

A INFLUÊNCIA DA REDE DE ALIANÇAS NO CRESCIMENTO DAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA DE SAÚDE HUMANA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA¹

Antonio Estrella*
Walter Bataglia**

Resumo

A moderna biotecnologia caracteriza-se pela elevada dependência da pesquisa em ciências básicas, pela multidisciplinaridade e complexidade de sua base de conhecimento e pela elevada incerteza associada às suas descobertas. Como consequência, essa indústria fomentou uma rede de alianças reunindo organizações distintas, tais como universidades, institutos de pesquisa, fundos de investimento, agências governamentais e laboratórios farmacêuticos. Este trabalho analisou a influência da estrutura social formada por essa rede de alianças no crescimento econômico das empresas brasileiras da moderna biotecnologia, segmento de saúde humana, no período de 2004 a 2008. Os resultados sugerem que à medida que a empresa de biotecnologia acumula experiência em fazer e gerir alianças, ganhando capacidade relacional, desenvolve competências que influenciam positivamente o depósito de novas patentes e o seu crescimento em termos do número de funcionários.

Palavras-chave: Empresas de biotecnologia. Alianças. Rede de alianças. Aprendizagem interorganizacional. Crescimento econômico.

The Influence of the Alliance Network on the Growth of Human Health Biotechnology Companies in Brazilian Industry

Abstract

Modern biotechnology is characterized by high dependence on basic science research, by its multidisciplinary approach and the complexity of its knowledge base, and by the high uncertainty associated with its findings. As a result, this industry has fostered a network of alliances, grouping together different organizations such as universities, research institutes, venture capital funds, government agencies and pharmaceutical laboratories. This work investigates the influence of the social structure of this network of alliances in the economic growth of Brazilian private modern biotechnology companies in the period from 2004 to 2008. The results suggest that while the biotechnology sector accumulates experience in making and managing alliances, gaining relational capability, it develops competencies that positively influence the filing of new patents and headcount growth.

Keywords: Biotechnology enterprises. Alliances. Alliance network. Interorganizational learning. Economic growth.

¹ Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e ao MackPesquisa (Fundo Mackenzie de Pesquisa) pelo suporte financeiro para desenvolvimento desta pesquisa.

* Mestre em Administração pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professor Convidado do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Negócios das Faculdades Metropolitanas Unidas – São Paulo/SP/Brasil. Endereço: Rua Vergueiro, 3135, 12º andar. São Paulo/SP. CEP: 04101-300. E-mail: antonioestrella12@gmail.com

** Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo – USP. Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo/SP/Brasil. E-mail: batagliaw@gmail.com

Introdução

A moderna biotecnologia caracteriza-se pela elevada dependência da pesquisa em ciências básicas, pela multidisciplinaridade e complexidade de sua base de conhecimento, e pela elevada incerteza e riscos associados às suas descobertas (ORSENIGO, 1989; PISANO, 2006b). Os avanços científicos são tão amplamente distribuídos no campo organizacional da moderna biotecnologia que nenhuma empresa, individualmente, dispõe de todos os recursos e capacidades para desenvolver e comercializar por si própria suas drogas. Como consequência, essas empresas desenvolveram um sistema complexo de alianças contratuais com diversas organizações que compõem seu campo organizacional: universidades, institutos de pesquisa, fundos de investimento, agências governamentais, laboratórios farmacêuticos e outras empresas de biotecnologia. Dessa forma, essa indústria passou a se inserir em uma rede de relacionamentos de alianças, congregando empresas distintas e configurando um sistema social denominado de comunidade de empresas de biotecnologia (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996).

A exploração e o aproveitamento das relações interorganizacionais na rede de alianças torna possível a criação e transferência de novos conhecimentos, possibilitando a aprendizagem interorganizacional (COHEN; LEVINTHAL, 1989, 1990). Há indícios de que as empresas de biotecnologia que ganham posições centrais na rede de alianças tornam-se mais visíveis a outras organizações e criam mais possibilidades para novas alianças e projetos, criando um círculo virtuoso, o que resulta em um maior crescimento econômico (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996; POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR; OWEN-SMITH, 1999).

Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da estrutura social formada pela rede de alianças interorganizacionais no crescimento econômico das empresas brasileiras de biotecnologia (biotec), com capital privado e atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), no segmento de saúde humana. Em especial, a análise focou a influência da rede de alianças no depósito de patentes e no tamanho das empresas (número de colaboradores), no período de 2004 a 2008.

Os resultados sugerem que a empresa de biotecnologia, à medida que acumula experiência em fazer e gerir alianças, ganhando capacidade relacional, desenvolve competências que influenciam positivamente o depósito de novas patentes e o seu crescimento em número de colaboradores.

Este trabalho está organizado em seis seções além dessa introdução. Na próxima seção, apresenta-se a abordagem de análise de redes sociais. A seguir, discute-se a rede de alianças como uma estrutura social na comunidade de empresas de biotecnologia. Em seguida, são apresentados o setor farmacêutico e a indústria de biotecnologia brasileira. Na sequência, se formulam as hipóteses e se apresenta a metodologia da pesquisa. Por fim, analisam-se os resultados e apresenta-se a conclusão deste trabalho.

A Rede de Alianças na Indústria de Biotecnologia

A moderna biotecnologia nasceu nas universidades e institutos de pesquisa norte-americanos e teve suas origens nos esforços dos cientistas Watson, Crick e Wilkins os quais, em 1953, descreveram a estrutura molecular dos ácidos nucleicos das células (DNA) em dupla hélice e seu significado para transferência de informação em matéria viva. Vinte anos depois, em 1973, os cientistas Cohen, Chang, Boyer, Helling publicaram a descoberta do DNA recombinante ou engenharia genética, que deu início à revolução das ciências da vida ou moderna biotecnologia, neste trabalho, chamada de biotecnologia. A engenharia genética permite cortar e unir quimicamente o DNA e reproduzir o novo gene criado em uma bactéria (POWELL; BRANTLEY, 1992). Em 1976, foi fundada a Genentech, a primeira empresa de biotecnologia (biotec), constituída por um investidor capitalista, Robert Swanson, e por Herbert Boyer, um professor da Universidade da Califórnia, coinventor da tecnologia do DNA recombinante (PISANO, 2006a). Em 1982, a Genentech conseguiu clonar e produzir a insulina humana. O DNA

recombinante e a Genentech foram o gatilho para a emergência de outras biotecs e de outras tecnologias para produção de drogas que foram incorporadas à carteira da biotecnologia, tais como: hibridoma – fórmula para fusão de células e produção de anticorpos monoclonais; proteômica – engenharia de proteínas; e genômica – busca a compreensão da estrutura e do funcionamento de um organismo por meio do sequenciamento de seus genes (POWELL; BRANTLEY, 1992; SILVEIRA; BORGES, 2004).

Recentemente, mais tecnologias foram incorporadas à carteira da biotecnologia: RNA de Interferência (RNAi) – utilização do RNA como alvo para descobertas de drogas; Biologia de Sistemas – integra o conhecimento da genômica, proteômica, biologia celular, química, engenharia, física, matemática e ciência da computação para estudar o comportamento e desempenho de sistemas biológicos complexos; projeto racional de drogas (PDD) – campo multidisciplinar que requer contribuições de especialistas de campos, tais como bioquímica, química, estudos estruturais, síntese química, farmácia e ciência da computação; e *high throughput screening* (HTS) – triagem de alto desempenho – técnica de triagem que utiliza micro arranjos de DNA ou *biochips* (PISANO, 2006b).

Silveira e Borges (2004) consideram a biotecnologia uma atividade de ciência, tecnologia e inovação em progresso, que não se limita a trajetórias tecnológicas bem definidas, em que se explora o conhecimento acumulado. Dá-se em “blocos lógicos”, uma vez que não recusa a ideia de que o conhecimento empírico acumulado na resolução de problemas sirva de guia para superar gargalos científicos e tecnológicos que vão surgindo. Judice e Baêta (2005) definem a biotecnologia como um conjunto de tecnologias habilitadoras que possibilitam utilizar, alterar e otimizar organismos vivos ou suas partes, células e moléculas, para gerar produtos, processos e serviços com aplicações socioeconômicas que perpassam vários setores industriais, tais como: saúde humana, saúde animal, biocombustíveis, agricultura, meio-ambiente etc.

