

A contribuição da colaboração industrial nas atividades de inovação da indústria brasileira

Fabio Antônio Dalla Vecchia¹

Alejandro Germán Frank¹

¹ Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO), Departamento de Engenharia de Produção e Transportes (DEPROT), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Osvaldo Aranha 99, 5º andar, Porto Alegre, CEP 90035-190, Brasil. *E-mail de contato:* Fabio Dalla Vecchia (fdvecchia@gmail.com)

Novembro de 2016

A contribuição da colaboração industrial nas atividades de inovação da indústria brasileira

Resumo

Este trabalho estuda a contribuição da colaboração industrial para a melhoria do impacto dos esforços de inovação no desempenho da indústria brasileira. Foram analisados dados de 55 setores industriais (aprox. 36.000 empresas inovadoras), coletados na PINTEC 2011, mediante técnicas de Regressão Linear Hierárquica. Os resultados apontam que: (i) a colaboração cresceu na última década, embora alguns tipos, como a interação universidade-empresa, ainda são reduzidos; (ii) a colaboração contribui para melhorar as atividades de P&D e a identificação de novas soluções tecnológicas; (iii) o foco em aquisição de tecnologia tem impacto negativo na inovação e a colaboração não minimiza este impacto.

Palavras-chave: Colaboração industrial; inovação aberta; desempenho industrial; desempenho inovador; indústria brasileira.

Abstract

This paper studies the contribution of industrial collaboration to improve the impact of innovation efforts on the performance of Brazilian industry. Data were analyzed from 55 industrial sectors (approximately 36,000 innovative companies), collected at PINTEC 2011, using Linear Hierarchical Regression techniques. The results show that: (i) collaboration has grown in the last decade, although some types, such as university-company interaction, are still reduced; (ii) collaboration contributes to improve R&D activities and the identification of new technological solutions; (iii) the focus on technology acquisition has a negative impact on innovation and collaboration does not minimize this impact.

1. Introdução

A literatura internacional sobre organização industrial sugere que um dos fatores essenciais para a melhoria da inovação nas indústrias é o incentivo à colaboração entre as empresas e seus diversos tipos de parceiros (Saebi & Foss, 2015; Nieto & Santamaría, 2007; Findık & Beyhan, 2015; Barge-Gil, 2010; Laursen & Sauter, 2006; Álvarez et al., 2009; De Backer et al., 2008). A literatura sugere que a colaboração com clientes, fornecedores, outras empresas, universidades, entre outros, – denominada genericamente como colaboração industrial - fortalece o processo de aprendizagem organizacional e impacta positivamente na capacidade de P&D e de

desenvolvimento de novos produtos bem sucedidos no mercado (Becker & Dietz, 2004; Miotti & Sachwald, 2003; West & Bogers, 2014; Veugelers & Cassiman, 2005). Essa colaboração industrial é a base para o que se chama hoje de inovação aberta, a qual consiste na troca intencional de conhecimento entre a empresa e outras partes externas, visando a aceleração da inovação interna e externa, que permita expandir os mercados e a competitividade (Chesbrough, 2006; West et al., 2014).

Porém, mesmo que a literatura reconheça a importância da inovação aberta através da colaboração industrial (Wang et al., 2015; West & Bogers, 2014; Laursen & Salter, 2006; De Backer et al., 2008), ainda há uma carência de estudos em grande escala que ressaltem a contribuição dessa abordagem estratégica para a relação entre os esforços de inovação e os resultados de inovação obtidos, tanto em produtos como em processos. Além disso, este tema geralmente é tratado no contexto das economias desenvolvidas (Freitas et al., 2013). No entanto, estas conclusões não podem ser simplesmente extrapoladas para países em desenvolvimento como o Brasil, onde as condições estruturais (por ex. condições de mercado, concorrência, infraestrutura, legislação, entre outros) são diferentes e por vezes instáveis, enfrentando frequentes mudanças (Furman et al., 2002; Faber & Heszen, 2004; Ganter & Hecker, 2013; Nam et al., 2014).

Portanto, este trabalho aborda esse assunto no contexto da indústria brasileira, para a qual se propõe entender se a colaboração industrial é realmente um fator que ajuda a melhorar os resultados de inovação dos setores industriais que realizam esforços para inovar. Este objetivo é abordado por meio de uma análise quantitativa dos resultados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) do IBGE, a qual abrange uma amostra estratificada de cerca de 36.000 empresas. Especificamente, o presente estudo foca nas características de colaboração de empresas inovadoras de 55 setores industriais considerados no relatório da PINTEC 2011.

Este artigo está estruturado como segue. A seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre a colaboração industrial e inovação aberta. A seção 3 explica o método de pesquisa e a seleção de dados. Os resultados são apresentados na Seção 4. Finalmente, a Seção 5 as discussões e conclusões.

2. Fundamentação teórica

Como os ambientes em que as empresas estão inseridas são diferentes de país para país, a influência que estes exercem sobre os resultados de inovação são específicos para cada contexto, não podendo ser totalmente generalizado (Santos et al., 2014). Neste sentido, existem poucos estudos sobre a relação entre os esforços de inovação e desempenho das empresas no

contexto brasileiro. Em geral, a maioria dos estudos baseados na PINTEC procura demonstrar as características das empresas que realizam atividades de inovação (Lopes & Barbosa, 2014; Araújo & Salerno, 2015; Pereira & Dathein, 2015), ou os aspectos políticos e econômicos que influenciam tais atividades (Resende et al., 2014; Rocha, 2015; Pereira & Dathein, 2016; Avellar & Botelho, 2015).

A respeito dos estudos que analisam variáveis que impactam no desempenho da inovação, pode-se destacar o de Araújo e Salerno (2015), que demonstraram no contexto brasileiro que existe uma relação positiva entre os esforços de inovação e as empresas orientadas para a exportação. Outro estudo recente é o de Zawislak et al. (2015) que estudaram o comportamento das capacidades de inovação e o desempenho de empresas que interagem ou não com instituições científicas e de pesquisa, os resultados indicam que as empresas podem melhorar sua capacidade através do desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias. Além disso, Frank et al. (2016) utilizaram dados da PINTEC para demonstrar que as atividades de inovação focadas em estratégias de mercado contribuem significativamente para diferentes tipos de resultados da empresa, enquanto que as atividades focadas em estratégias de aquisição de tecnologias não contribuem para o desempenho das empresas, talvez pelo fato destas usarem a aquisição de tecnologia apenas para atualizar a defasagem tecnológica e não para inovar. Todos esses estudos no contexto brasileiro consideram relações causais para a inovação, mas sem considerar possíveis interações destas com as condições de contexto como, por exemplo, o nível de colaboração com os stakeholders.

Embora diversos fatores tenham sido incorporados ao papel das atividades de inovação nos estudos acadêmicos, poucas pesquisas têm considerado a colaboração como um efeito moderador (variável de interação) sobre os resultados. A colaboração entre as empresas pode não ser uma atividade de inovação em si, mas uma variável condicionadora que facilita obter melhores resultados entre os esforços de inovação e os resultados obtidos (Belderbos et al., 2004; Becker & Dietz, 2004). Muitas das atividades de colaboração para a inovação são motivadas pela complexidade atual do mercado e pelo significativo avanço tecnológico dos produtos (Zeng et al., 2010; Faria et al., 2010). Por conseguinte, a necessidade de maior assertividade nos resultados da inovação reflete diretamente o papel crescente da colaboração para a sustentabilidade e o crescimento econômico, uma vez que permite dividir riscos entre parceiros, além da possibilidade de uma visão mais abrangente do negócio (Chesbrough, 2006; Tether, 2002).

Existem vários tipos de possíveis parceiros de colaboração para inovação. Dentre eles, destacam-se clientes, fornecedores, empresas do mesmo grupo, empresas concorrentes,

instituições governamentais, consultores, universidades e institutos de pesquisas (Faria et al., 2010; Belderbos et al., 2004; Miotti & Sachwald, 2003; Fritsch & Lukas, 2001). Em um estudo sobre a colaboração em empresas industriais alemãs, Fritsch & Lukas (2001) classificaram os parceiros de inovação em quatro grupos principais: clientes, fornecedores, concorrentes e universidades e instituições públicas de pesquisa. Outros estudos sobre a colaboração em atividades de inovação (Segarra-Blasco & Arauzo-Carod, 2008; Belderbos et al., 2004) também classificam os parceiros de colaboração em categorias semelhantes.

