na maioria dessas empresas, que visam estimular e incentivar o desenvolvimento da ciência básica e aplicada. Portanto, buscando gerar conhecimentos e desenvolver processos tecnológicos, as empresas biotecnológicas e usuárias vêm atuando em redes de forma multidisciplinar, desenvolvendo a gestão do conhecimento e da cultura para inovação.

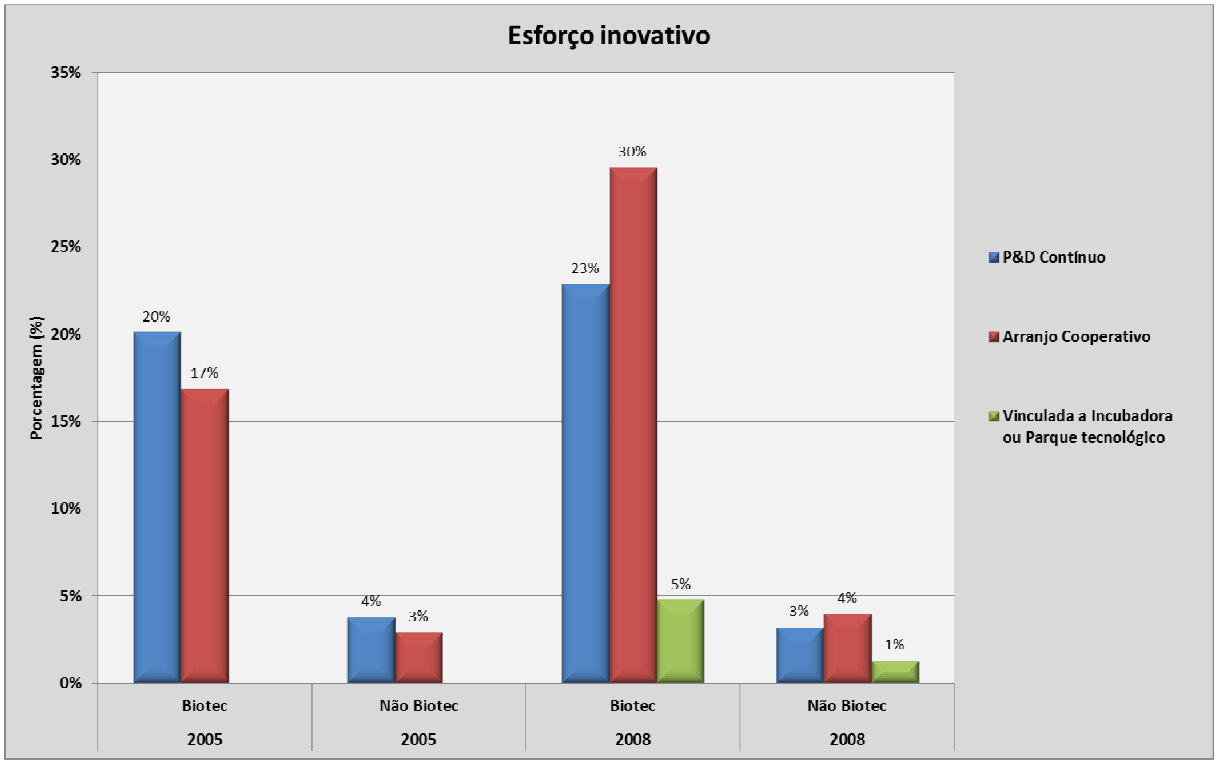
Por isso, acredita-se que os parques tecnológicos, compostos por um conjunto de instituições de pesquisas, empresas especializadas, universidades, dentre outras organizações e instituições, facilitam a aplicação comercial da pesquisa tecnológica, como os desenvolvimentos científicos biotecnológicos, engajadas em circuitos integrados. Os *clusters* de biotecnologia, em geral, costumam formar parques tecnológicos com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento das indústrias locais. Os parques tecnológicos são lugares onde os *spillovers* gerados na indústria local beneficiam todos os atores envolvidos no processo de inovação. Nesse caso, os pesquisadores acabam encontrando ambientes mais propícios e dinâmicos de trabalho, o que privilegia o estreitamento das relações entre empresas, universidades e institutos de pesquisa.