A partir dos anos 1980, dezenas de pequenas biotecs foram fundadas por cientistas e professores universitários, em sua maioria, *spin offs* universitários, com apoio de investidores de risco e empresas especializadas de serviços profissionais. Nesses *startups*, as atividades com as universidades e institutos de pesquisa eram tão entrelaçadas e intensivas que ambas poderiam ser consideradas uma única comunidade tecnológica (POWELL, 1996; PISANO, 2006a; SILVEIRA; BORGES, 2004). Owen-Smith e Powell (2003) observam que as atividades comerciais da biotecnologia levaram a uma explosão no número de patentes e licenças das universidades norte-americanas. Powell, Owen-Smith e Colyvas (2007) relatam que, desde 1980, as patentes atribuídas à pesquisa universitária aumentaram mais de 850% e que há pouca dúvida que as universidades norte-americanas estavam focadas na comercialização dessas descobertas. Para Pisano (2006a), a ciência é o negócio da biotecnologia.

O modelo de negócio das biotecs, conforme Pisano (2006a), resume-se em três elementos inter-relacionados: transferência de tecnologia da universidade para o setor privado por meio da criação das biotecs, ao invés de vendê-la para as companhias estabelecidas; financiamento da pesquisa por investidores de capital de risco ou abertura de capital das biotecs; criação de um mercado para a propriedade intelectual, no qual as biotecs licenciam a propriedade intelectual para comercialização e/ou obtêm capital financeiro junto às empresas estabelecidas.

Em 1978, a pioneira Genentech fez uma aliança com o laboratório farmacêutico Lilly, na qual, em troca da concessão dos direitos de produção e distribuição da insulina recombinante, o laboratório Lilly financiou o desenvolvimento do produto e pagou *royalties* à Genentech pelas vendas. Essa aliança derrubou uma das principais barreiras para as biotecs entrarem nos negócios farmacêuticos, qual seja: a elevada quantia de US\$ 800 a 1 bilhão, num período estimado de 12 anos, para uma biotec desenvolver e comercializar uma droga. Essa foi, também, a primeira vez que um laboratório farmacêutico estabeleceu uma aliança com uma empresa com fins lucrativos para desenvolver atividade P&D fora de suas fronteiras.

Desde então, praticamente, todas as biotecs fizeram pelo menos uma aliança com um laboratório farmacêutico estabelecido ou com empresa de produtos químicos. Em relação ao ambiente externo, as biotecs demonstram, ao longo do tempo,

que utilizam um modelo organizacional em “arquitetura aberta”, uma teia de alianças com outras organizações do setor, como: outras biotecs, laboratórios farmacêuticos, universidades, centros de pesquisa, investidores de risco, agências de fomento à pesquisa, empresas de serviços profissionais, organizações governamentais e não governamentais, hospitais etc. (MCGILL; SANTORO, 2009; ORSENIGO, 1989; POWELL, KOPUT, SMITH-DOERR, 1996; ROIJAKKERS; HAGEDOORN, 2006), fazendo emergir o campo organizacional da biotecnologia, ou seja, um grupo de organizações que está sujeito às mesmas pressões regulatórias e institucionais (POWELL; KOPUT; WHITE; OWEN-SMITH, 2005). Esses campos ou redes interorganizacionais são mediados por conteúdos científicos e tecnológicos para criar e manter essas relações interorganizacionais para troca e compartilhamento de conhecimento (ANDRADE, 2011).

Esse arranjo de organizações, via alianças, representou um novo modelo de organizar as atividades de inovação, outrora realizadas internamente nas empresas, modelo até então utilizado pelos laboratórios farmacêuticos. Houve uma quebra de paradigma do ponto de vista schumpeteriano, associada a variações no ambiente de competição (BATAGLIA; MEIRELLES, 2009), tanto pela introdução de uma nova forma de organização das atividades de P&D, em rede de alianças, quanto pela mudança radical na base de conhecimento dominante para P&D de drogas, passando-se da química orgânica para um conjunto de biotecnologias, capitaneadas pela biologia molecular (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996; HENDERSON; ORSENIGO; PISANO, 1999). Entretanto, o sucesso das biotecs na descoberta de novas drogas não garantia a viabilidade comercial. O ciclo do descobrimento à comercialização e distribuição é dispendioso e longo, podendo durar até 12 anos (POWELL, 1996; PISANO, 2006a). A *expertise* para a fase pós-descoberta, o desenvolvimento de testes clínicos, aprovação regulatória, produção, comercialização e distribuição estavam entre as competências dos grandes laboratórios farmacêuticos e químicos. Assim, havia benefícios mútuos para que as biotecs e para as grandes farmacêuticas e laboratórios químicos estabelecessem alianças.

Pisano (2006a) argumenta que a biotecnologia difere profunda e radicalmente de outras indústrias de alta tecnologia, porque existe uma alta e persistente incerteza, arraigada no conhecimento limitado dos sistemas biológicos humanos. Isso torna a P&D de alto risco. O processo como um todo não pode ser ordenadamente desmembrado em partes, o que significa que as disciplinas envolvidas devem ser trabalhadas de forma integrada. Além disso, grande parte do conhecimento é multidisciplinar, interdependente e tácito, tornando a tarefa de integração complexa e desafiadora. A determinação se um alvo, um candidato a ser uma droga, é seguro e eficaz somente ocorre por meio da experimentação, em um demorado processo de tentativas e erros.

Em suma, na indústria de biotecnologia, a arquitetura aberta das biotecs e a intensidade das alianças se devem à multidisciplinaridade e complexidade de sua base de conhecimento, à alta incerteza associadas às suas descobertas, ao longo ciclo para produção e comercialização, ao passo rápido do avanço do conhecimento e à diversidade de fontes de inovação amplamente distribuídas em seu campo organizacional (BATAGLIA; SILVA; KLEMENT, 2011). O Quadro 1 descreve os principais tipos de alianças desenvolvidas na indústria americana.

Na indústria de biotecnologia, arranjos organizacionais formados por alianças são claramente identificáveis e constituem uma forma distinta de organização econômica (POWELL, 1990), comum em indústrias de alta tecnologia (STUART, 2000; ROIJACKERS; HAGEDOORN, 2006). Comparativamente, são mais flexíveis que as grandes corporações verticalmente integradas. Destaca-se que os itens que são transacionados entre compradores, vendedores e parceiros de negócios são ativos intangíveis, ou seja, serviços e conhecimento, com uma alta dimensão tácita (NELSON; WINTER, 1982), os quais não podem ser facilmente mensurados. As alianças são caracterizadas por relacionamentos de longo prazo e recorrentes, devido ao longo ciclo de produção das drogas, criando uma interdependência entre as partes (NOGUEIRA; BATAGLIA, 2012). A reciprocidade, na perspectiva de longo prazo, é um tema central nessas redes de alianças. Ações de apoio mútuo fortalecem a segurança e estabilidade da relação, encorajam a busca por novas maneiras de cumprir tarefas, promove a aprendizagem

e engendra confiança (CUNHA; MELO, 2006; SMITH-DOERR; POWELL, 2005). O alto nível de confiança entre as partes, advindas de experiências anteriores bem sucedidas, tende a melhorar o desempenho das transações, reduz a incerteza, o oportunismo e os conflitos em decisões estratégicas que envolvem interesses distintos entre as partes (BATAGLIA; YU, 2008; GULATI; SYTCH, 2008).

Quadro 1 – Descrição dos Principais Tipos de Alianças Formais das Biotecs

Tipo	Descrição da Aliança	Tipos de Parceiros
P&D	Pesquisa: biotec faz um programa de colaboração em P&D com outra organização	Outras biotecs, laboratórios farmacêuticos, laboratório de universidades e institutos de pesquisa
Não-P&D	Capital de Risco (<i>Venture Capital</i>)	Empresas de capital de risco, incluindo fundações de amparo à pesquisa, organizações governamentais e não governamentais, investidores de risco
	Testes clínicos: Biotec contrata um parceiro para conduzir os testes clínicos de seus produtos	Hospitais de pesquisa, empresas especializadas em processos clínicos [<i>Clinical Research Organizations (CRO)</i>]
	Manufatura: Biotec contrata uma empresa para produzir seu produto	Laboratórios farmacêuticos, químicos e bioquímicos
	Marketing/Licenciamento: Biotec licencia sua ideia ou patente para ser comercializada	Laboratórios farmacêuticos
	Aquisição dos direitos: Biotec compra os direitos de comercialização	Universidades
	Suprimentos / Distribuição: Acordo para receber materiais ou para fornecer produtos aos distribuidores	Laboratórios farmacêuticos, químicos e bioquímicos
	Investimento / <i>Joint Venture</i> : Biotec investe capital científico, capital humano ou capital financeiro em um parceiro	Outras biotecs, laboratórios farmacêuticos

Fonte: adaptado de Powell, Koput, Smith-Doerr (1996).