O maior impacto positivo sobre os resultados das atividades de inovação vem de redes de colaboração que incluem uma variedade de parceiros (Egbetokun, 2015; Nieto & Santamaría, 2007). Isto se deve ao fato que inovações tecnológicas são menores quando provém de esforços isolados (Drejer & Jørgensen, 2005). Outros estudos também demonstram que a abertura das empresas, em relação ao número de parceiros e ao nível de colaboração, tem um impacto positivo significativo sobre o desempenho da inovação (Lazzarotti & Manzini, 2009; Zeng et al., 2010; Nieto & Santamaría, 2007; Álvarez et al., 2009; De Backer et al., 2008). Não obstante, embora a literatura geral sugira que empresas que inovam em base à colaboração tendem a alcançar melhores resultados, Barge-Gil (2010), aponta que empresas com um grande número de parceiros diferentes são mais propensas a colaborar superficialmente (Barge-Gil, 2010). Da mesma maneira, Laursen & Salter (2006) argumentam que existe frequentemente um *trade-off* entre o número de parceiros e a intensidade do relacionamento.

De acordo com pesquisas anteriores, o tipo de colaboração para a inovação depende do objetivo estratégico que as empresas têm (Barge-Gil, 2010; Fritsch & Lukas, 2001; Arranz & Arroyabe, 2008; Das & Teng, 2003). Por exemplo, a colaboração com fornecedores parece ser mais forte quando as empresas visam melhorias de processos e redução de custos (Fritsch & Lukas, 2001; Miotti & Sachwald, 2003). A colaboração com universidades é mais frequente quando há um propósito de desenvolver novas tecnologias (Veugelers & Cassiman, 2005; George et al., 2002). A colaboração entre concorrentes pode ajudar na redução de custos por divisão de riscos, de produtividade na produção conjunta e melhoria de produtos e vendas quando se busca novos mercados conjuntamente (Gnyawali & Park, 2011; Tether, 2002; Ritala & Hurmelinna-Laukkanen, 2009).

A contribuição da colaboração sobre os resultados de inovação percebidos pode também ser observada no estudo de Becker & Dietz (2004), que demonstraram que a colaboração com outras empresas e instituições aumentam as atividades de P&D. Ou seja, as empresas tendem a investir mais no processo de inovação quando as atividades de P&D são colaborativas, algo também constatado por Bayona et al., (2001). Um outro efeito positivo da colaboração é demonstrada por

Díez-Vial & Montoro-Sánchez (2016) e George et al., (2002), que observaram que empresas que colaboram com universidades e institutos de pesquisa, recebendo conhecimento desses ambientes, têm despesas de P&D menores e, ao mesmo tempo, níveis maiores de resultados de inovação. Assim, empresas com foco em P&D e patentes colaboram mais frequentemente com universidades e institutos de pesquisa, de testes e ensaios ou centros de certificação e capacitação (Tödtling et al., 2009).

A colaboração com os clientes gera conhecimento e demandas, além de ajudar a encontrar o equilíbrio certo entre custo e benefício do produto (Tether, 2002). Ainda, reduz o risco associado com a introdução de uma inovação no mercado (von Hippel, 1988), por aumentar a confiança dos clientes e, conseqüentemente, aumentar também o nível de aceitação que o mercado terá por esta inovação (Tether, 2002). Segundo Nieto & Santamaría (2007), fornecedores são considerados os parceiros mais importantes para a inovação de produtos, além disso, as empresas tendem a criar uma relação de confiança de longo prazo para complementar os esforços de P&D internos (Tether, 2002). Pesquisas anteriores apontam a importância do fornecedor para a inovação nos estágios iniciais (Bidault et al., 1998), assim como clientes (Nieto & Santamaría, 2007). Concorrentes não são bons parceiros quando uma empresa se concentra em inovações disruptivas (Nieto & Santamaría, 2007), embora Tether (2002) argumente que a colaboração com concorrentes pode reduzir os riscos associados ao investimento pesado de novas tecnologias.

Assim sendo, os estudos acima destacados apontam diferentes benefícios da colaboração para inovação. Alguns deles reportam aspectos do Brasil, enquanto que a maior parte da vasta literatura sobre o tema se concentra no ambiente internacional. Ao olhar para a literatura acadêmica sobre o tema, um fato torna-se evidente: a inovação aberta está em progresso e as empresas estão cada vez mais procurando inovar com parceiros externos (De Backer et al., 2008; Barge-Gil, 2010; Becker & Dietz, 2004; Chesbrough, 2006; West et al., 2014; Tether, 2002; Laursen & Salter, 2006). Conseqüentemente, há muitos esforços de inovação no qual a empresa pode investir, assim como parceiros com os quais ela pode colaborar. Portanto, a partir dessas evidências predominantemente internacionais, propõe-se a seguinte hipótese de pesquisa para o contexto da indústria Brasileira:

Hipótese geral: A intensidade da colaboração industrial visando uma inovação aberta modera positivamente a contribuição dos esforços de inovação sobre os resultados da inovação na indústria brasileira.

Isto significa que, a partir do ponto de vista positivo da colaboração industrial para a competitividade, se presume que esta colaboração pode beneficiar e ajudar aquelas variáveis

que foram apontadas em pesquisas anteriores como benéficas para o desempenho dos resultados de inovação.

3. Procedimentos metodológicos

3.1. Análise de dados

Para a análise do efeito moderador da colaboração industrial na relação entre os esforços de inovação e os resultados de inovação foram utilizados dados secundários obtidos da quinta edição da PINTEC (PINTEC – 2011), que corresponde ao triênio 2009-2011. PINTEC é a pesquisa oficial do governo brasileiro sobre inovação. É conduzida pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) com o suporte do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos). O conceito e a metodologia empregados são baseados no Manual de Oslo (OECD, 2005) e seguem o modelo proposto pelo Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Statistical Office of the European Communities - EUROSTAT). O objetivo da PINTEC é a construção de indicadores de atividades de inovação das empresas brasileiras comparáveis com indicadores de outros países. Para tal, a pesquisa levanta os fatores que influenciam o comportamento da inovação nas empresas brasileiras: as estratégias e esforços adotados, incentivos, obstáculos e resultados de inovação (IBGE, 2013).

Dos dados disponibilizados pela PINTEC, foram utilizados especificamente aqueles sobre as características de colaboração de empresas inovadoras, que abrangem 55 setores industriais compostos por empresas com dez ou mais empregados. A PINTEC considera a inovação em empresas brasileiras como um fenômeno raro e, por isso, assume que uma amostra estratificada pode não representar adequadamente a fração da população de empresas que implementaram inovações (IBGE, 2013). Esta característica indica a necessidade de preestabelecer as empresas que têm mais probabilidade de ser inovadoras e aumentar a fração de amostragem para este subconjunto. Para a seleção da amostra, a PINTEC utiliza dados do cadastro central de empresas, empregando uma amostragem estratificada desproporcional em que as empresas que são mais propensas a serem inovadoras são identificadas utilizando uma técnica de triagem no banco de dados. Dessa forma, a PINTEC considera, por exemplo, a lista de empresas que tiveram benefícios provenientes de incentivos para P&D e inovação tecnológica, números de patentes registradas pelas empresas, empresas que declararam aquisições de máquinas e equipamentos incorporadas aos seus ativos imobilizados, etc. Adicionalmente, as empresas com 500 ou mais pessoas ocupadas nas indústrias extrativistas e de transformação ou com 100 ou mais pessoas ocupadas nas empresas de serviços também foram consideradas com forte potencial de inovação. As demais empresas foram alocadas em estratos que foram amostrados. Esses estratos foram definidos por fatores geográficos e atividades econômicas. A amostra final

é composta por 17.479 empresas, cujos resultados foram expandidos para um universo de 128.699 empresas por meio do estimador de Horvitz-Thompson. Estes dados são coletados através de entrevistas conduzidas por telefone. Como muitas empresas não estão familiarizadas com os conceitos de inovação (IBGE, 2013), é considerada uma taxa adicional de 10% de perda para assegurar o número desejado de respondentes. A partir do universo considerado, as empresas que investiram em atividades de inovação durante o período analisado correspondem a 28,4% (36.506 empresas).

3.2. Medidas do modelo

3.2.1. Seleção de variáveis

Para a seleção das variáveis de entrada e saída de inovação da PINTEC, foram adotados os procedimentos propostos em Frank et al. (2016). Os esforços de inovação descrevem os diferentes investimentos monetários em atividades de inovação realizados pelas empresas. Por outro lado, as variáveis de saída descrevem os resultados de inovação obtidos pelas empresas. Adicionalmente, uma nova variável foi utilizada neste trabalho como variável central do estudo: o nível de colaboração industrial dos setores industriais. Esta variável descreve a intensidade de colaboração entre as empresas e diferentes atores. A Tabela 1 apresenta a descrição dos esforços de inovação, dos resultados de inovação e de colaboração utilizadas da PINTEC 2011. Esses dados utilizados da PINTEC são fornecidos de forma agregada para cada setor industrial.