Outro ponto importante, que caracteriza as empresas biotecnológicas é processo de incubação. As empresas e universidades incubadoras criam condições para que as empresas nascentes (*star ups*) superem as dificuldades encontradas no estágio inicial de desenvolvimento da tecnologia e criação do plano de negócio. São exemplos de empresas incubadoras no Brasil a BIOMINAS, Fundação BIO-RIO/ UFRJ e CIIOTEC/UFRS (Centro de Biotecnologia do Rio grande do Sul) e os institutos nacionais de ciência e tecnologia de biotecnologia (INCTs), como o ordenado pela FAPESP. Essas empresas oferecem suporte para empresas iniciantes gerencial, administrativo, mercadológico e até mesmo técnico, quando necessários. Universidades e centros de pesquisas científicas do país também abrigam as incubadoras (JUDICE, 2004).

Os dados referentes à média de empresas incubadas estão disponíveis apenas para o ano de 2008. Nesse ano, a porcentagem de empresas incubadas biotecnológicas ou usuárias de biotecnologia (5%) era maior que as demais empresas (1%). Possivelmente isto se deve aos mesmos motivos citados anteriormente. De acordo com Judice (2004), as incubadoras são consideradas

instrumento de constituição de empresas e possuem uma importância diferenciada para a área de biotecnologia devido, principalmente, ao longo período de maturação das pesquisas desse setor.

Gráfico 1 - Esforço inovativo: 2005 e 2008



Fonte: PINTEC 2007 e 2010

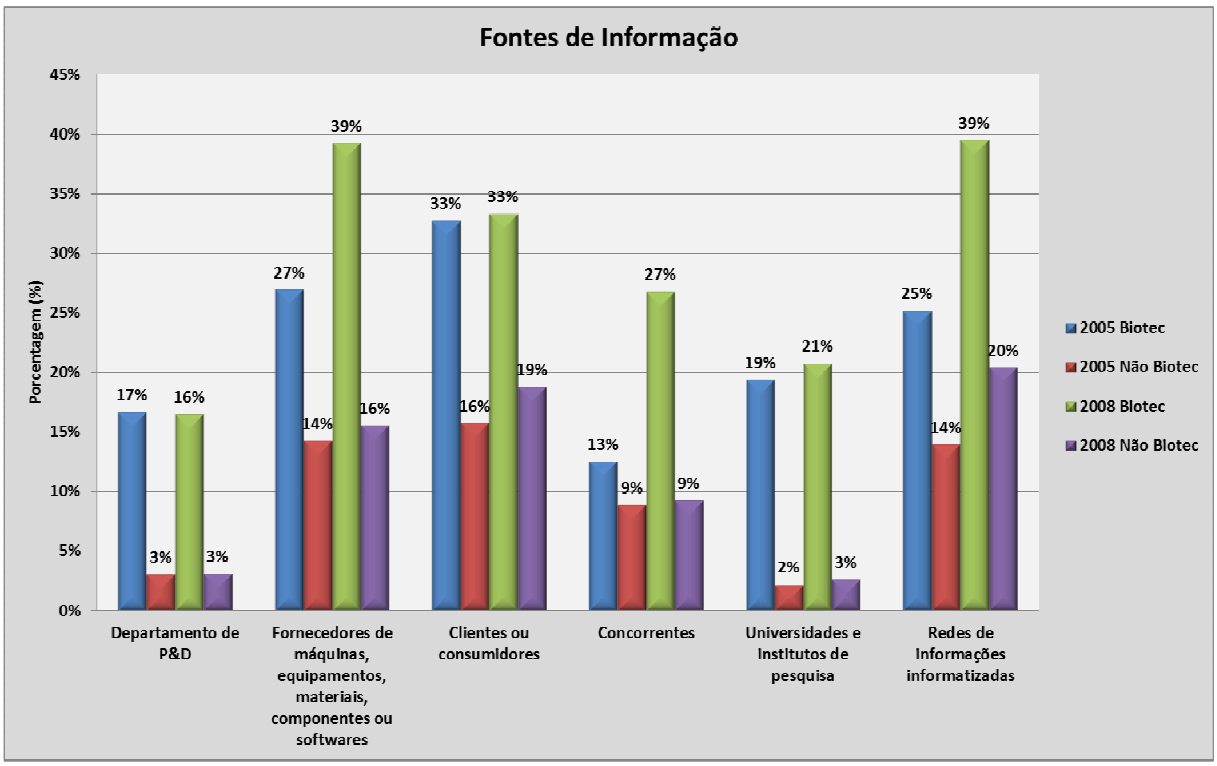
Ao analisarmos a importância dada às fontes de informação para o desenvolvimento das atividades produtivas e inovativas das empresas em 2005 e 2008, identificamos que fontes de informação consideradas de extrema importância pelas empresas de biotecnologia, foram consideradas por grande parte das demais empresas fontes inexpressivas de conhecimento. Quando se analisa um sistema de inovação, importantes funções explicativas cabem às fontes de informação e aos possíveis parceiros de rede, por isso, achou-se relevante levantar quais os *stakeholders* são consideradas importantes fontes de conhecimento para ambos os grupos de empresas.