Este trabalho tem como objetivo explorar a influência da estrutura social formada pelo conjunto das alianças, no campo organizacional da biotecnologia no Brasil, no crescimento econômico das biotecs. Para tanto, utiliza a abordagem da sociologia econômica. Sob essa perspectiva, Granovetter (1985) argumenta que nas redes as trocas econômicas estão imersas em um sistema contínuo de relações sociais. A imersão social envolve tanto os atores imediatos quanto à relação desses atores com os demais atores do sistema social, que dá origem a uma estrutura social. A abordagem da sociologia econômica centra-se na análise da estrutura social formada pelos atores e seus relacionamentos. No caso da indústria de biotecnologia brasileira, a rede social é constituída de atores envolvidos com o campo organizacional da biotecnologia (biotecs, institutos de pesquisa, agências governamentais, universidades etc.), conectados por relacionamentos ou laços sociais (relacionamentos, emoções, alianças interorganizacionais etc.), os quais expressam comportamentos, atitudes, preferências, informações, conhecimentos e fluxos econômicos. O estudo desses sistemas sociais, a partir da abordagem estrutural, é denominado análise de redes sociais e é fundamentado na noção intuitiva de que os padrões de relacionamentos sociais, nos quais os atores estão imersos, têm importantes consequências para esses atores (FREEMAN, 2004; MIZRUCHI, 2006).

Um dos pontos principais na análise de redes sociais é identificar a localização dos atores na estrutura social. Um ator central é aquele que está envolvido com

muitos relacionamentos ou laços. Esta definição foi empregada por Bavelas nos anos 1950 ao fazer experimentos de comunicação em grupos. Esses experimentos demonstraram que “a centralidade é relevante para o modo como os grupos se organizam para resolver, pelo menos, alguns tipos de problemas” (FREEMAN, 2004; MIZRUCHI, 2006). Um ator com muitos laços e localizado mais centralmente na estrutura social, exercerá uma influência maior sobre o grupo e terá vantagens sobre um ator isolado, distante do centro da estrutura social. Um ator localizado em uma posição mais central na rede, também, será mais visível aos outros atores da rede do que o ator isolado. Esse ator, mais centralizado e com um maior número de laços, tem maiores condições de mobilizar e controlar os recursos que outros atores, com menor número de laços (WASSERMAN; FAUST, 2006).

Neste trabalho, será utilizada a medida mais simples de centralidade do ator na rede, o grau de centralidade, calculado contando o número de laços ou relações nas quais o ator está envolvido (WASSERMAN; FAUST, 2006). Diversos estudos de atividades econômicas apontam que há retornos crescentes e cumulativos para investimento em relacionamentos e posições nas redes, os quais podem produzir uma rápida mobilização de recursos e competências que resultam em inovação e vantagem competitiva (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996; POWELL *et al.*, 1999; GULATI, 1999; GULATI; LAVIE; SINGH, 2009; POWELL *et al.*, 2005; WHITTINGTON; OWEN-SMITH; POWELL, 2009).

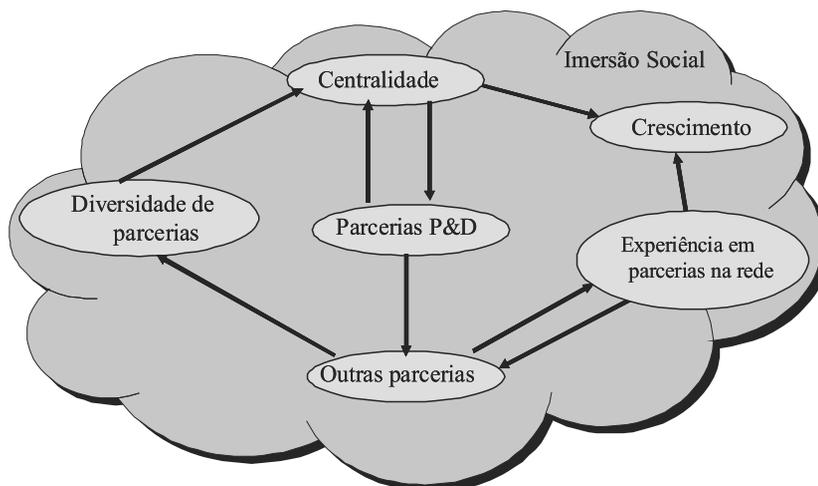
Em indústrias intensivas em conhecimento, nas quais o conhecimento é sofisticado, amplamente distribuído no campo organizacional e traz vantagem competitiva, o *locus* da inovação encontra-se na rede de alianças interorganizacionais (POWELL; BRANTLEY, 1992; POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996). Para se manterem atualizadas, as biotecs precisam desenvolver pesquisa interna, quanto absorver o conhecimento vindo das pesquisas externas, por meio das alianças com outras organizações de seu campo organizacional (BATAGLIA; SILVA; KLEMENT, 2011). O valor das alianças está em desenvolver e fortalecer as competências existentes. As alianças não podem ser vistas como uma série de transações discretas e independentes. Ao contrário, em indústrias de conhecimento intensivo, a aprendizagem é um processo de construção social, colaborativo, tal como ocorre num contexto de comunidade de prática, pela exploração e aproveitamento do conhecimento da rede de alianças (BROWN; DUGUID, 1991; SOUZA-SILVA; SCHOMMER, 2008).

As empresas aprendem pela experiência como reconhecer e estruturar sinergias entre diferentes tipos de alianças, dentro de um contexto de múltiplos empreendimentos colaborativos. A aliança de P&D funciona como o ingresso de admissão na rede de alianças. Uma vez iniciado o processo de colaboração na rede, a biotec, ao longo do tempo, acumula experiência em fazer e gerir alianças de P&D, desenvolvendo capacitação relacional, passando a explorar outros tipos de alianças (não-P&D), como licenciamento, testes clínicos, produção, distribuição, comercialização, capital de risco (Quadro 1). Amplia-se, dessa forma, sua reputação como parceira de negócios, gerando maior visibilidade e aumentando sua centralidade na rede (COHEN; LEVINTHAL, 1989, 1990; POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996). Assim, argui-se que:

Hipótese 1: Quanto maior o grau de centralidade (número de alianças) da empresa de biotecnologia – biotec – em um dado período t , maior o grau de centralidade da empresa de biotecnologia no período $t+1$.

Dessa forma, a capacitação relacional permite à biotec o acesso a recursos estratégicos disponíveis na rede de alianças, como mão-de-obra qualificada, recursos financeiros, novas tecnologias e processos, novos produtos e serviços. Também, aumenta a capacidade de absorção de novos conhecimentos pela maior efetividade na gestão das alianças, ou seja, na sincronização e integração das tarefas dos parceiros, na gestão da transferência de conhecimentos, na sinergia da carteira de alianças e no estabelecimento e adaptação das parcerias, levando ao crescimento econômico e à vantagem competitiva (DYER; KALE, 2007; SCHILKE; GOERZEN, 2010). A Figura 1 apresenta esse ciclo.

Figura 1 – Ciclo de Aprendizagem na Rede de Alianças de Biotecnologia



Fonte: adaptado de Powell, Koput e Smith-Doerr (1996).

Assim, argui-se que:

Hipótese 2: Quanto maior a experiência em fazer e gerir alianças de P&D e não-P&D, em um dado período t , maior será o crescimento da biotec em um período $t+1$, representado pelo depósito de patentes e/ou número de funcionários.