Tabela 1 – Variáveis da PINTEC selecionadas para o estudo

Esforços de inovação	Descrição conforme relatório PINTEC 2011
Atividades internas de P&D [PDINT]	Compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações.
Aquisição externa de P&D [PDEXT]	Compreende as atividades descritas acima, realizadas por outra organização (empresas ou instituições tecnológicas) e adquiridas pela empresa.
Aquisição de conhecimentos externos [CONEXT]	Compreende os acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de know-how e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros.
Aquisição de software [AQSOFT]	Compreende a aquisição de software (de desenho, engenharia, de processamento e transmissão de dados, etc.), especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados.
Aquisição de máquinas e equipamentos [MAQ]	Compreende a aquisição de máquinas, equipamentos e hardware, especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados.
Treinamento [TREIN]	Compreende o treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa;
Introdução das inovações tecnológicas no mercado [MERC]	Compreende as atividades de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de produto novo ou aperfeiçoado, podendo incluir pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento.
Projeto industrial e preparações técnicas [PROJ]	Compreende os procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo. Inclui plantas e desenhos orientados para definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias à implementação de inovações.

Resultados de inovação	Descrição conforme relatório PINTEC 2011	
Resultados de Inovação	1. Melhoria da qualidade dos produtos 2. Ampliação da gama de produtos ofertados 3. Manutenção da participação da empresa no mercado 4. Ampliação da participação da empresa no mercado 5. Abertura de novos mercados 6. Aumento da capacidade produtiva 7. Aumento da flexibilidade da produção 8. Redução dos custos de produção	
Colaboração industrial	Descrição conforme relatório PINTEC 2011	
Tipos de colaboração	1. Clientes ou consumidores 2. Fornecedores 3. Concorrentes 4. Outra empresa do grupo	5. Empresas de consultoria 6. Universidades e institutos de pesquisa 7. Centros de capacitação profissional 8. Instituições de testes, e certificações

Para as variáveis de esforço de inovação (Tabela 1), foi utilizada a porcentagem das despesas em atividades de inovação (valores monetários). Esses valores foram normalizados de acordo com a Equação 1, onde IE_{ij} representa as despesas (em valores monetários) para as atividades de inovação i (que pode variar de 1 até n) em um setor industrial j e R_j representa o volume total de vendas em valores monetários deste setor industrial. Consequentemente, com essa normalização, é calculada a porcentagem gasta em esforços de inovação em relação às receitas da empresa.

$$IE_{ij\%} = \frac{IE_{ij}}{R_j} \quad (1)$$

Por outro lado, os tipos de colaboração e os resultados de inovação são ambos avaliados a partir de uma escala de percepção das empresas; o primeiro em termos da intensidade percebida de colaboração para a inovação com os diferentes atores e a segunda em termos de benefícios percebidos para os resultados de inovação (ambos em uma escala de Likert de três pontos: baixo, médio e alto). Ambos os grupos de variáveis (resultados e colaboração) são apresentados em dados categóricos agregados, apresentados como a quantidade total de empresas de um setor industrial específico, atribuindo a cada variável uma pontuação determinada pela sua importância (baixo, médio, alto). Dessa forma, para essas variáveis, foi calculado um único valor ($T_{ij\%}$) para cada uma (resultados e colaboração), usando a seguinte equação:

$$T_{ij\%} = \frac{1.00 \times th_j + 0.50 \times tm_j}{T_j} \quad (2)$$

De acordo com a Eq. (2), $T_{ij\%}$ é calculado para um setor industrial j em relação a uma variável qualitativa de saída ou colaboração i da Tabela 1. Foi atribuído o peso de 1,00 para a quantidade total de empresas (th_j) de um setor industrial j , que indica uma alta importância para uma variável i , e 0,50 para o total de empresas (tm_j) de um setor industrial j , que indica uma importância moderada para a variável i . Um único valor T_{ij} para cada setor industrial e variável é obtido assim como a soma ponderada dos dois totais parciais. Nesse cálculo, todas as empresas que reportaram importância alta ou média para uma variável (th_j e tm_j) foram contabilizadas e a soma ponderada foi incluída na análise. É importante ressaltar que a Eq. (2) é formulada como uma proporção para permitir análises comparativas entre as variáveis. Assim, os resultados são expressos como porcentagens relativas dividindo a soma ponderada pela quantidade total de empresas de um setor industrial específico $j(T_j)$. A Eq. (2) fornece uma pontuação única (T_{ij}) em cada setor industrial, que reflete a importância percebida das empresas para cada variável.

3.2.2. Definição dos construtos

Dado o fato de que os dados utilizados (Tabela 1) considera um grande número de resultados de inovação (8), bem como os tipos de colaboração (8), primeiramente foi necessário realizar duas análises fatoriais exploratórias (AFE) para sintetizar estes conjuntos de variáveis em construtos, a fim de melhorar a interpretação dessas variáveis e detectar estruturas ocultas nos dados que podem ser compreendidas (Hair et al., 2009; Treiblmaier & Filzmoser, 2010). Além disso, como Frank et al. (2016) relataram fatores de alta correlação entre as variáveis de esforços de inovação reportados na PINTEC, também se utilizou um procedimento AFE para obter grupos de variáveis que permitam evitar multicolinearidade, o que pode ser problemático em modelos de regressão. A AFE foi realizada mediante a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP) usando rotação ortogonal VARIMAX quando as cargas fatoriais iniciais se apresentam desequilibradas. A viabilidade deste procedimento também foi testada para os três conjuntos de variáveis através dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Bartlett (Hair et al., 2009). Todos esses testes mostraram que o conjunto de dados é apropriado para ser tratado mediante APC: 1) variáveis de resultado de inovação (KMO = 0,83; Bartlett $p < 0,001$); 2) variáveis de colaboração (KMO = 0,89; Bartlett $p < 0,001$); 3) variáveis de esforço de inovação (KMO = 0,51; Bartlett $p < 0,01$). Em duas das três AFE, foi necessário realizar uma rotação ortogonal devido ao desequilíbrio das cargas fatoriais iniciais.

Em relação ao conjunto de variáveis dos resultados da inovação, os resultados apontaram que essas variáveis dependentes podem ser agrupadas em um único fator principal [RESULTADOS] que explica 81% do total de variância. Nenhuma variável foi excluída, uma vez todas as comunalidades foram maiores que 0,5 e todas as variáveis apresentaram altas cargas fatoriais

($\geq 0,6$), como mostra a Tabela 2. Assim sendo, observa-se que o fator principal que compõe a variável de desempenho (resultado de inovação) compreende tanto resultados de desempenho operacional como de produto.

Tabela 2 – Cargas fatoriais das variáveis do construto de resultado de inovação [DESEMPENHO]

Variáveis da componente principal	Cargas fatoriais
1. Melhoria da qualidade dos produtos	0,91
2. Ampliação da gama de produtos ofertados	0,92
3. Manutenção da participação da empresa no mercado	0,80
4. Ampliação da participação da empresa no mercado	0,85
5. Abertura de novos mercados	0,78
6. Aumento da capacidade produtiva	0,91
7. Aumento da flexibilidade da produção	0,70
8. Redução dos custos de produção	0,85

Para as variáveis de colaboração, os resultados obtidos são mostrados na Tabela 3. Como pode ser observado, há apenas um construto que explica 81,47% da variância dos oito tipos de colaboração para as variáveis de inovação. Isto sugere que a intensidade da colaboração é um comportamento geral para o setor industrial, uma vez que têm a maioria dos tipos ou não. Em outras palavras, os tipos de colaborações não são diferenciados ao longo dos setores industriais, mas concentrados e presentes todos juntos ou não. Conseqüentemente, foi utilizado para a análise um único efeito moderador potencial chamado intensidade de colaboração [COLABORAÇÃO].

Tabela 3 – Cargas fatoriais das variáveis do construto intensidade de colaboração [COLABORAÇÃO]

Variáveis da componente principal	Cargas fatoriais
Clientes	0,95
Fornecedores	0,96
Competidores	0,82
Outras empresas do grupo	0,87
Consultorias	0,77
Universidades e Institutos de Pesquisa	0,93
Instituições de Testes e Certificações	0,96
Centros de Treinamento e Capacitação	0,95

Finalmente, para as atividades de inovação, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 4. Três fatores que representaram 60,21% da variância (ligeiramente maior do que o 60% exigido) e foram nomeados de acordo com as características das variáveis agrupadas: O suporte técnico para as atividades de inovação [SUPORTE] (composto por AQSOFT, TREIN e MERC); Aquisição externa de fontes recursos de inovação [AQUISIÇÃO] (composto por PDEXT e CONEXT); e esforços internos de inovação [ESFORÇOS] (composto por PDINT, MAQ e PROJ). Apesar da variável PROJ ter um valor inferior a 0,5, optou-se por manter no construto

ESFORÇOS devido ao seu valor muito próximo 0,481. Todas as demais variáveis tiveram um fator de carregamento satisfatório.