Em 2005, as empresas biotecnológicas consideravam por ordem de relevância como fontes de informação de grande importância os clientes (33%), fornecedores (27%), redes de informação informatizadas (25%), Universidades (19%), departamento de P&D (17%) e concorrentes (13%). Clientes, fornecedores e redes de informação informatizadas, também eram considerados fontes de informação de extrema importância pelas demais empresas, bem como os concorrentes com 9%, enquanto, que universidades e departamento de P&D eram considerados fontes de menor importância. Em 2008, esse comportamento se replica, alterando apenas a ordem de importância

dada às fontes de informação pelas empresas. As empresas biotecnológicas passam a considerar os fornecedores e as redes de informação informatizadas como as fontes de informação mais importantes com 39% cada, seguidas por clientes (33%), concorrentes (27%), Universidades (21%), departamento de P&D (16%). Na medida em que, redes de informação informatizadas (20%), Clientes (19%), fornecedores (16%) e concorrentes (9%) continuam sendo consideradas as principais fontes de informação pelas demais empresas. Universidades e departamento de P&D permanecem sendo consideradas fontes de relevância marginais.

Portanto, podemos apontar dois comportamentos preponderantes nas empresas de biotecnologia, que as diferenciam das demais empresas. Primeiramente, o peso dado para cada fonte de informação não é muito discrepante, o que demonstra como essas empresas usufruem das diversas fontes de informação disponível, apresentando um padrão mais diversificado de abastecimento de conhecimentos e usufruindo de maneira eficiente de fontes externas para ampliar o seu leque de conhecimento e *expertise*. Dessa forma, acredita-se que as empresas de biotecnologia são mais propensas às ações cooperativas que as demais empresas. Além disso, por se tratar de uma indústria que tem como base P&D e como resultado inerente inovações, as universidades e departamentos de P&D se tornam grandes parceiros, bem como fontes de informações e pesquisas encontradas na fronteira tecnológica.

Gráfico 7 - Fontes de Informação com Elevado Nível de Importância: 2005 e 2008



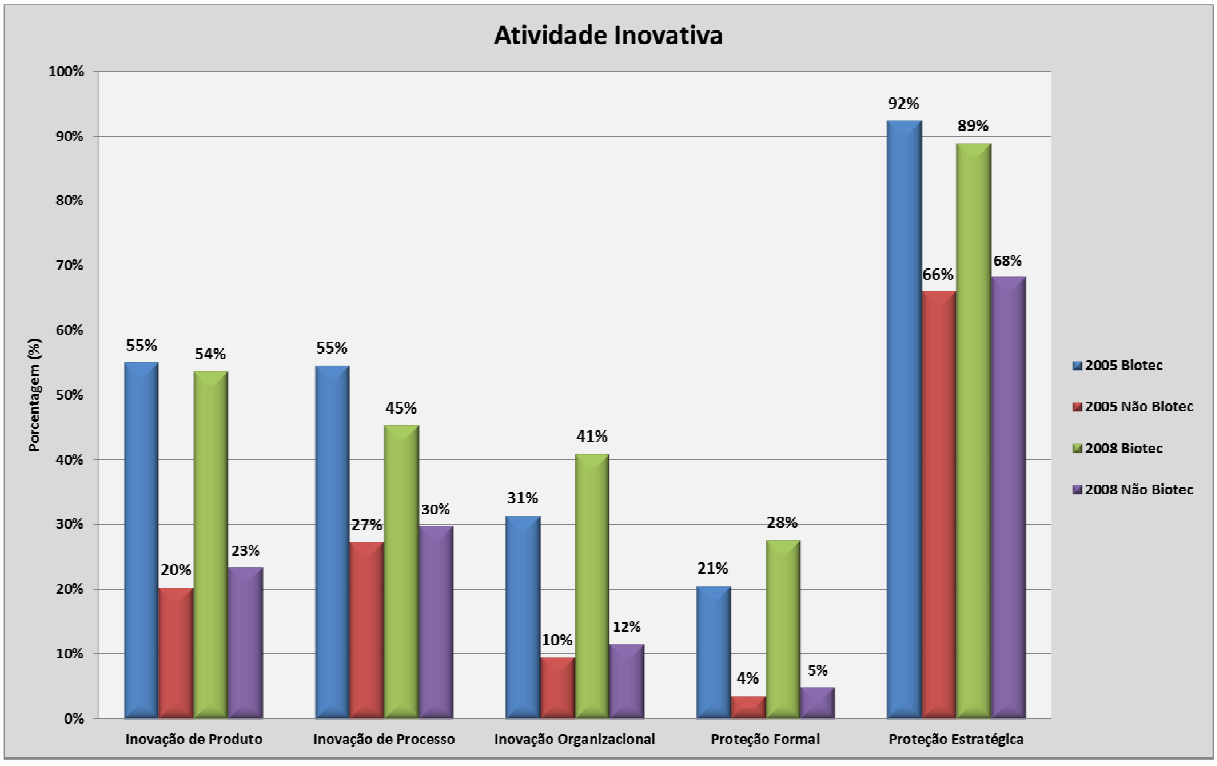
Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Desempenho Inovativo das Empresas de Biotecnologia