A Indústria de Biotecnologia no Brasil

Os Estados Unidos emergiram como líder na indústria de biotecnologia devido à flexibilidade de seu sistema acadêmico, pela característica de alta mobilidade do mercado de trabalho científico e, em geral, pelo contexto social, institucional e legal que possibilitou, de forma relativamente simples, que os principais cientistas acadêmicos se envolvessem profundamente com as biotecs (HENDERSON; ORSENIGO; PISANO, 1999). Embora a taxa e os padrões de inovação sejam drasticamente diferentes entre países (ORSENIGO, 1989; MALERBA, 2007), é possível observar muitas semelhanças entre a indústria norte-americana e a brasileira de biotecnologia quanto ao modelo de negócio, intensidade de alianças, aglomerações de biotecs e redes de colaboração. Entretanto, não existem estudos ou avaliações em profundidade sobre como tais modelos de bioempreendedorismo internacionais se aplicam à indústria de biotecnologia brasileira (JUDICE; BAËTA, 2005).

Quanto ao modelo de negócio, as biotecs brasileiras seguem o modelo ideia e capital de risco (POWELL, 1996; PISANO, 2006a). Tomando o caso da Biobrás, esta é a primeira empresa de biotecnologia no segmento de saúde humana criada no Brasil, em 1973, resultado de *spin off* da UFMG, para produzir enzimas, utilizando processos de extração e fermentação. Foi fundada por um grupo de empreendedores, entre os quais o cientista Marcos Mares Guia, da UFMG, com aporte de capital da FINEP e aliança com a Universidade de Tufts, norte-americana (COZZI; JUDICE; DOLABELA; FILION, 2008). Em 1979, a Biobrás e os laboratórios Lilly firmaram uma *joint venture* para produção e comercialização global de insulina. A Biobrás tornou-se uma grande produtora global de cristais de insulina, firmando alianças com as empresas estabelecidas nos Estados Unidos, Alemanha, Suécia e França. Somente no final dos anos 1990, a Biobrás começou a utilizar o processo do DNA recombinante (SILVEIRA; FONSECA; DAL POZ, 2004; BIOMM TECHNOLOGY, 2013).

Recentemente, em julho de 2012, o BNDES aprovou um aporte de capital de R\$ 28,9 milhões para a Recepta Biopharma, subscrevendo parte de suas ações. A Recepta Biopharma desenvolve tratamentos para o câncer e possui alianças com Instituto Butantã, Instituto Ludwig de Pesquisas sobre o Câncer, Instituto Nacional

do Câncer (INCA), Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (ICESP) e Universidade de Gothenburg, da Suécia (BNDES, 2012). O modelo de negócio das biotecs é o mesmo, persistente desde a fundação da Genentech (PISANO, 2006a) e da Biobrás. O relatório da Biominas (2011) confirmou essa tendência, reportando que 32% das biotecs pesquisadas pretendem buscar capital de risco por meio de alianças para financiar suas pesquisas.

Quanto à intensidade de alianças com universidades e institutos de pesquisa, Judice (2004), ao pesquisar o parque brasileiro de biociências em 2001, observou que 93% das empresas pesquisadas mantinham alianças com universidades e institutos de ciência. O relatório da Biominas (2009) apontou que 73% das empresas entrevistadas informaram ter alianças com universidades e institutos de ciência e tecnologia. O relatório da Biominas (2011) verificou que existe uma intensa interação universidade-empresa no setor de biotecnologia brasileiro. As empresas de biotecnologia que possuem patentes licenciadas de terceiros em sua carteira, informaram que 73% são provenientes de universidades e institutos de ciência e tecnologia. De 1966 a 2007, 67% das patentes depositadas pertencem às universidades e institutos de pesquisa; 16% foram depositadas por biotecs.

Quanto às aglomerações de biotecs, a proximidade de universidades e centros de pesquisa está entre os fatores-chave que contribuem para sua formação e sucesso (VEDOVELLO; JUDICE; MACULAN, 2006). São exemplos as aglomerações de empresas que emergiram no entorno de cidades, como Belo Horizonte, Uberlândia, Lavras e Viçosa (LOPES; JUDICE, 2010). O Estado de São Paulo tem as principais aglomerações nas cidades de São Paulo, Campinas e Ribeirão Preto (BIOMINAS, 2009). A região Sudeste concentra 74,9% das biotecs brasileiras. O Estado de São Paulo com 38%, Minas Gerais com 30,6% e Rio de Janeiro com 5,9% (BIOMINAS, 2011). Dutton (2009) relata que essas aglomerações de biotecs também acontecem em outros países como Canadá, China, Índia, Japão, França, Israel e Singapura.

Lopes e Judice (2010), também, descrevem as “redes cooperativas de pesquisa” em biotecnologia” para fomento à pesquisa, inovação científica e tecnológica. O esforço cooperativo entre organizações facilita a aquisição, a troca e a disseminação de conhecimentos. A tecnologia da informação e comunicação facilita a interatividade entre pesquisadores e organizações, ajudando a transpor a barreira da localidade geográfica. São exemplos de redes brasileiras de alianças envolvendo diversas localidades, conforme Lopes e Judice (2006): Rede de Pesquisa em Oncologia, formada pelas universidades do triângulo mineiro e universidades federais de Uberlândia e de Minas Gerais, que pesquisa o diagnóstico e novos tratamentos para o câncer; e Rede Genoma, formada pelas universidades de Ouro Preto, universidades federais de Lavras, Minas Gerais, Viçosa e Uberlândia, FIOCRUZ e EMBRAPA, que atua em estudos genéticos do parasita *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose.

Um marco na cooperação em rede foi o programa Genoma FAPESP, para o sequenciamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da praga do amarelinho, que ataca os laranjais paulistas. Iniciado em 1997 e concluído em 2000, esse programa reuniu 192 pesquisadores de diversas disciplinas, da biologia à medicina, passando pela bioinformática, os quais trabalharam em conjunto numa rede virtual que chegou a reunir até 60 laboratórios. Esse programa ajudou a criar uma cultura de trabalhar em rede e resultou em outros desdobramentos, tais como o sequenciamento do “genoma funcional da cana-de-açúcar” e a contribuição para o programa internacional do “genoma do câncer humano”. Como resultado desse programa, foram criadas duas biotecs no segmento agrícola: a Alellyx Applied Genomics e a CanaVialis (MARQUES, 2010).

Assim, é possível se observar as semelhanças entre as indústrias norte-americana e brasileira, principalmente, com relação ao modelo de negócio, intensidade das alianças com universidades, aglomerações de biotecs e as redes de alianças para pesquisa. Importante enfatizar que essas alianças não se restringem às aglomerações geográficas e alcançam a fronteira internacional. Judice (2006) observou a orientação à internacionalização das biotecs brasileiras pelo crescimento das exportações e pelo avanço na capacitação para atuação internacional.

Passamos, agora, a descrever as diferenças entre a indústria brasileira e a norte-americana de biotecnologia. O Quadro 2 mostra um comparativo estimado do faturamento e quantidade de empresas das indústrias de biotecnologia dos dois países.

Quadro 2 – Comparativo Estimado da Indústria de Biotecnologia Brasil – Estados Unidos

Ano 2009	Estados Unidos	Brasil
Faturamento (R\$)	112,4 bilhões	804,2 milhões
Total de companhias	1703	253

Fonte: adaptado de Ernst & Young (2011) e Fundação Biominas (2009)

Os dados da economia americana se referem às empresas de biotecnologia de saúde humana de capital aberto (ERNST&YOUNG, 2011). Os dados relativos ao Brasil se referem à indústria de biociências (BIOMINAS, 2009). As biotecs norte-americanas Amgen, Biogen Idec e Celgene auferem receitas anuais acima de US\$ 500 milhões, um faturamento por empresa maior que o faturamento total da indústria de biociências brasileira em 2008. Outra diferença significativa é apontada no relatório da Biominas (2011), o qual investigou 143 empresas de biociências brasileiras e verificou que 17,8% ainda não geraram receita, 54,2% geraram receita de até R\$ 1 milhão e 28,8% geraram receita acima de R\$ 1 milhão. Em sua maioria, as biotecs brasileiras são muito jovens: 44% têm até cinco anos; e 28,8%, de cinco a 10 anos. São empresas entrantes na indústria de biotecnologia e estão em fase de validação de suas tecnologias e modelo de negócios. Comparada com a indústria norte-americana, a indústria brasileira de biotecnologia ainda é uma indústria emergente.