É importante notar que ESFORÇOS contém um coeficiente negativo para PDINT enquanto as outras variáveis deste fator (MAQ e PROJ) mostram coeficientes positivos. Como demonstrado em Frank et al. (2016), isso representa estratégias de inovação opostas adotadas pelas empresas brasileiras, que foram chamadas por esses autores como 'orientação de mercado' (PDINT) versus estratégias de aquisição de tecnologias (MAQ e PROJ). Isso significa que as empresas tendem a tomar uma decisão entre os dois caminhos divergentes para a inovação. Além disso, outro ponto a destacar é o fator AQUISIÇÃO, pois, mesmo que esse fator considere fontes externas para a inovação, há uma diferença semântica notável com o construto COLABORAÇÃO, a variável moderadora. O primeiro não considera atividades de colaboração como o segundo, mas a aquisição de conhecimentos e de P&D como uma atividade de compra de agentes externos. Portanto, diferencia-se entre o que é um esforço de inovação fechada mediante aquisição externa (AQUISIÇÃO) e uma inovação aberta baseada na colaboração (COLABORAÇÃO).

Tabela 4 – Cargas fatoriais das variáveis do construto esforços de inovação [ESFORÇOS]

Variável		Cargas fatoriais		
		SUORTE	AQUISIÇÃO	ESFORÇOS
PDINT	Atividades internas de P&D	0,09	-0,09	<u>-0,57</u>
PDEXT	Aquisição externa de P&D	-0,01	<u>0,93</u>	-0,04
CONEXT	Aquisição de outros conhecimentos externos	0,07	<u>0,93</u>	-0,02
AQSOFT	Aquisição de software	<u>0,88</u>	0,09	0,06
MAQ	Aquisição de máquinas e equipamentos	0,01	-0,09	<u>0,75</u>
TREIN	Treinamento	<u>0,89</u>	0,10	0,07
MERC	Introdução de inovações tecnológicas no mercado	<u>0,52</u>	-0,09	-0,17
PROJ	Projeto industrial e outras preparações técnicas	0,03	-0,05	<u>0,48</u>

Para todos os construtos obtidos com a AFE, foram gerados novos escores fatoriais unidimensionais utilizados no modelo de regressão. Esses valores foram obtidos através do método de Thurstone no SPSS 13®. Como resultado, foi obtido um novo conjunto de construtos para as variáveis independentes de inovação (SUORTE, AQUISIÇÃO e ESFORÇOS), para o potencial moderador (COLABORAÇÃO) e para a variável dependente dos resultados de inovação (RESULTADOS). Esses construtos permitiram sintetizar características semelhantes e evitar problemas de multicolinearidade no modelo de regressão.

3.3.3. Variáveis de controle

Algumas variáveis que podem ser obtidas dos dados da PINTEC foram incluídas como variáveis de controle no modelo. Em primeiro lugar, considerou-se que os setores industriais com empresas maiores são mais propensos a investir em atividades de inovação (Resende et al., 2014; Chudnovsky et al., 2006; Evangelista & Vezzani, 2010; De Backer et al., 2008). Por isso, foram incluídos dois controles: o logaritmo natural das receitas para cada setor de indústria [Receitas] e um controle de tamanho de empresas [Tamanho] (0= pequena/média; 1 = grande) que representa o tamanho predominante das empresas (número de colaboradores) em cada setor industrial. Os tamanhos 'pequena' e 'média' foram incluídos no mesmo controle devido ao acesso restrito à informação sobre a composição dos setores (Frank et al., 2016). Também foram incluídas variáveis específicas da PINTEC que caracterizam cada setor: número de recursos humanos qualificados nos setores industriais [Recursos] (isto é, pessoas com, no mínimo graduação concluída) (Resende et al., 2014; Stiebale & Reize, 2011; Chudnovsky et al., 2006); o acesso que os setores industriais têm a fundos para inovação [Financiamento] (Resende et al., 2014; Stiebale & Reize, 2011; Crespi & Zuñiga, 2012); e três variáveis *dummy* (k-1) de controle propostos por Chudnovsky et al. (2006), que definem quatro tipos (k=4) de trabalhos industriais realizados por cada setor industrial estudado que pode influenciar na orientação da inovação: indústria intensiva em trabalho, indústria intensiva em produção de escala, indústria intensiva em P&D e indústria intensiva em recursos naturais [Dummy_Trabalho; Dummy_Escala e Dummy_Natural].

3.3. Procedimentos econométricos

O modelo econométrico proposto neste estudo é representado na Figura 1. Como demonstrado na figura, existem três construtos principais para as atividades de inovação (variáveis independentes): Suporte técnico para atividades de inovação [SUPORTE], Aquisição externa de fontes de inovação [AQUISIÇÃO] e Esforços internos para inovação [ESFORÇOS] que impactam no resultado de inovação representando pelo desempenho de produtos e processos [DESEMPENHO]. Nessas relações, levantou-se a hipótese de que o nível de intensidade da colaboração [COLABORAÇÃO] modera positivamente o impacto que estas três entradas de inovação têm sobre os resultados da inovação (hipótese geral), que é representado pelas sub-hipóteses H1, H2 e H3 que analisam esta hipótese geral desdobrada para cada um dos construtos de esforços de inovação.

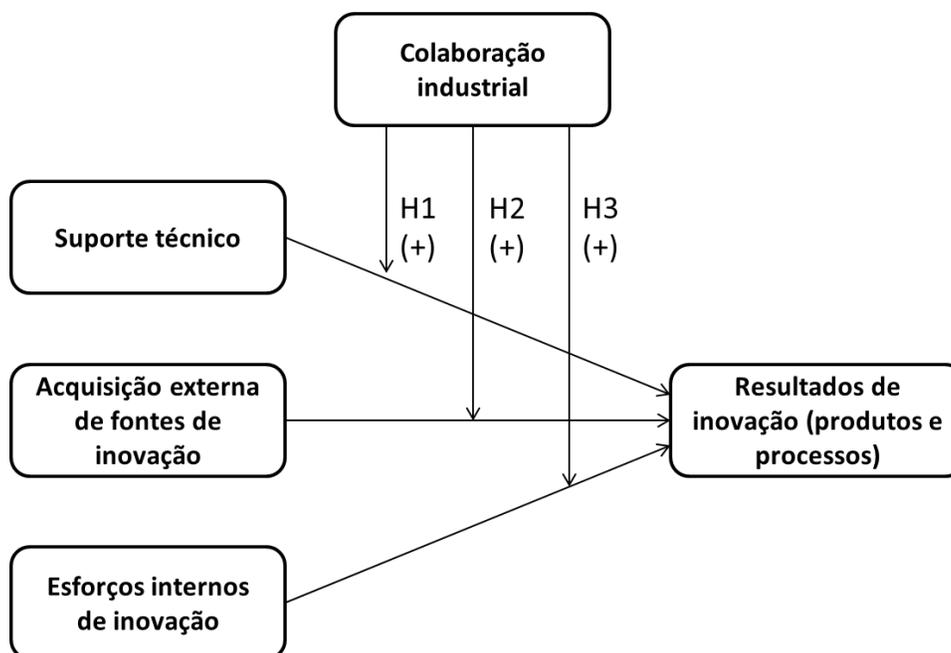


Figura 1 – Modelo econométrico – o impacto da colaboração no desempenho inovador

Para testar o efeito de moderação (H1, H2 e H3), utilizaram-se os valores normalizados dos construtos de esforços de inovação, obtidos a partir do procedimento ACP pelo método de Thurstone, com os quais foi criado um valor multiplicativo para os efeitos de interação entre a variável moderadora e as variáveis independentes. Assim, o modelo final contém quatro efeitos principais, três efeitos de interação, as variáveis de controle e o termo de erro, conforme apresenta a Figura 1 e a Equação 3:

$$\begin{aligned}
 \text{DESEMPENHO} = & \beta_1 \times \text{SUPORTE} + \beta_2 \times \text{AQUISIÇÃO} + \beta_3 \times \text{ESFORÇOS} + \beta_4 \times \text{COLABORAÇÃO} + \beta_5 \times \text{SUPORTE} \times \\
 & \text{COLABORAÇÃO} + \beta_6 \times \text{AQUISIÇÃO} \times \text{COLABORAÇÃO} + \beta_7 \times \text{ESFORÇOS} \times \text{COLABORAÇÃO} + \beta_8 \times \text{Tamanho (controle)} + \\
 & \beta_9 \times \text{Receitas (controle)} + \beta_{10} \times \text{Recursos (controle)} + \beta_{11} \times \text{Financiamento (controle)} + \beta_{12} \times \\
 & \text{Dummy}_{\text{recursos}}(\text{controle}) + \beta_{13} \times \text{Dummy}_{\text{trabalho}}(\text{controle}) + \beta_{14} \times \text{Dummy}_{\text{escala}}(\text{controle}) + \epsilon
 \end{aligned} \quad (3)$$

O efeito de interação proposto no modelo econométrico (Figura 1 e Equação 3) pode ser testado através de um modelo de regressão. Porém, é importante verificar a possível existência de endogeneidade e de viés devido à auto seleção amostral, que podem ser um problema para as técnicas de regressão pelo fato de inflacionar os coeficientes obtidos no modelo (Wooldridge, 2010). Muitos autores reconhecem isso como um possível problema ao usar variáveis de pesquisas de grande escala sobre inovação (Chudnovsky et al., 2006; Hashi & Stojčić, 2013; Crespi & Zuñiga, 2012). Neste sentido, endogeneidade significa que as variáveis independentes (SUPORTE, AQUISIÇÃO e ESFORÇOS) podem ser endógenas em vez de exógenas, ou seja, que são correlacionadas com o termo de erro devido a características não observadas

(Wooldridge, 2010). Nesses casos, quando o método de regressão linear dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) é utilizado, o modelo ficará mal especificado, produzindo um comportamento assintótico na estimação de parâmetros, aumentando os resultados (Shaver, 1998; Guide & Ketokivi, 2015). Por outro lado, o viés de auto seleção é um problema típico em pesquisas sobre inovação porque as empresas respondentes devem se autodeclarar como inovadoras e, portanto, a população da amostra não é selecionada aleatoriamente, o que pode mostrar resultados tendenciosos para os estimadores (Tavassoli, 2015; Chudnovsky et al., 2006; Hashi & Stojčić, 2013).