Quanto ao desenvolvimento de novos produtos, processos e organizacional, observa-se que as empresas biotecnológicas, em média, desenvolveram mais novos produtos, processos e formas organizacionais do que as não usuárias nem produtoras de biotecnologia, tanto no ano de 2005 quanto em 2008. Em 2005, 55% das empresas usuárias e ou produtoras de biotecnologia inovaram em produtos contra apenas 20% empresas não usuárias de biotecnologia.

Em 2008 esse quadro não sofreu alterações significativas. Em média as empresas biotecnológicas continuariam gerando mais novos produtos e melhorias, o que se repetiu nos casos de inovação de processo e organizacionais. Além disso, ficou evidente que as empresas biotecnológicas também utilizam mais de ferramentas de proteção, formais e informais, que as demais empresas, ou seja, essas empresas patenteiam mais que a média de empresas não biotecnológicas.

Gráfico 8 – Resultados da Atividade Inovativa - PINTEC 2005 e 2008



Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Isso demonstra, que as condições de relacionamento e desenvolvimento de pesquisa, os transbordamentos gerados dentro dos sistemas setoriais de inovação dos quais a biotecnologia faz parte, bem como os impactos gerados pela disseminação do paradigma técnico-econômico da

biotecnologia, favorecem a criação de um ambiente mais propício à inovação, seja ela por produto, processo ou estratégia.

Desta forma, podemos concluir que a análise do perfil das empresas nacionais de biotecnologia nos exige um olhar crítico perante todos os elementos envoltos no processo de inovação sob a ótica da teoria de sistemas setoriais de inovação, se atentando para todas possíveis articulações dos diversos atores vinculados a cada setor, a diversidade das fontes de conhecimento, assim como a grande necessidade de cooperação. Além disso, não podemos deixar de perceber a capacidade da Biotecnologia, no papel de paradigma técnico-econômico, de criar novas necessidades, mudar as trajetórias tecnológicas de diversos setores, inclusive dos setores tradicionais, bem como os padrões de desenvolvimento.

Considerações Finais

Portanto, os desdobramentos causados pela biotecnologia enquanto paradigma técnico-econômico, afetam não apenas a esfera econômica, como também as esferas sociais, institucionais, ambientais e até mesmo políticas (SILVEIRA, 2002; CEPAL, 2008, OCDE, 2005), exigindo mudanças na rotina, produção, capacidade de gerar novos conhecimentos e estratégias e na forma como os agentes interagem entre si.

Pode dizer, então, que as empresas biotecnológicas ou usuárias de biotecnologia são tipicamente schumpeterianas, no sentido em que as suas trajetórias tecnológicas são determinadas especialmente pela sua intensa atividade inovativa, delineada pelo paradigma técnico-econômico da biotecnologia (SILVEIRA, 2002). O surgimento desse novo paradigma gerou mudanças na economia, a nível nacional, local e setorial. Todavia, as oportunidades tecnológicas e o nível de difusão desses conhecimentos pela economia dependem das características do sistema de inovação, do qual essas empresas fazem parte. As oportunidades criadas pelas redes de cooperação e os transbordamentos gerados pelos novos conhecimentos, dentro de um sistema de inovação, mais especificamente dos sistemas setoriais de inovação, o torna uma fonte inesgotável de novas oportunidades tecnológicas (SILVEIRA, 2002).