O não reconhecimento de patentes no Brasil, entre 1969 e 1996, contribuiu para o baixo investimento em P&D de medicamentos (BARBOSA; MENDES; SENNES, 2007). Atualmente, a análise dos pedidos de patentes biotecnológicas no Brasil leva até nove anos, e a fila de espera é alta devido ao baixo número de examinadores e complexidade do tema. O INPI tem a meta de reduzir o tempo de patenteamento em até quatro anos até 2014 (BIOMINAS, 2011). A legislação brasileira é restritiva quanto aos critérios de patenteabilidade e apresenta entraves quanto ao acesso à biodiversidade.

O Brasil apresenta uma participação baixa na produção tecnológica, refletida no depósito internacional de patentes biotecnológicas de 0,45%, ainda que em forte crescimento (BIOMINAS, 2011). A razão apontada para esse fato é a baixa avaliação dos programas de doutorado: 70% receberam notas três e quatro na avaliação da CAPES. Entre as iniciativas governamentais para estimular essa indústria está a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), que elege o setor de medicamentos e, especialmente, a biotecnologia, como um dos quatro setores estratégicos considerados difusores de processo técnico, no qual o país possui um expressivo déficit comercial e defasagem competitiva.

Em 2007, foi estabelecida a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PNB), com o objetivo principal de incentivar a competitividade da indústria nacional, buscando identificar a demanda e criar ferramentas para transformar o conhecimento acumulado nas universidades em produção industrial. O relatório da Biominas (2011) enfatiza que, nos últimos cinco anos, houve disponibilização de recursos não reembolsáveis, programas de suporte à internacionalização e progressos nos mecanismos de interação universidade-empresa, que, contudo, não resultaram em crescimento econômico dessa indústria. A escassez de oportunidades no setor empresarial brasileiro tem levado ao direcionamento dos doutores para a carreira acadêmica, enquanto que nos Estados Unidos, Japão e Coreia, 70% dos pesquisadores atuam na indústria.

A captação de recursos financeiros, também, é um fator limitante ao crescimento das biotecs brasileiras. Judice e Baeta (2005) afirmam que a cultura de capital de risco começou tardiamente no Brasil. Somente no final dos anos 1990 e início de 2000 é que surgiram os primeiros fundos no Brasil. A pesquisa mostrou que grande parte dos cientistas-empresendedores eram avessos ao risco, com preferência por financia-

mentos públicos. Nos Estados Unidos, essa prática é comum desde meados dos anos 1940. O montante investido nas biotecs americanas desde a fundação da Genentech, conforme Pisano (2006a), foi de US\$ 300 bilhões. Magalhães, Daudt e Phonlor (2009) argumentam que o diferencial desse tipo de investimento é o suporte gerencial e tecnológico, o relacionamento e as trocas de experiência a que se tem acesso por meio da empresa investidora, bem como as possíveis alianças com as outras empresas da carteira do investidor. Por meio desses diferenciais, a empresa aportada tem acesso ao desenvolvimento de competências organizacionais-chave para o seu crescimento. O relatório da Biominas (2011) estimou um montante captado de R\$ 500 milhões; um valor alto devido às limitações do ambiente de financiamento nacional, caracterizado pelo baixo número de investidores. Como 70% das biotecs brasileiras não faturam ou faturam menos que R\$ 1 milhão, resta recorrerem aos programas governamentais. A competição por recursos deve levar à seleção natural. Somente as biotecs com forte potencial de crescimento e uma proposta de valor atrativa sobreviverão. Segundo esse relatório, para se tornarem eficientes e bem sucedidas, as biotecs brasileiras deverão investir em alianças. O compartilhamento e a união de esforços tendem a facilitar e acelerar o processo como um todo, desde a pesquisa à comercialização.

Metodologia da Pesquisa

Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da rede de alianças formais no crescimento das empresas de biotecnologia (biotec) brasileiras, medido pelo depósito de patentes e número de colaboradores, a partir do ciclo de aprendizagem descrito por Powell, Koput e Smith-Doerr (1996), conforme Figura 1, no período de 2004 a 2008, no segmento de saúde humana.

Os *atores da rede de alianças* são todas as organizações que compõem a rede, tais como as biotecs, universidades, hospitais, empresas capital de risco, agências de fomento à pesquisa e laboratórios farmacêuticos. As biotecs são os atores foco do trabalho. O *laço relacional* são as alianças contratuais entre os atores da rede, e foram operacionalizadas conforme os tipos de alianças descritos no Quadro 1. As alianças foram agrupadas em alianças de *P&D*, as quais se referem ao estágio inicial de pesquisa, e alianças *não-P&D*, as quais se referem às alianças para o desenvolvimento e comercialização das drogas, incluindo os seguintes tipos: capital de risco, testes clínicos, licenciamento, distribuição, investimentos e acordos complexos (Quadro 1). A *rede de alianças* é constituída, analogamente a Powell, Koput e Smith-Doerr (1996), pelas biotecs brasileiras e suas alianças formais com organizações do campo organizacional da biotecnologia. As alianças informais não foram consideradas neste estudo. O *grau de centralidade do ator na rede* (biotec brasileira) consiste no número de alianças formais (laços relacionais) em que o ator está envolvido.

Como não há um cadastro oficial das biotecs no Brasil, o levantamento da população das biotecs brasileiras foi realizado a partir de entrevistas com as seguintes organizações: Fundação Biominas, Fundação Biorio, MCT, BNDES e incubadoras de base tecnológica ligadas a universidades brasileiras: INCAMP, CIETEC, SUPERA e IE-CBiot. Identificaram-se 68 biotecs, num esforço censitário. Todas as 68 empresas foram contatadas e convidadas a participar da pesquisa. Foram colhidos dados primários a partir da utilização de um questionário com executivos do primeiro e segundo nível hierárquico das biotecs pesquisadas. Esse procedimento teve como objetivo reduzir vieses na percepção dos gestores relativos à especificidade das áreas funcionais. Os questionários foram enviados por correio eletrônico antes das entrevistas. A coleta de dados foi feita pelo primeiro pesquisador deste estudo, por telefone, em horários pré-agendados, com objetivo de aumentar a confiabilidade das respostas.

A análise dos dados coletados foi feita via a técnica estatística de regressão com dados em painel. As *variáveis preditoras (independentes)* no tempo (t) foram definidas como: número de alianças de P&D, número de alianças não-P&D (outros tipos de laços que não sejam laços de P&D, conforme Quadro 1), idade da empresa, experiência em alianças de P&D (medida a partir do tempo desde a primeira aliança de P&D),

experiência em alianças não-P&D (medida a partir do tempo desde a primeira aliança não-P&D) e grau de centralidade (número total de alianças da biotec). As *variáveis dependentes* no tempo (t+1) foram definidas como: tamanho da empresa (número de funcionários), depósito de patentes e grau de centralidade. O modelo de regressão foi especificado tomando alguns procedimentos para garantir sua confiabilidade e significância. Primeiramente, foram incluídas variáveis binárias para cada empresa e para cada ano como forma de controlar, respectivamente, a heterogeneidade de fatores não observáveis e fatores externos às empresas. Também se utilizou a inclusão da variável dependente defasada em um ano para controlar a influência do passado desta variável. O modelo da regressão foi especificado como:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \gamma_t + \lambda(y_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^J \beta_j (x_{i,t-1,j}) + \varepsilon_{i,t}$$

No qual:

α : Variável binária para cada empresa, que mede o efeito heterogêneo não observável.

γ : Variável binária de ano, que mede fatores externos a empresa em cada ano.

y_t : Variável de crescimento e centralidade (número de funcionário, número de patentes e grau de centralidade).

y_{t-1} : Variável de crescimento e centralidade defasada.

x_{t-1} : Conjunto de variáveis independentes de controle.

ε : Resíduo do modelo.

λ : Mede o efeito estimado do crescimento no ano anterior sobre o crescimento atual.

β : Mede a relação entre as variáveis de controle e o crescimento.

Os dados representam um painel com empresas de biotecnologia com observações realizadas no período de 2004 a 2008. Utilizou-se o *software* estatístico Stata SE. Os dados foram organizados em formato empilhados (*pooled*) para que fosse utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários para estimar os modelos.

Análise dos Resultados

Das 68 biotecs convidadas a participar da pesquisa, 30 aceitaram (44%). Destas 30, foram selecionadas 26 empresas (38%) em função das demais não atenderem ao critério de possuir atividades internas de P&D. Dos respondentes, 18 (70%) eram do segundo nível hierárquico, em cargos de diretoria, e 14 (54%) ocupavam o primeiro nível hierárquico no cargo de presidente ou sócio proprietário.