A fim de testar o potencial de comportamento endógeno e de auto seleção, foi utilizada uma abordagem de variáveis instrumentais baseada no método de regressão dos mínimos quadrados em dois estágios (2SLS), com auxílio do software Stata 11.0®. De acordo com pesquisas anteriores, as variáveis de esforços de inovação podem ser instrumentadas por meio das características que tornam as empresas mais propensas a investir em atividades de inovação (Goedhuys & Veugelers, 2012; Chudnovsky et al., 2006). No entanto, o acesso a uma boa instrumentação nestas pesquisas sobre inovação em grande escala pode ser um problema, como relatado em trabalhos anteriores, por ex. Frank et al., (2016) e Evangelista e Vezzani, (2010). Nesse sentido, a PINTEC dispõe de um número limitado de instrumentos, sendo possível utilizar para este trabalho oito, organizados em três categorias de variáveis: 1ª) Fontes de informação para inovação (Hashi & Stojčić, 2013; Crespi & Zuñiga, 2012; Stiebale & Reize, 2011): (1.1) Fontes internas, (1.2) Fontes do mercado, (1.3) Fontes institucionais, e (1.4) outras fontes de informação. 2ª) Financiamento público para inovação (Resende et al., 2014; Hashi & Stojčić, 2013; Crespi & Zuñiga, 2012; Stiebale & Reize, 2011): (2.1) Subsídios para atividades de P&D e (2.2) outros subsídios (programas genéricos e específicos). 3ª) Barreiras para inovar (Hashi & Stojčić, 2013): (3.1) Barreiras relacionadas aos custos da indústria e (3.2) barreiras relacionadas à complexidade do conhecimento tecnológico.

Estas variáveis instrumentais foram usadas como regressores na primeira fase do modelo de regressão 2SLS para as variáveis independentes e os efeitos de interação, enquanto que no segundo estágio as principais variáveis e efeitos de interação foram usadas como regressores a variável de desempenho da inovação. Em seguida, foi utilizado o procedimento de pós-estimação do STATA para verificar se o modelo deve ser efetivamente estimado mediante regressão OLS ou regressão 2SLS (com instrumentação) (Handley & Gray, 2013). O procedimento de pós-estimação de endogeneidade do STATA, que usa os procedimentos de Durbin e Wu-Hausman para testar hipóteses nulas de que as variáveis são exógenas, pressupõe que as variáveis independentes são exógenas e não podem ser rejeitadas. Neste sentido, obteve-se como resultado um teste não significativo ($p = 0,223$), indicando que as variáveis podem não ser

endógenas e, conseqüentemente, podem ser abordadas mediante regressão simples (OLS). No entanto, isto pode ser devido à fraca instrumentação do modelo e não pela falta de endogeneidade. Portanto, foi utilizado o procedimento de pós-estimação *firststage* do STATA. O resultado deste segundo teste indicou a instrumentação válida para as variáveis independentes por meio dos instrumentos propostos (ex.: dois dos construtos instrumentados apresentaram p-value <0,05 para a estatística de Fischer, já o último, levemente mais baixo, com p-value <0,1, mas ainda significativo). Finalmente, seguiu-se com o procedimento de *overid* do STATA que estima o teste de superidentificação Sargan. Esse procedimento testa a hipótese nula de que as variáveis instrumentais não são relacionadas aos resíduos, sendo exógenas e, conseqüentemente, apropriadas para o modelo de regressão. Assim, se obteve o teste de Sargan χ^2 test= 4,587, p=0,2047, que significa que a hipótese nula não pode ser rejeitada e os instrumentos podem ser considerados válidos. Com base na evidência do teste *endogenous* do STATA, que indicou a possibilidade de tratar as variáveis independentes como exógenas em vez de endógenas mesmo quando existem variáveis instrumentais apropriadas disponíveis (resultados do *firststage* e *overid* do STATA), foi possível prosseguir a análise com o método de regressão dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) (Wooldridge, 2010).

4. Resultados

Como apresentado na Tabela 5, o percentual de empresas inovadoras que colaboraram com outros parceiros para inovar tem crescido na última década, especialmente para o último período (2009-2011). Ao mesmo tempo, os esforços de inovação em atividades como P&D interno e aquisição externa de conhecimento e P&D neste período também apresentaram um crescimento preponderante, como demonstraram recentemente Frank et al. (2016). Isto sugere que as atividades de colaboração têm sido complementares aos esforços próprios das empresas para inovar, em vez de serem estratégia concorrentes de inovação. Em outras palavras, poderia se esperar que as empresas colaboram visando terceirizar sua inovação ou fazem internamente suas próprias atividades, mas os resultados indicam que elas fazem as duas coisas conjuntamente: inovam internamente e também colaboram com outros parceiros para melhorar esta inovação interna. Uma observação especial pode ser dada para a colaboração industrial com clientes e fornecedores, que apresentaram os maiores níveis de crescimento dentre os diversos tipos de colaboração. Por outro lado, o crescimento de outras fontes de inovação típicas, como universidades e empresas de consultoria, foi menor do que se poderia esperar quando comparado com a colaboração com clientes e fornecedores.

Tabela 5 – Resultados descritivos sobre a evolução da colaboração industrial para inovação no Brasil durante os últimos 10 anos.

Período da PINTEC	Número de empresas (universo)	Número de empresas	Investimento agregado ¹ (US\$ 1.000)	Tipos de colaboração (% de empresas inovadoras)							
				Clientes	Fornecedores	Competidores	Outras empresas do grupo	Consultorias	Universidades e Institutos de Pesquisa	Instituições de Testes e Certificações	Centros de Treinamento e Capacitação
2003-2005	95.301	21.966	23.066.598	7%	7%	2%	2%	2%	3%	2%	N/A
2006-2008	106.862	33.034	30.225.486	5%	8%	2%	2%	3%	3%	3%	3%
2009-2011	128.699	36.506	36.236.718	10%	13%	4%	1%	5%	5%	5%	6%

Com base nesses resultados, uma questão que permanece é se este crescimento geral da colaboração industrial teve um impacto benéfico significativo para a relação entre esforços de inovação e o desempenho industrial resultante. Esta questão foi proposta pelas hipóteses H1, H2 e H3, que foram testadas mediante regressão linear. Assim sendo, seguindo o modelo econométrico apresentado na Equação 3, foi realizado um conjunto de modelos de regressão linear hierárquica OLS para testar o efeito moderador da intensidade da colaboração industrial [COLABORAÇÃO] sobre a relação entre os esforços de inovação e o desempenho industrial obtido (hipóteses H1, H2 e H3). Para esta análise foram utilizados escores fatoriais padronizados obtidos para a variável de COLABORAÇÃO e para os três fatores de insumos da inovação (SUPORTE, AQUISIÇÃO e ESFORÇOS) e criou-se uma escala multiplicativa para o efeito de interação. Os resultados da Tabela 6 reportam os coeficientes não padronizados, já que as escalas fatoriais foram normalizadas desde antes da análise (Goldsby et al., 2013). Além disso, foram testados os pressupostos de normalidade, linearidade e homoscedasticidade para todas as variáveis independentes e dependentes (Hair et al., 2009) a fim de confirmar a viabilidade da regressão OLS. Neste sentido, os resíduos confirmaram que a normalidade da distribuição do termo de erro e as parcelas de regressão parcial para cada variável, mostraram um comportamento linear dos dados. A homoscedasticidade também foi avaliada através da representação gráfica dos resíduos padronizados contra o valor previsto e foi examinado visualmente, mostrando que não há homogeneidade da variância.

