

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

LETÍCIA APARECIDA DOS SANTOS MACEDO

**MOBILIDADE DE TRABALHADORES QUALIFICADOS NAS EMPRESAS
INOVADORAS BRASILEIRAS**

Sorocaba - SP

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

LETÍCIA APARECIDA DOS SANTOS MACEDO

**MOBILIDADE DE TRABALHADORES QUALIFICADOS NAS EMPRESAS
INOVADORAS BRASILEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientação: Prof. Dr. Gustavo Pereira da Silva

Coorientação: Profa. Dra. Ariana Ribeiro Costa

Sorocaba -SP

2021

LETÍCIA APARECIDA DOS SANTOS MACEDO

**MOBILIDADE DE TRABALHADORES QUALIFICADOS NAS EMPRESAS
INOVADORAS BRASILEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Economia, para obtenção
do título de Mestre em Economia.
Universidade Federal de São Carlos.
Sorocaba, 09 de junho de 2021.

Orientador (a):

Prof. Dr. Gustavo Pereira da Silva
Universidade Federal de São Carlos

Coorientador (a):

Profa. Dra. Ariana Ribeiro Costa
Fundação Getúlio Vargas

Examinador (a):

Prof. Dr. Renato de Castro Garcia
Universidade Estadual de Campinas

Examinador (a):

Prof. Dr. José Eduardo de Salles Roselino Júnior
Universidade Federal de São Carlos

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho só foi possível por causa do apoio recebido de pessoas e de instituições ao longo destes dois anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo Pereira da Silva, por aceitar ser meu orientador. Obrigada por todos os comentários, incentivos e por todo apoio a mim durante a pós-graduação.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Ariana Ribeiro Costa, por aceitar o desafio de me coorientar. Obrigada por todas as correções, ideias, ensinamentos, sugestões e horas dedicadas ao meu trabalho. Sua ajuda foi essencial na realização desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Renato de Castro Garcia e ao Prof. Dr. José Eduardo de Salles Roselino Júnior, pelos comentários e sugestões no meu exame de qualificação e pela disposição de compor a minha banca.

A todos os professores, coordenação e secretária do Programa de Pós-Graduação em Economia, que foram responsáveis pela minha formação na Universidade Federal de São Carlos.

Aos meus pais, Derli e Elizabeth, por sempre priorizarem minha educação e acreditar nos meus sonhos.

Aos colegas da turma de mestrado que tive a honra de conviver ao longo dos anos. Em especial, a Poliana Oliveira, Carlos Eduardo e Bruna Oliveira, por todas as horas de estudos, por todas as trocas de conhecimentos e por terem tornado esse período um pouco mais leve.

A todos meus amigos e familiares, principalmente aos meus amigos da graduação que não me abandonaram neste período.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos durante o mestrado.

Por fim, à Universidade Federal de São Carlos, por tudo que me proporcionou durante o mestrado.

*“O que prevemos raramente ocorre;
o que menos esperamos geralmente acontece.”*
Benjamin Disraeli.

RESUMO

MACEDO, Letícia Aparecida dos Santos Macedo. Mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovadoras brasileiras. 2021. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, 2021.