A Tabela 1 mostra os principais parceiros das empresas de biotecnologia (biotecs). Importante enfatizar a elevada diversidade de parceiros. As 26 biotecs respondentes estabeleceram alianças com um total de 147 organizações da comunidade de biotecnologia, o que confirma que as fontes de conhecimento se encontram amplamente distribuídas no campo organizacional da biotecnologia. A exploração e aproveitamento da rede de alianças provêm acesso oportuno ao conhecimento, recursos e novidades que de outra forma não estariam disponíveis (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996).

Tabela 1 – Tipos de Parceiros das Empresas de Biotecnologia no Período de 2004-2008

Parceiros	Quantidade	%
Universidades nacionais e internacionais	27	19
Fundos de investimentos nacionais e internacionais	25	17
Laboratórios e empresas de biotecnologia nacionais (inclui institutos de pesquisa)	34	23
Laboratórios e empresas de biotecnologia internacionais (inclui institutos de pesquisa)	58	39
Incubadoras	3	2
Total de Parceiros	147	100

Observa-se na Tabela 1 que 17% dos parceiros das biotecs são investidores de capital de risco e 62% dos parceiros são laboratórios que compartilham o financiamento das pesquisas. Esse resultado coincide com o relatório Biominas (2009), no qual 32% das biotecs disseram que pretendem buscar recursos por meio de parcerias, destacando as alianças estratégicas contratuais como um meio de obtenção de capital de risco para financiar as descobertas. Nessa perspectiva, as alianças reduzem os riscos e custos para as firmas envolvidas no empreendimento colaborativo.

A Tabela 2 mostra os valores médios e desvio padrão das variáveis de interesse associadas às biotecs no período de 2004-2008. Os resultados mostram que a rede de alianças nesse período está em expansão. As biotecs, embora jovens, estão ficando mais maduras, saltando da média de idade de, aproximadamente, seis para oito anos. Quanto ao crescimento econômico, chama a atenção que o número médio de depósitos de patentes quase triplicou no período, ao passo que o número de colaboradores pouco aumentou, por volta de 20%. Outro dado relevante é o aumento médio de duas para quatro alianças não-P&D no período. Esse aumento nas alianças não-P&D e na experiência na rede não-P&D em 50% é um indicador de atividades mais intensas em desenvolvimento, tais como: licenciamentos, testes clínicos, capitalização, marketing, produção e distribuição. Esse resultado é coerente com a fase inicial da indústria de biotecnologia brasileira, a qual passou a se desenvolver a partir da década de 2000, e mostra um esforço das biotecs, após a fase inicial de descoberta da pesquisa, para produzir e comercializar novos produtos, isto é, um esforço, após a descoberta da pesquisa, para produzir e comercializar novos produtos.

Tabela 2- Valores Médios e Desvios-Padrão das Variáveis de Interesse

Ano	Idade	Tamanho	Experiência P&D	Experiência não-P&D	Patentes	Alianças P&D	Alianças Não-P&D	Grau de Centralidade
2004	5.68	17.47	4.74	4.95	.63	1.95	2.16	4.26
	(6.52)	(13.15)	(6.62)	(6.51)	(1.12)	(2.15)	(1.80)	(3.38)
2005	5.48	15.13	4.74	4.87	.43	1.87	2.61	4.61
	(6.47)	(10.38)	(6.39)	(6.36)	(0.95)	(1.84)	(2.37)	(3.47)
2006	5.84	16.24	5.28	5.24	.56	1.92	3.04	5.08
	(6.53)	(11.36)	(6.32)	(6.42)	(1.45)	(1.53)	(2.81)	(3.63)
2007	6.88	19.20	6.24	6.28	.96	2.04	4.00	6.44
	(6.50)	(12.34)	(6.36)	(6.40)	(2.37)	(1.46)	(5.72)	(6.58)
2008	7.80	21.00	7.24	7.28	1.48	1.96	4.28	6.72
	(6.60)	(12.98)	(6.36)	(6.40)	(3.08)	(1.51)	(6.72)	(7.29)

Notas: a) Desvios-padrão entre parênteses.

A Tabela 3 mostra o teste econométrico de correlação entre as variáveis. Destaca-se a existência de correlação entre as variáveis idade e experiência em alianças em P&D e não-P&D. Para solucionar a colinearidade entre essas variáveis, foi selecionada a idade para ser retirada do modelo, e experiência em P&D e não-P&D foram mantidas em função do objetivo do estudo e, também, por seus maiores poderes explicativos individuais. Também se destaca a correlação entre experiência em P&D e não-P&D.

Esse resultado sugere que conforme aumentam as alianças P&D, aumentam, também, as alianças não-P&D. As correlações entre alianças P&D e não-P&D e centralidade ocorrem pela própria definição das variáveis.

Tabela 3 – Matriz de Correlação entre as Variáveis

	1	2	3	4	5
1. Alianças P&D					
2. Alianças não-P&D	0.4140				
3. Idade	0.3180	-0.0415			
4. Experiência em s P&D	0.3149	-0.0130	0.9544		
5. Experiência em s não-P&D	0.3168	0.0061	0.9646	0.9922	
6. Grau Centralidade (total de s P&D e não-P&D)	0.6286	0.9544	0.0417	0.0694	0.0799

Foram estimados três modelos correspondentes para responder aos testes de duas hipóteses desta pesquisa. A Tabela 4 mostra as estimativas dos modelos. Um ponto a ser destacado sobre os modelos é o valor do R-quadrado ajustado: 0.8761; 0.8674 e 0.9539. Isto significa que as variáveis selecionadas explicam conjuntamente em torno de 90% da variância das variáveis dependentes: grau de centralidade, depósito de patentes e o tamanho da empresa. A hipótese 1 é confirmada, pois o grau de centralidade tem impacto significativo no grau de centralidade da biotec do período subsequente. A hipótese 2 foi parcialmente confirmada, pois a experiência da biotec em alianças de P&D tem impacto no crescimento da biotec em depósito de patentes no período subsequente e a experiência da empresa em fazer e gerir alianças não-P&D tem impacto em número de colaboradores no período subsequente.

Com base nesses resultados, pode-se observar que a rede de alianças, no período estudado, está em expansão de suas atividades, com crescimento das biotecs. Verifica-se que as biotecs, ao aumentarem o número de alianças, aumentam o grau de centralidade. O grau de centralidade de um período t tem influência positiva no grau de centralidade de um período subsequente ($t+1$), tornando as empresas mais visíveis e atraindo mais alianças. A experiência em fazer e gerir alianças, ou seja, a capacitação relacional leva as biotecs a crescerem em número de depósito de patentes e em número de colaboradores. Essas evidências indicam que o ciclo de aprendizagem de Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) ocorre, também, na indústria de biotecnologia brasileira, segmento de saúde humana. Esse resultado coincide, ainda, com Baum, Calabrese e Silverman (2000), os quais apontam que a formação de alianças está positivamente associada à capacidade de inovação das biotecs canadenses, mesmo na fase inicial da indústria de biotecnologia, e com Powell *et al.* (1999), os quais encontraram correlação entre a centralidade na rede de alianças e o desempenho das biotecs norte-americanas.

Esse resultado, associado ao fato de que 19% das alianças foram realizadas com universidades (Tabela 1), coincide com o relatório Biominas (2009), o qual enfatiza que 66% das biotecs que interagem com universidades e institutos de pesquisa depositaram ao menos uma patente, enquanto que somente 25% das firmas que não interagem depositaram patentes. Esse resultado é consistente com a afirmação de Owen-Smith e Powell (2003), Pisano (2006a) e de Powell, Owen-Smith e Colyvas (2007) de que a ciência é o negócio da biotecnologia, ou seja, as biotecs comercializam a pesquisa acadêmica.