Os resultados da regressão são apresentados na Tabela 6. No processo hierárquico, analisou-se primeiro somente o efeito das variáveis de controle sobre o desempenho de inovação. Então, adicionou-se o efeito direto dos três fatores de entrada de inovação – SUPORTE (composto por AQSOFT, TREIN e MERC), AQUISIÇÃO (composto por PDEXT e CONEXT) e ESFORÇOS (composto por duas estratégias opostas: PDINT ou MAQ e PROJ) – assim como o efeito direto do moderador (COLABORAÇÃO) na variável de saída de inovação. Finalmente, adicionou-se a COLABORAÇÃO como efeito moderador (termo de interação) para os três fatores de entrada de inovação. Os fatores de inflação de variância (VIF) nos modelos de regressão foram todos <3,0 para as variáveis independentes, o que sugere que a multicolinearidade não é um problema para o modelo de regressão utilizado.

Tabela 6 – Resultados da regressão OLS – o efeito moderador da colaboração industrial (COLABORAÇÃO) na relação entre esforços de inovação e o desempenho industrial ^a

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
SUPORTE		0,31***	0,28***
AQUISIÇÃO		0,21*	1,18***
ESFORÇOS		-0,22*	-0,34***
COLABORAÇÃO		-0,03	0,08
SUPORTE X COLABORAÇÃO			0,06
AQUISIÇÃO X COLABORAÇÃO			1,63***
ESFORÇOS X COLABORAÇÃO			-0,27**
Receitas (Controle)	-0,14	-0,15	-0,23**
Dummy_Natural (Controle)	-0,64	-0,24	-0,06
Dummy_Trabalho (Controle)	-0,33	-0,39	-0,37
Dummy_Escala (Controle)	-0,32	-0,08	-0,13
Tamanho (Controle)	0,30	0,40*	0,25
Recursos (Controle)	0,01***	0,01	0,01
Financiamento (Controle)	4,46**	6,53***	8,04***
F-valor	5,4***	5,3***	6,8***
R ²	0,44	0,56	0,70
R ² ajustado	0,36	0,46	0,60
Mudança no R ²		0,11**	0,13***

^a n= 55 setores industriais. * p<0.1.; **p<0.05; ***p<0.01.

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 6, para o desempenho industrial em inovação (DESEMPENHO), a adição de variáveis independentes (Modelo 2) e, posteriormente, a adição dos termos de interação (Modelo 3) mostrou uma melhoria incremental do modelo global (a mudança no R² foi significativa em ambas as etapas). Conseqüentemente, o modelo completo foi significativo (F-value a 6,8, p<0,01) e explica 60% da variância das variáveis dependentes. Os resultados da Tabela 6 mostram também que a inclusão das variáveis de controle trouxe uma melhora significativa para o modelo.

O modelo completo mostra que as três entradas de inovação têm um impacto significativo sobre a variável de desempenho. No entanto, enquanto SUPORTE tem apenas um efeito positivo direto ($B= 0,28$, $p<0,01$), os outros dois fatores são moderados pela variável COLABORAÇÃO (AQUISIÇÃO x COLABORAÇÃO, $B= 1,69$, $p< 0,01$ e ESFORÇOS x COLABORAÇÃO $B= -0,269$, $p<0,05$). Portanto, os resultados indicam, em primeiro lugar, que os esforços relacionados a apoio técnico para as atividades de inovação [SUPORTE] (composto por aquisição de software, atividades de treinamento e atividades de comercialização e lançamento de produtos) são importantes para os resultados da inovação, mas independem da colaboração externa. Isto significa que a hipótese H1 não foi validada. Por outro lado, os resultados suportaram a H2, já que o segundo termo de interação, AQUISIÇÃO X COLABORAÇÃO, foi significativo. Isto significa que a aquisição externa de fontes de inovação (P&D e conhecimento) por meio de compras, pode ter impactos positivos mais fortes sobre o desempenho quando os setores industriais expandem a colaboração com outras partes interessadas. Além disso, o terceiro termo de interação, ESFORÇOS X COLABORAÇÃO, apresentou um efeito negativo significativo. Neste caso, os resultados devem ser desagregados porque o construto ESFORÇOS é composto por variáveis com fatores de carga com diferentes sinais na análise de componentes principais (ex. MAQ e PROJ possuem sinais positivos, enquanto PDINT é negativo). Portanto, os resultados indicam que a COLABORAÇÃO contribui para o desempenho da inovação industrial apenas quando os setores industriais seguem uma estratégia de orientação para o mercado, com base em atividades internas de P&D. Isto se deve ao fato de ambas as variáveis (PDINT e COLABORAÇÃO) terem sinais de interação negativos no modelo, resultando em um produto positivo no modelo. Portanto, os resultados suportam parcialmente a hipótese H3, mostrando que a colaboração é importante para atividades internas de P&D, mas não para aquisição de máquinas e equipamentos ou para projetos industriais e outras preparações técnicas.

5. Discussão

Os resultados descritivos apresentados neste trabalho mostraram o crescimento de diferentes tipos de colaboração industrial no Brasil. Observou-se que clientes e fornecedores são os parceiros de inovação mais fortes na indústria brasileira. Portanto, estes resultados estão alinhados com os outros, como os encontrados por De Backer et al., (2008) e Tether, (2002), que destacaram a colaboração com fornecedores e clientes ser mais frequente do que a colaboração com concorrentes, empresas privadas de P&D, consultores ou centros de pesquisa. Esses resultados reforçam as conclusões anteriores no Brasil (ex. Fernandes et al., (2010); Chaves et al., (2012) e Silva et al., (2013)), que relataram que o padrão de interação de universidades públicas e institutos de pesquisa com a indústria no Brasil continuam frágil e esporádico.

Portanto, a inovação aberta no Brasil ainda é limitada à cadeia de suprimentos dos setores industriais, havendo ainda um grande potencial de crescimento no que tange à proximidade entre as universidades e o setor privado. Existem algumas iniciativas do governo brasileiro relatados na literatura que ajudam a promover a proximidade entre as universidades e a indústria, como os fundos de investigação aplicada dedicados a setores estratégicos, financiamento de parques tecnológicos, desenvolvimento de incubadoras, entre outros (Etzkowitz et al., 2005; Cruz et al., 2013) além da modificação do sistema regulatório para a interação entre universidades públicas e do setor privado (Salerno, 2012). No entanto, este estudo mostra que os resultados ainda são modestos, podendo ser fortemente afetado com a atual crise econômica brasileira, que impactou na redução dos investimentos governamentais para este tipo de atividades.

No que diz respeito à análise da colaboração como efeito moderador na relação entre esforços de inovação e desempenho industrial, os resultados não mostraram evidências estatísticas para a hipótese H1. Uma possível explicação é que as atividades de suporte técnico para a inovação (ex. aquisição de software, treinamento e atividades comerciais) na verdade não dependem do nível de intensidade de colaboração com outras partes interessadas, sendo uma atividade independente das empresas. A colaboração nesta dimensão implica em compartilhar com as partes interessadas informações de dados internos ou estratégias de comercialização, e ambos são aspectos estratégicos que exigem confiança entre os colaboradores. Portanto, visto que a colaboração industrial ainda está crescendo no Brasil e parcerias ainda estão sendo construídos, os setores industriais podem não estar vendo ainda este tipo de esforço de inovação como uma opção para a interação com outros parceiros. Além disso, algumas dessas atividades podem ser muito específicas (por ex.: treinamentos) para a realidade de cada empresa, sendo mais difícil colaborar com outros parceiros neste aspecto.

Por outro lado, se encontrou um efeito significativo desse tipo de esforço de inovação (aquisição de software, treinamento e atividades comerciais) sobre o desempenho industrial em inovação, independentemente do grau de colaboração. Em outras palavras, a aquisição de softwares, treinamentos e atividades comerciais podem contribuir para o desempenho inovador em novos produtos e processos. Esse efeito positivo valida as conclusões anteriores de Mendonça et al. (2008; 2009) que demonstraram que a adoção de soluções de TI ajuda à produtividade das empresas brasileiras. Mendonça et al. (2008; 2009) estudaram uma métrica de desempenho específica, a produtividade, enquanto que o presente estudo analisou o desempenho desde uma ótica mais ampla (melhoria de produtos e processos). Portanto, os resultados sugerem que esse esforço de inovação pode contribuir não só para a produtividade, mas também para características de produtos, mercado e processos.

Para o esforço de inovação mediante a aquisição de fontes externas de soluções [AQUISIÇÃO], que está composto pelas variáveis de compra: P&D externo (PDEXT) e conhecimento externo (CONEXT), os resultados deste trabalho mostraram que a intensidade de colaboração industrial é um moderador relevante, como sugerido na hipótese inicial (hipótese H2). Demonstrou-se que os setores industriais podem ter fortes impactos positivos no desempenho industrial quando esses setores ampliam sua colaboração com outros *stakeholders*. Isto significa que, quando as empresas colaboram com os *stakeholders*, estas podem ter acesso a mais informação sobre fontes externas de inovação (como patentes e atividades de P&D) e, conseqüentemente, as empresas estarão mais cientes sobre onde e o que adquirir para melhorar seus produtos e processos.