Assim, a análise multidimensional proposta pela perspectiva de sistemas setoriais de inovação aplicada à análise dos setores marcados pela presença da biotecnologia, pode ser útil para compreensão da dinâmica dessas áreas e dos fatores que influenciam e determinam o desenvolvimento da biotecnologia em cada setor. A partir dessa discussão, concluem-se que esses sistemas setoriais de inovação apresentam uma tendência de clusterização, que acontece em torno da produção científica, em busca do desenvolvimento de inovação tecnológica e, ao mesmo tempo,

esses setores interagem intensamente com fontes de informações externas, dada a necessidade de estar em encontro com novas tecnologias e desenvolvimentos científicos.

É notável o destaque das empresas de biotecnologia no que se refere ao esforço e ao desempenho inovativo. Os resultados mostraram algumas diferenças significativas nos padrões de inovação dessas empresas, que se mostram mais propensa às ações mais cooperativas, aquisição conhecimentos e pequisas por meio de fontes externas, aprensentando um padrão mais diversificado de abastecimento, quanto aos tipos de agentes (heterogêneos) e a delimitação geográfica do conhecimento (local e global).

Observa-se, assim, que o processo de inovação raramente acontece de forma isolada. A inovação exige cada vez mais interações entre múltiplos atores, aquisição de P&D externo (*outsourcing*), bem como a formação de redes cooperativas que, por sinal, vêm se tornando ações rotineiras para a gestão da inovação. O objetivo final da formação dessas redes é sempre comum aos atores, visto que, todos almejam desenvolver e ter acesso a novas tecnologias e conhecimentos.

Por fim, esse estudo procura contribuir com a literatura de Sistemas Setoriais de Inovação, na medida em que, se propõem a analisar o funcionamento integrado do SSI do qual a biotecnologia faz parte, avaliando o comportamento e a importância dos diversos atores que fazem parte desse sistema e como esses interagem e colaboram entre si. Além disso, em alinhamento com a perspectiva de paradigma técnico-econômico, o trabalho buscou explorar os vários tipos de fontes de conhecimento acessados para o desenvolvimento de biotecnologia e como este transborda e ultrapassa fronteiras, mudando ao longo do tempo hábitos e trajetórias tecnológicas.

Referências Bibliográficas

ABDI e CGEE (2008). *Biotecnologia – Iniciativa Nacional de Inovação.*

ASSAD E AUCÉLIO (2004). *Biotecnologia no Brasil – Recentes esforços.* In: Biotecnologia e Recursos Genéticos – Desafios e Oportunidade para o Brasil.

BRESCHI, S.; F. MALERBA (1997). *Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries*. In Edquist, C. (ed.) (1997), Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. London and Washington: Pinter/Cassell Academic.

CEPAL (2008). *Techno-economic paradigms: ICTs and biotechnology*.

CGEE, (2002). *Diretrizes Estratégicas do Fundo Setorial de Biotecnologia.*

CHRISTENSEN, J. F. (2005). *Wither Core Competency for Large Corporation in Open Innovation world.* Researching a New Paradigm, Oxford University Press, 2006.

CONCEIÇÃO, O. A. C. (1996). *"Novas Tecnologias, "Novo" Paradigma Tecnológico ou "Nova"Regulação: a Procura do "Novo.*

DOSI G., SOETE, L. (1988). *"Technical Change and International Trade"*. In G. Dosi et al. (ed.), 1988, [ref. 43].

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L., (1990). *The Economic of Technical Change and International Trade*. Harvester/Wheatsheaf Press.

DOSI, G. (1982). *Technological Paradigms and Technological Trajectories*.ResearchPolicy, v. 11, pp. 147-162.

EDQUIST, C. (2006). *Systems of Innovation: perspectives and challenges*.

EDQUIST, C. JOHNSON, B. (1997). *'Institutions and organisations in systems of innovation'*, in C. Edquist (ed.) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations.* London and Washington: Pinter/Cassell Academic.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. <http://www.embrapa.br>

ERNST e YOUNG (2011). *Beyonnd Borders: Global Biotecnology Report.*

FARBERGER, FURTADO, A. T.; CARVALHO, R. Q. (2005). *Padrões de intensidade Tecnológica da Indústria brasileira: Um estudo comparativo com os países centrais.* São Paulo em perspectiva, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005.

FREEMAN, C. (1988). *Introduction.* In: DOSI, G. et al., eds. Technical changed and economic theory. London: Pintor.

FREEMAN, C , PEREZ, C. (1988). *Structural crises of adjustment business, cycles and investment behaviour*. In:. DOSI, G. et al., eds. Technical change and economic theory. London: Pinter.