Tabela 4 – Estimativas dos Modelos

Variável Dependente (t+1) Variáveis independentes predictoras (t)	Modelo 1 Grau de Centralidade	Modelo 2 Depósito de Patentes	Modelo 3 Tama- nho da Empresa (número de colaboradores)
Depósito de patentes		0.3130 (0.2389)	
Tamanho da empresa			0.2929* (0.0977)
Grau de centralidade da empresa (total de alian- ças da empresa)	1.8493* (0.5357)	0.9940 (0.6292)	0.5218 (1.1044)
Alianças P&D	1.5226* (0.6297)	-0.7948 (0.6142)	0.6436 (1.1587)
Alianças não-P&D	1.1036* (0.4935)	-1.0702 (0.6490)	-0.5297 (1.1982)
Experiência em alianças P&D	-0.7129 (0.7649)	1.4395* (0.7149)	4.6570 (2.7152)
Experiência em alianças não-P&D	0.4561 (0.8887)	0.1951 (0.3619)	4.2002* (1.1570)
Número de observações	90	90	90
R ² ajustado	0.8761	0.8674	0.9539

* estimativa significativa no nível de 5%

Notas: a) Desvios-padrões das estimativas entre parênteses. b) Variáveis binárias para empresa e ano presentes no modelo, mas omitidas na tabela.

Conclusão

Este trabalho, a partir da proposta do ciclo de aprendizagem da capacitação de gestão de alianças de Powell, Koput e Smith-Doerr (1996), apresentado na Figura 1, teve como objetivo explorar a influência da rede de alianças no crescimento econômico das empresas de biotecnologia brasileiras, representado pelo depósito de patentes e pelo número de colaboradores, no segmento de saúde humana, no período de 2004 a 2008. Para testar as hipóteses levantadas, se desenvolveu um modelo econométrico de dados em painel.

A principal contribuição teórica deste trabalho é que há evidências de que o ciclo de aprendizagem da capacitação relacional ocorre na indústria brasileira de biotecnologia, saúde humana, mesmo em sua fase inicial, e está associado positivamente ao desempenho econômico das biotecs. A experiência acumulada em realizar e gerir alianças faz com que essas empresas cresçam economicamente. Interessantemente, não é o número de alianças que leva ao crescimento, mas, sim, a capacitação para gestão dessas alianças, advinda da experiência. O número de alianças é importante no sentido de aumentar a visibilidade da biotec na estrutura social formada pela rede de alianças, melhorando a sua reputação como parceira de negócios e gerando um ciclo de aumento do número de novas alianças. No entanto, por si só, o número de alianças não se relaciona com o crescimento. É no ciclo de imersão na rede, representado pelo tempo de experiência na gestão de alianças, que as biotecs desenvolvem capacitação relacional, o que aumenta a efetividade das alianças de P&D e não-P&D (voltadas para o desenvolvimento e comercialização das drogas, incluindo alianças de capital de risco, testes clínicos, licenciamento, distribuição e investimentos), atingindo o crescimento econômico. Nesse sentido, a imersão da biotec na rede de alianças é um fator determinante para o seu crescimento.

Outra contribuição foi preencher uma lacuna nos estudos organizacionais brasileiros, ao explorar a perspectiva da sociologia econômica e empregar a análise longitudinal para entender a evolução e mudança e estratégias de colaboração, carentes na academia brasileira (ANDRIGHI; HOFFMANN; ANDRADE, 2011).

A implicação deste trabalho para a gestão das biotecs é imediata. Como o ambiente competitivo da indústria de biotecnologia incentiva a forma organizacional

baseada em alianças, cabe à administração dessas empresas investir na realização de alianças. No entanto, é necessário que se invista, também, na gestão das alianças. Os gestores devem focar atividades de planejamento, otimização da execução, controle, organização das atividades e tomada de decisões envolvendo cada aliança e a carteira de alianças. Atividades de coordenação devem focar a atribuição de recursos, tarefas e atividades e a sincronização entre os parceiros. A aprendizagem deve ser administrada no sentido de garantir a transferência de conhecimento dos parceiros. A busca de parceiros adequados exige pesquisa e exploração de novas oportunidades. O ambiente competitivo e as alianças sofrem mudanças estruturais ao longo de sua existência exigindo adaptação. É necessário se definir como será a estrutura organizacional para desenvolvimento das atividades de buscar, identificar, fazer e gerir as alianças na rede.

Do ponto de vista das políticas públicas, este trabalho implica no incentivo à interação entre os agentes. Decisões de financiamento público devem estimular alianças. No caso de solicitações envolvendo atividades de P&D, deve-se garantir a relação universidade-empresa. No caso de solicitações de financiamento para atividades de desenvolvimento e comercialização de produtos (não-P&D), as alianças entre os agentes devem, também, ser estimuladas.

Quanto às limitações deste trabalho, importante destacar que, durante a coleta dos dados com os respondentes, houve várias indicações da existência de alianças informais, as quais tendem a reforçar a perspectiva da imersão social e de aprendizagem num contexto de comunidade de prática. Se consideradas essas alianças informais, elas possivelmente reforçariam os resultados da influência da rede de alianças no crescimento das biotecs. No entanto, como o foco desta pesquisa foram as alianças formais, a investigação das alianças informais fica como sugestão para estudos futuros. Outras limitações se referem ao pequeno número de firmas respondentes da pesquisa, 26, devido à característica ainda inicial da indústria de biotecnologia brasileira, e à escolha da medida do grau de centralidade a partir do número de laços. A escolha de outros indicadores como centralidade na rede, centralidade de proximidade, centralidade de intermediação e análise gráfica da rede tornariam a análise mais sofisticada. Sugere-se que novos trabalhos explorem essas variações. Outra limitação é o intervalo de tempo analisado, de 2004 a 2008, período curto, se for levado em consideração que o ciclo da descoberta à comercialização de uma droga pode levar mais de 10 anos. Deve-se levar em conta, também, que no período estudado houve um crescimento da economia global e brasileira, anterior à crise de 2008. As evidências desta pesquisa devem ser monitoradas e requer outras pesquisas que possam aprofundar o debate da evolução das redes de parcerias na indústria de biotecnologia e seu impacto na competitividade das biotecs brasileiras.

Referências

- ANDRADE, A. J. What hold us together? Analysing biotech field formation. *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 6, n. 3, p. 2-12, 2011.
- ANDRIGHI, F. F.; HOFFMANN, V. E.; ANDRADE, M. A. R. Análise da produção científica no campo de estudos das redes em periódicos nacionais e internacionais. *Revista de Administração e Inovação*, v. 8, n. 1, p. 29-54, 2011.
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO (BNDES). BNDES apoia com R\$ 28,9 milhões empresa inovadora de fármacos. *BNDES*, 25 jul. 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Sala_de_Imprensa/Noticias/2012/industria/20120725_recepta.html>. Acesso em: 18 abr. 2013.
- BARBOSA, A; MENDES, R; SENNES, R. Avaliação da política industrial, tecnológica e de comércio exterior para o setor farmacêutico. *Estudos Febrifarma*. Federação Brasileira da Indústria Farmacêutica, 2007.

BATAGLIA, W.; MEIRELLES, D. S. Population ecology and evolutionary economics: toward an integrative model. *Management Research (Armonk, N.Y.)*, v. 7, n. 2, p. 87-101, 2009.

_____; SILVA, A. A.; KLEMENT, C. As dimensões da imitação entre empresas: um estudo na indústria de transformação brasileira. *RAE. Revista de Administração de Empresas*, v. 51, n. 2, p. 160-174, 2011.

_____; YU, A. S. O. A sincronização da tomada de decisão estratégica com o planejamento estratégico formal. *Revista de Administração Mackenzie*, v. 9, n. 5, p. 82-111, 2008.

BAUM, J. A. C.; CALABRESE, T.; SILVERMAN, B. S. Don't go it alone: alliance network composition and start ups performance in Canadian biotechnology. *Strategic Management Journal*, v. 21, p. 267-94, 2000.

BIOMM TECHNOLOGY. Time Line. Disponível em: <<http://biomm.com/index.php?p=2,3>>. Acesso em: 18 abr. 2013.

BROWN, J.; DUGUID, P. Organizational learning and communities-of-practice: toward a unified view of working, learning and innovation. *Organization Science*, v. 2, n. 1, p. 40-57, 1991.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, p. 128-52, 1990.

_____; LEVINTHAL, D. Innovation and learning: the two faces of R&D. *Economic Journal*, v. 99, p. 569-96, 1989.

COZZI, A.; JUDICE, V.; DOLABELA, F.; FILION, L. J. *Empreendedorismo de base tecnológica*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CUNHA, C. R.; MELO, M. C. O. L. A confiança nos relacionamentos interorganizacionais: o campo da biotecnologia em análise. *RAE electron.*, São Paulo, v. 5, n. 2, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482006000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 maio 2013.