Em relação ao terceiro tipo de atividade de inovação [ESFORÇOS], os resultados mostraram que as atividades internas de P&D (PDINT) – uma das variáveis deste construto – e a colaboração industrial (COLABORAÇÃO) não são atividades opostas, mas complementares. Isto é devido a que ambas mostram uma interação positiva entre si no modelo, o que valida a hipótese H3. A literatura sobre inovação aberta reporta que várias empresas optam por uma dessas duas atividades como sendo concorrentes entre si. Não obstante, os resultados deste trabalho indicam que na indústria brasileira ambos os tipos de esforços de inovação são necessários e benéficos quando são realizados conjuntamente para a melhoria dos produtos e processos. Assim sendo, as empresas buscam internalizar competências de inovação mediante o auxílio dos parceiros. Quando atividades internas de P&D são suportadas por esforços colaborativos de co-design e co-desenvolvimento, o compartilhamento de conhecimentos entre as partes se torna mais intenso e ajuda a transformar e expandir as capacidades inovadoras das próprias empresas, o que é benéfico especialmente para o desempenho dos novos produtos (Le-Dain & Merminod, 2014; Barros, 2015).

Além disso, os resultados validaram achados de trabalhos anteriores (ex.: Frank et al., (2016); Franco et al., (2011); Zuniga & Crespi, (2013); Guan et al., (2006)) que observaram, nos mercados emergentes, deficiências nas estratégias orientadas para aquisição de tecnologia. Conforme já apontaram esses trabalhos, isto pode ser devido a que os setores industriais tendem a priorizar a aquisição de tecnologia básica para atualização da infraestrutura ao invés de focarem em aquisição de tecnologia disruptiva que permita uma liderança dentro do mercado.

6. Conclusões

A partir de uma pesquisa de grande escala sobre a indústria brasileira, este artigo investigou o efeito moderador da colaboração industrial sobre a relação entre os esforços de inovação e o desempenho industrial. Isto permitiu compreender que a inovação aberta é uma atividade

essencial que fortalece a contribuição de diferentes fatores da inovação sobre o desempenho obtido nos diferentes setores industriais de um mercado emergente ainda pouco explorado no meio acadêmico internacional. O trabalho demonstrou que os níveis de inovação aberta, embora benéficos para a indústria, são ainda restritos no Brasil. Embora a colaboração entre as empresas e diferentes parceiros tenha crescido notavelmente durante a última década no Brasil, ainda há muito potencial de exploração deste enfoque de inovação, especialmente no que tange à interação entre universidade e empresas.

Os procedimentos metodológicos deste artigo possuem limitações que abrem oportunidades para futuras pesquisas. Primeiramente, devido ao fato da PINTEC somente reportar dados setoriais, este artigo utilizou dados agregados para 55 setores industriais. Isto permitiu considerar uma perspectiva holística sobre a indústria brasileira, mas também possui limitações. As conclusões obtidas não consideram os detalhes por empresas e isto possui limitações pelo fato das empresas terem características próprias dentro de cada setor industrial considerado. Um exemplo disto é que foi obtido um único construto sobre colaboração industrial, indicando que todos os tipos de colaboração são usados de uma maneira similar em cada setor industrial. Contudo, se fosse considerado a empresa como unidade de análise, o tipo de colaboração utilizado por empresa poderia ter sido diferenciado, o que permitiria entender melhor como cada tipo de colaboração específica contribui para o fenômeno estudado. Portanto, futuras pesquisas podem analisar as mesmas variáveis de inovação em uma pesquisa *survey* dentro de algum segmento industrial específico, para considerar também as características próprias das empresas ao invés dos setores industriais como no presente trabalho.

Uma segunda limitação é que este estudo considerou uma pesquisa transversal da PINTEC 2011 e, conseqüentemente, não foi possível considerar o efeito temporal que possuem as variáveis de inovação. Por exemplo, os investimentos em inovação podem ter impactos a longo prazo sobre o comportamento industrial e isto somente pode ser abordado mediante uma pesquisa longitudinal com os diferentes relatórios da PINTEC. Neste sentido, o presente trabalho priorizou a análise mais atual do contexto da indústria brasileira, mas trabalhos futuros poderiam avançar nessa direção de uma análise mais prolongada dos efeitos da inovação no Brasil.

Por último, o trabalho não considerou comparações com outros países emergentes. Aspectos culturais regionais assim como a própria política industrial dos diferentes países podem afetar notavelmente os resultados da inovação em cada indústria. Desta forma, futuros trabalhos poderiam contribuir significativamente para a literatura de inovação industrial nas economias emergentes ao comparar os resultados aqui obtidos com os de outros países emergentes, apontando semelhanças e diferenças.

7. Referencias

- Álvarez, I., Marin, R. & Fonfría, A., 2009. The role of networking in the competitiveness of firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 76, pp.410-21.
- Araújo, B.C. & Salerno, M.S., 2015. Technological strategies and learning-by-exporting: The case of Brazilian manufacturing firms, 2006–2008. *International Business Review*, 24, pp.725–38.
- Arranz, N. & Arroyabe, J.C.F.d., 2008. The choice of partners in R&D cooperation: An empirical analysis of Spanish firms. *Technovation*, pp.88-100.
- Avellar, A.P.M.d. & Botelho, M.d.R.A., 2015. Políticas de apoio à inovação em pequenas empresas: evidências sobre a experiência brasileira recente. *Economia e Sociedade*, 24(2), pp.379-417.
- Barge-Gil, A., 2010. Cooperation-based innovators and peripheral cooperators: An empirical analysis of their characteristics and behavior. *Technovation*, pp.195-206.
- Barros, H.M., 2015. Exploring the use of patents in a weak institutional environment: The effects of innovation partnerships, firm ownership, and new management practices. *Technovation*, 45-46, pp.63–77.
- Bayona, C., García-Marco, T. & Huerta, E., 2001. Firms' motivations for cooperative R&D: an empirical analysis of Spanish firm. *Research Policy*, 30(8), pp.1289-307.
- Becker, W. & Dietz, J., 2004. R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy*, pp.209-23.
- Belderbos, R., Carree, M. & Lokshin, B., 2004. Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, pp.1477-92.
- Bidault, F., Despres, C. & Butler, C., 1998. The Drivers of Cooperation Between Buyers and Suppliers for Product Innovation. *Research Policy*, 26, pp.719-32.
- Chaves, C.V. et al., 2012. The point of view of firms in Minas Gerais about the contribution of universities. *Research Policy*, 41, pp.1683-95.
- Chesbrough, H., 2006. *Open innovation: Researching a new paradigm*. Oxford: OUP Oxford.
- Chudnovsky, D., López, A. & Pupato, G., 2006. Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001). *Research Policy*, 35, pp.266-88.
- Crespi, G. & Zuñiga, P., 2012. Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. *World Development*, 40(2), pp.273-90.

- Cruz, G., Prates, C. & Silva Esteves, P., 2013. The incubation process and the strengthening of the firm: a study in Brazilian companies. *Journal of Technology Management and Innovation*, 8(3), pp.70–82.
- Das, T.K. & Teng, B.-S., 2003. Partner analysis and alliance performance. *Scandinavian Journal of Management*, 19(3), pp.279–308.
- De Backer, K., López-Bassols, V. & Martinez, C., 2008. Open Innovation in a Global Perspective: What Do Existing Data Tell Us? *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.
- Díez-Vial, I. & Montoro-Sánchez, Á., 2016. How knowledge links with universities may foster innovation: The case of a science park. *Technovation*, pp.41-52.
- Drejer, I. & Jørgensen, B.H., 2005. The dynamic creation of knowledge: Analysing public – private collaborations. *Technovation*, 25, pp.83-94.
- Egbetokun, A.A., 2015. The more the merrier? Network portfolio size and innovation performance in Nigerian firms. *Technovation*, 43-44, pp.17–28.
- Etzkowitz, H., Mello, J.M.C.d. & Almeida, M., 2005. Towards “meta-innovation” in Brazil: The evolution of the incubator and the emergence of a triple helix. *Research Policy*, 34(4), pp.411-24.
- Evangelista, R. & Vezzani, A., 2010. The economic impact of technological and organizational innovations. A firm-level analysis. *Research Policy*, 39, pp.1253-63.
- Faber, J. & Hesen, A.B., 2004. Innovation capabilities of European nations: Cross-national analyses of patents and sales of product innovations. *Research Policy*, 33(2), pp.193-207.
- Faria, P.d., Lima, F. & Santos, R., 2010. Cooperation in innovation activities: The importance of partners. *Research Policy*, pp.1082-92.
- Fernandes, A.C. et al., 2010. Academy—industry links in Brazil: evidence about channels and benefits for firms and researchers. *Science and Public Policy*, 37(7), pp.485-98.
- Findik, D. & Beyhan, B., 2015. The Impact of External Collaborations on Firm Innovation Performance: Evidence from Turkey. *Procedia*, pp.1425-34.
- Franco, E., Ray, S. & Ray, P.K., 2011. Patterns of innovation practices of multinational-affiliates in emerging economies: evidences from Brazil and India. *World Development*, 39(7), pp.1249-60.
- Frank, A.G., Cortimiglia, M.N., Ribeiro, J.L.D. & Oliveira, L.S.d., 2016. The effect of innovation activities on innovation outputs in the Brazilian industry: Market-orientation vs. technology-acquisition strategies. *Research Policy*, pp.577-92.