FUNDAÇÃO BIOMINAS (2001). *Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia*. Belo Horizonte.

FUNDAÇÃO BIOMINAS (2007). *Estudos de Empresas de Biotecnologia do Brasil.*

FUNDAÇÃO BIOMINAS (2009). *Estudo das Empresas de Biociências Brasil 2009.*

FURTADO, A. T; CARVALHO, R. Q. (2005). *Padrões De Intensidade Tecnológica Da Indústria Brasileira - Um Estudo Comparativo Com Os Países Centrais.* SÃO PAULO EM PERSPECTIVA, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005.

JUDICE, V. M. (2004). *A Biotecnologia e Bioindústria no Brasil.* In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Campinas: Unicamp, 2004. SILVEIRA *ET AL*, 2004.

KUPFER, D. (1996). *Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial.* Ensaios FEE, Porto Alegre, (17)1: 355-372, 1996.

LASTRES, H. e FERRAZ, J. (1999). “Economia da Informação, do Conhecimento e doAprendizado”. In: LASTRES, H. e ALBAGLI, S. (eds) *Informação e Globalização naEra do Conhecimento.* Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LUNDVALL, B. A. (1988). “Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation”.*In:* Dosi, G. *et al*.., *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, 1988

LUNDVALL, B-A (ed). (1992). *National System of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning.*London-New York, Pinter Publishers.

MALERBA, F. (2002).*Sectoral systems of innovation and production.*Research Policy 31 (2002), pp. 247-264.

MALERBA, F. (2003). *Sectoral System and innovation and Technology Policy.* Revista Brasileira de inovação, v.2, n° 2, julho/ dezembro de 2003.

MALERBA, F. (2005). *Sectoral system: How and Why Innovation differs Across Sectors*. Oxford University

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. <www.mct.gov.br>.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Base de Dados da Secex. <www.mdic.gov.br/comext>.

MELDMAN, M. P.; ROMANELLI, E. (2006). *Organizational legacy and internal dynamics of clusters: The U.S. Human Biotherapeutics industry, 1996 – 2002*.

MENDONÇA, M.A.A. e FREITAS, R. E. (2008). Biotecnologia: perfil dos grupos de pesquisa no Brasil. IPEA. In: *Anais do XLVI Congresso da Sociedade Brasileira e Sociologia Rural. Rio* Branco, Acre, 20 a 23 de jul 2008.

MORCEIRO, P; FARIA, L; FORNARI, V; GOMES, R. (2011). *Por Que Não Baixa Tecnologia?*

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. (1998). *Paths of Innovation: Technological change in 20th-Century America.* Cambridge: Cambridge University Press.

NELSON, R.; WINTER, S. (1977).*In Search of Useful Theory of Innovation*. Research Policy, v. 6, pp. 37-76,

OCDE, (2005a).*Oslo Manual—Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*.3rd ed. OECD, Paris.

OCDE (2005). *A framework for biotechnology statistics.*

PEREZ, C. (2004). *Technological revolutions, paradigm shifts and sócio-institutional change;* no livro Globalization, economic development and inequality: An alternative perspective.

PINTEC (2010). Pesquisa de Inovação Tecnológica, IBGE. Ano base: 2008.

PRESTES JUNIOR, N. H. (2008). *Redes inter-organizacionais: Estudo de Políticas de Cooperação em Biotecnologia no Brasil*. Dissertação de Mestrado - faculdade Economia/ Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/ USP.

ROSENBERG, N. (1982). *Inside the Black Box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press, Cap. 1 (versão português, 2006, Ed. Unicamp).

SCHUMPETER, J. (1984). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.

SILVEIRA, J. M. (1993). *O Desenvolvimento da Biotecnologia e sua Repercussão nos Padrões de Concorrência Industriais.*

SILVEIRA, J. M.; POZ, M. E. D.; FONSECA, M. G. D.; BORGES, I. C. e MELO, M. F. (2004). *Evolução recente da biotecnologia no Brasil*. IE/ Unicamp.

SILVEIRA, J.; e BORGES, I. (2004). *Um panorama da biotecnologia moderna.* In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil.

SILVEIRA, J. M. F. J; FUTINO, A. M; OLALDE, A. R. (2002). *Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais.*

VALLE, MARCELO GONÇALVES (2005). *O Sistema Nacional de Inovação em Biotecnologia no Brasil: Possíveis Cenários.* Tese de Doutorado - Instituto de Geociências da Unicamp.