DUTTON, G. Emerging biotechnology clusters. *Genetic Engineering & Biotechnology News*, v. 9, n. 9, 2009. Disponível em: <<http://www.genengnews.com/gen-articles/emerging-biotechnology-clusters/2883/>>. Acesso em: 22 abr. 2012.

DYER J.; KALE P. Relational capabilities: drivers and implications, In: HELFAT C.; FINKELSTEIN S.; MITCHELL W.; PETERAF, M.; SINGH, H.; TEECE D.; WINTER, S. (Ed.). *Dynamic capabilities: understanding strategic change in organizations*. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. p. 65-80.

ERNST & YOUNG. *Beyond borders: global biotechnology report 2011*. Disponível em: <[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Global_Biotechnology_Report_2011/\\$FILE/Biotech_BeyondBorders_2011.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Global_Biotechnology_Report_2011/$FILE/Biotech_BeyondBorders_2011.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2013.

FREEMAN, L. *The development of social network analysis: a study in the sociology of science*. Vancouver: Empirical Press, 2004.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. *A indústria de biociências nacional: caminho para o crescimento*. Belo Horizonte: Fundação Biominas, 2011.

_____. *Estudo das empresas de biociências Brasil 2009*. Belo Horizonte: Fundação Biominas, 2009.

GRANOVETTER, M. Economic action and social structure: the problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, v. 91, n. 3, p. 481-510, 1985.

GULATI, R. Network location and learning: the influence of network resources and firm capabilities on alliance formation. *Strategic Management Journal*, v. 20, p. 397-420, 1999.

- _____; LAVIE, D.; SINGH, H. The nature of partnering experience and the gains from alliances. *Strategic Management Journal*, v. 30, p. 1213-33, 2009.
- _____; SYTCH M. Does familiarity breed trust? Revisiting the antecedents of trust. *Managerial and Decision Economics*, v. 29, p.165-90, 2008.
- HENDERSON, R.; ORSENIGO, L.; PISANO, P. G. The pharmaceutical industry and the revolution in molecular biology: interactions among scientific, institutional and organizational change. In: MOWERY, C. D.; NELSON, R. N. *Sources of industrial leadership: studies of seven industries*. New York: Cambridge University Press, 1999. p. 267-311.
- JUDICE, V. M. M. Biotecnologia e bioindústria no Brasil: evolução e modelos empresariais. In: SILVEIRA, J. M. F. J.; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: UNICAMP, 2004. p. 69-100.
- _____. Competências em internacionalização e inovação em biotecnologia no Brasil. *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 1, n. 4, p. 95-107, 2006.
- _____; BAÊTA, M. C. Modelo empresarial, gestão de inovação e investimentos de *venture capital* em empresas de biotecnologia no Brasil. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 9, n. 1, p. 171-91, 2005.
- LOPES, A. L. M.; JUDICE, V. M. M. Redes cooperativas de pesquisa científica e tecnológica para a inovação: a biotecnologia mineira em foco. *Revista de Administração e Inovação*, v. 7, n. 4, p. 4-20, 2010.
- MAGALHÃES, J. M.; DAUDT, C. G.; PHONLOR, P. R. Vantagens proporcionadas às pequenas e médias empresas por meio da união em redes de cooperação no contexto do *venture capital*. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 13, n. 4, p. 583-603, 2009.
- MALERBA, F. Innovation and the dynamics and evolution of industries: progress and challenges. *International Journal of Industrial Organization*, v. 25, n. 4, p. 675-699, 2007.
- MARQUES, F. O saldo de uma década. *Revista Pesquisa FAPESP*, v. 174, p. 31-34, 2010. Disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/07/030-034-174.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2013.
- McGILL, J. P.; SANTORO, M. D. Alliance portfolios and patent output: the case of biotechnology alliances. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 56, n. 3, p. 388-401, 2009.
- MIZRUCHI, M. Análise de redes sociais: avanços recentes e controvérsias atuais. *Revista de Administração de Empresas*, v. 46, n. 3, p. 72-86, 2006.
- NELSON, R.; WINTER, S. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- NOGUEIRA, A. C. L.; BATAGLIA, W. Transaction costs and organizational competences: explaining the governance structure for manufacturing stage. *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 7, n. 1, p. 159-174, 2012.
- ORSENIGO, L. *The emergence of biotechnology*. London: Pinter Publishers, 1989.
- OWEN-SMITH, J.; POWELL, W. W. The expanding role of university patenting in the life sciences: assessing the importance of experience and connectivity. *Research Policy*, v. 32, p. 1695-711, 2003.
- PISANO, G. P. Can science be a business? Lessons from biotech. *Harvard Business Review*, v. 84, n. 10, p. 114-25, 2006a.

- _____. *Science business: the promise, the reality, and the future of biotech*. Boston: Harvard Business School Press, 2006b.
- POWELL, W. W. Inter-organizational collaboration in the biotechnology industry. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, v. 152, p. 197-215, 1996.
- _____. Neither market nor hierarchy: network form of organization. In: CUMMINGS, L. L.; STAW, B. M. *Research in organizational behavior*. Greenwich: JAI Press, 1990. p. 295-336.
- _____; BRANTLEY, P. Competitive cooperation in biotechnology: learning through network? In: NOHRIA, N.; ECCLES, R. *Networks and organizations: structure, form and action*. Boston: Harvard Business Press, 1992. p. 366-94.
- _____; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: network of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, v. 41, p. 116-45, 1996.
- _____; _____; _____; OWEN-SMITH, J. Network position and firm performance: organizational returns to collaboration in the biotechnology industry. *Research in the Sociology of Organizations*, v. 16, p. 129-59, 1999.
- _____; _____; WHITE, D. R.; _____. Network dynamics and field of interorganizational collaboration in the life science. *American Journal of Sociology*, v. 110, p. 1132-205, 2005.
- _____; OWEN-SMITH, J.; COLYVAS, A. J. Innovation and emulation: lessons from american universities in selling private rights to public knowledge. *Minerva*, v. 45, p. 121-42, 2007.
- ROIJAKKERS, N.; HAGEDOORN, J. Inter-firm R&D partnering in pharmaceutical biotechnology since 1975: trends, patterns and networks. *Research Policy*, v. 35, p. 431-46, 2006.
- SCHILKE, O.; GOERZEN, A. Alliance management capability and alliance portfolio performance: conceptualization and measurement. *Journal of Management*, v. 36, p. 1192-1219, 2010.
- SILVEIRA, J. M. F. J.; BORGES, I. C. Um panorama da biotecnologia moderna. In: _____; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: UNICAMP, 2004. p. 17-31.
- _____; FONSECA, M. G. D.; DAL POZ, M. E. Biotecnologia no setor de saúde humana: bio-commodities e as fábricas biológicas. In: _____; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: UNICAMP, 2004. p. 121-164.
- SMITH-DOERR, L.; POWELL, W. Networks and economic life. In: SMELSER, N.; SWEDBERG, R. *The handbook of economic sociology*. Princeton: Princeton University Press, 2005. p. 379-402.
- SOUZA-LIMA, J. C.; SCHOMMER, P. C. A pesquisa em comunidades de prática: panorama atual e perspectivas futuras. *Organizações & Sociedade*, v. 15, n. 44, p. 105-27, 2008.
- STUART, T. E. Interorganizational alliances and the performance of firms: a study of growth and innovation rates in high-technology industry. *Strategic Management Journal*, v. 21, p. 791-811, 2000.
- VEDOVELLO, C. A.; JUDICE, V. M. M.; MACULAN, A. D. Revisão crítica às abordagens a parques tecnológicos: alternativas interpretativas às experiências brasileiras recentes. *Revista de Administração e Inovação*, v. 3, n. 2, p. 103-18, 2006.
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. New York: Cambridge University Press, 2006.

WHITTINGTON, K. B.; OWEN-SMITH, J.; POWELL, W. W. Networks, propinquity and innovation in knowledge-intensive industries. *Administrative Science Quarterly*, v. 54, n. 1, p. 90-112, 2009.

Artigo recebido em 04/05/2011.

Última versão recebida em 03/09/2012.

Artigo aprovado em 01/11/2012.