- Freitas, I.M.B., Marques, R.A. & Silva, E.M.d.P.e., 2013. University–industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries. *Research Policy*, 42, pp.443-53.
- Fritsch, M. & Lukas, R., 2001. Who cooperates on R&D? *Research Policy*, pp.297-312.
- Furman, J.L., Porter, M.E. & Stern, S., 2002. The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31(6), pp.899-933.
- Ganter, A. & Hecker, A., 2013. Deciphering antecedents of organizational innovation. *Journal of Business Research*, 66(5), pp.575–84.
- George, G., Zahra, S.A. & Wood Jr., D.R.W., 2002. The effects of business–university alliances on innovative output and financial performance: a study of publicly traded biotechnology companies. *Journal of Business Venturing*, 17(6), pp.577–609.
- Gnyawali, D.R. & Park, B.-J.(., 2011. Co-opetition between giants: Collaboration with competitors for technological innovation. *Research Policy*, 40(5), pp.650–63.
- Goedhuys, M. & Veugelers, R., 2012. Innovation strategies, process and product innovations and growth: Firm-level evidence from Brazil. *Structural Change and Economic Dynamics*, 33(4), pp.516–29.
- Goldsby, T.J., Knemeyer, A.M., Miller, J.W. & Wallenburg, C.M., 2013. Measurement and Moderation: Finding the Boundary Conditions in Logistics and Supply Chain Research. *Journal of Business Logistics*, 34(2), pp.109–16.
- Guan, J.C. et al., 2006. Technology transfer and innovation performance: Evidence from Chinese firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), pp.666–78.
- Guide, V.D.R. & Ketokivi, M., 2015. Notes from the Editors: Redefining some methodological criteria for the journal. *Journal of Operations Management*, 37, pp.v-viii.
- Hair, J.F. et al., 2009. *Multivariate Data Analysis*. 6th ed. New York: Prentice-Hall International.
- Handley, S.M. & Gray, J.V., 2013. Inter-organizational Quality Management: The Use of Contractual Incentives and Monitoring Mechanisms with Outsourced Manufacturing. *Production and Operations Management*, 22(6), pp.1540–56.
- Hashi, I. & Stojčić, N., 2013. The impact of innovation activities on firm performance using a multi-stage model: Evidence from the Community Innovation Survey 4. *Research Policy*, 42(2), pp.353-66.

IBGE, 2013. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Pesquisa de Inovação Tecnológica - PINTEC-2011*. 5th ed. Rio de Janeiro.

Laursen, K. & Sauter, A., 2006. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K Manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, pp.131-50.

Lazzarotti, V. & Manzini, R., 2009. Different modes of open innovation: A theoretical framework and an empirical study. *International Journal of Innovation Management*, 13(4), pp.615–36.

Le-Dain, M.A. & Merminod, V., 2014. A knowledge sharing framework for black, grey and white box supplier configurations in new product development. *Technovation*, 34(11), pp.688–701.

Lopes, D.P.T. & Barbosa, A.C.Q., 2014. Management and organizational innovation in Brazil: evidence from technology innovation surveys. *Production*, 24(4), pp.872-86.

Mendonça, M.A.A.d., Freitas, F.d.A. & Souza, J.M.d., 2008. Information technology and productivity: evidence for Brazilian industry from firm-level data. *Information Technology for Development*, 14(2), pp.136–53.

Mendonça, M.A.A.d., Freitas, F.d.A. & Souza, J.M.d., 2009. Tecnologia da informação e produtividade na indústria brasileira. *Revista de Administração de Empresas*, 49(1), pp.74-85.

Miotti, L. & Sachwald, F., 2003. Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 32, pp.1481–99.

Nam, D.-i., Parboteeah, K.P., Cullen, J.B. & Johnson, J.L., 2014. Cross-national differences in firms undertaking innovation initiatives: An application of institutional anomie theory. *Journal of International Management*, 20(2), pp.91–106.

Nieto, M.J. & Santamaría, L., 2007. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, pp.367-77.

OECD, 2005. *OSLO MANUAL: GUIDELINES FOR COLLECTING AND INTERPRETING INNOVATION DATA*. 3rd ed. OECD Publishing.

Pereira, A.J. & Dathein, R., 2015. Impactos do comportamento inovativo das grandes empresas nacionais e estrangeiras da indústria de transformação brasileira no desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação. *Estudos Econômicos*, 45(1), pp.65-96.

Pereira, A. & Dathein, R., 2016. Mudanças organizacionais no paradigma das “redes flexíveis”: a atuação das grandes empresas estrangeiras da indústria de transformação brasileira. *Brazilian Journal of Innovation*, 15(1), pp.33-60.

- Resende, M., Strube, E. & Zeidan, R., 2014. Complementarity of innovation policies in Brazilian industry: An econometric study. *Int. J. Production Economics journal*, 158, pp.9–17.
- Ritala, P. & Hurmelinna-Laukkanen, P., 2009. What's in it for me? Creating and appropriating value in innovation-related coopetition. *Technovation*, 29(12), pp.819-28.
- Rocha, F., 2015. Does governmental support to innovation have positive effect on R&D investments? Evidence from Brazil. *Brazilian Journal of Innovation*, 14, pp.37-60.
- Saebi, T. & Foss, N.J., 2015. Business models for open innovation: Matching heterogeneous open innovation strategies with business model dimensions. *European Management Journal*, pp.201–13.
- Salerno, M.S., 2012. Inovação tecnológica e trajetória recente da política industrial. *Rev. USP*, 93, pp.45-58.
- Santos, D.F.L., Basso, L.F.C., Kimura, H. & Kayo, E.K., 2014. Innovation efforts and performances of Brazilian firm. *Journal of Business Research*, 67, pp.527–35.
- Segarra-Blasco, A. & Arauzo-Carod, J.-M., 2008. Sources on innovation and industry-university interaction: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*, pp.1283-95.
- Shaver, J.M., 1998. Accounting for endogeneity when assessing strategy performance: does entry mode choice affect FDI survival? *Management Science*, 44(4), pp.571–85.
- Silva, F.C.d.C.e. et al., 2013. Patterns of interaction between national and multinational corporations and Brazilian universities/public research institutes. *Science and Public Policy*, 40(3), pp.281–92.
- Stiebale, J. & Reize, F., 2011. The impact of FDI through mergers and acquisitions on innovation in target firms. *International Journal of Industrial Organization*, 29, pp.155-67.
- Tavassoli, S., 2015. Innovation determinants over industry life cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 91, pp.18–32.
- Tether, B.S., 2002. Who co-operates for innovation, and why: An empirical analysis. *Research Policy*, pp.947-67.
- Tödttling, F., Lehner, P. & Kaufmann, A., 2009. Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29, pp.59-71.
- Treiblmaier, H. & Filzmoser, P., 2010. Exploratory factor analysis revisited: How robust methods support the detection of hidden multivariate data structures in IS research. *Information and Management*, 47, pp.197-207.

Veugelers, R. & Cassiman, B., 2005. R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, pp.355-79.

von Hippel, E., 1988. *The sources of innovation*. New York: Oxford University Press.

Wang, C.-H., Chang, C.-H. & Shen, G.C., 2015. The effect of inbound open innovation on firm performance: Evidence from high-tech industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 99, pp.222-30.

West, J. & Bogers, M., 2014. Leveraging external sources of innovation: A Review of research on open innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31, pp.814–31.

West, J., Salter, A., Vanhaverbeke, W. & Chesbrough, H., 2014. Open innovation: the next decade. *Research Policy*, pp.805-11.

Wooldridge, J.M., 2010. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. 2nd ed. MIT Press.

Zawislak, P.A., Schaeffer, P.R., Reichert, F. & Ruffoni, J., 2015. Innovative performance and capabilities of interacting firms. The Westin, Cape Town, 2015. International Association for Management of Technology.

Zeng, S.X., Xie, X.M. & Tam, C.M., 2010. Relationship between cooperation networks and innovation performance of SMEs. *Technovation*, pp.181-94.

Zuniga, P. & Crespi, G., 2013. Innovation strategies and employment in Latin American firm. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, pp.1-17.