O processo inovativo é incerto e complexo. Desse modo, o conhecimento se torna um insumo relevante para as atividades inovativas. Além do conhecimento formal importante para a inovação, destaca-se a sua forma tácita, aquela adquirida ao longo do tempo e que não é facilmente compartilhada por processos formais. Neste contexto, admitindo-se que as pessoas são as principais transportadoras de conhecimento tácito, a mobilidade de trabalhadores é fundamental para viabilizar transferências de conhecimento que impactam na inovação. O objetivo deste trabalho é analisar a mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas brasileiras em dois triênios específicos e medir a influência da mobilidade dos trabalhadores qualificados na inovação. Trabalhadores qualificados foram classificados como empregados com ensino superior ou em ocupações potencialmente ligadas às áreas de ciência e tecnologia (POTEC). Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva do perfil das empresas consideradas inovativas e de seus empregados entre os anos de 2006 a 2011. Posteriormente, construiu-se uma medida de mobilidade de trabalhadores qualificados no nível da firma nos setores de indústria extrativa, indústria de transformação e eletricidade e gás. A partir deste indicador, estimou-se o modelo GLM com distribuição de Poisson e Binomial Negativa e o modelo TOBIT. Nas estimações, utilizou-se como *proxy* de inovação os pedidos de patentes por empresa (variável dependente). A mobilidade de trabalhadores qualificados entre empresas foi a variável independente de interesse. Os resultados apontam que a mobilidade de trabalhadores qualificados é significativa e impacta positivamente a inovação das empresas. Este resultado corrobora a importância do conhecimento nas atividades inovativas, visto que, ao se movimentar o trabalhador aumenta as possibilidades de trocas de conhecimento via contato face a face e gera novas oportunidades de acesso a diferentes redes de contato. Ademais, constatou-se que o impacto da mobilidade na inovação dos trabalhadores POTEC é maior do que aqueles que possuem ensino superior.

Palavras-chave: mobilidade de trabalhadores qualificados; inovação; conhecimento.

ABSTRACT

The innovative process is uncertain and complex. Thus, knowledge becomes a relevant input for innovate activities. In addition to formal knowledge, it is important for innovation, stand out the tacit form, that acquired over time and that it not easily shared by formal process. In this context, assuming that people are the major carriers of tacit knowledge, the mobility of workers is essential to enable exchanges, thus possibility opportunities for knowledge transfers that impact on innovation. The present study aims are to analyze the mobility of skilled workers in Brazilian innovative companies in two specific trienniums and measure the influence of the mobility of skilled workers on innovation. Skilled workers were classified as employees with higher education or in occupations potentially linked to the areas of science and technology (POTEC). Initially, a descriptive analysis about the profile of companies considered to be innovate and of their employees was carried out between the years 2006 and 2011. After that, measure the skilled mobility workers was construed at the firm level in the sectors of extractive industry, transformation industry and electricity and gas. The GLM model with Poisson and Binomial Negative distribution and the TOBIT model were estimated. In the estimations, patent applications by company (dependent variable) were used as an innovation proxy. Skilled mobility of workers between companies was the independent interest variable. The results showed that the mobility of skilled workers is significant and positively impacts in innovation of companies. This result corroborates the importance of knowledge in innovative activities, seeing when moving, the worker increases the possibilities of knowledge exchange via face-to-face contact, in addition to generating new opportunities for access to different contact networks. Furthermore, it was found that the impact of mobility on innovation by POTEC workers is greater than that of workers with higher education.

Keywords: mobility of skilled workers; innovation, knowledge.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de pedidos de patentes de 2006 a 2013	36
Tabela 2 - Dados de pedidos de patentes por triênio	37
Tabela 3 - Informações referentes aos CNPJs	37
Tabela 4- Dados de trabalhadores de acordo com a RAIS ID para o período de 2006 a 2011	38
Tabela 5- Informações em relação ao setor com base na classificação da CNAE para o período de 2006-2008 e 2009-2011	39
Tabela 6 - Informações em relação aos setores de indústrias extrativas, indústrias de transformação e eletricidade e gás para o período de 2006-2008 e 2009-2011	40
Tabela 7 - Tamanho do estabelecimento por setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011	41
Tabela 8 - Natureza Jurídica das empresas conforme o setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011	42
Tabela 9 - Escolaridade dos trabalhadores nos setores de indústrias extrativas, de transformação e eletricidade e gás entre 2006-2008 e 2009-2011	43
Tabela 10 - Grandes grupos dos trabalhadores de acordo com a CBO para os setores de indústrias extrativas, de transformação e eletricidade e gás no triênio 2006-2008	44
Tabela 11 - Grandes grupos dos trabalhadores de acordo com a CBO para os setores de indústrias extrativas, de transformação e eletricidade e gás no triênio 2009-2011	45
Tabela 12 - Ocupações técnicas e científicas	47
Tabela 13 - Ocupações Técnicas e Científicas de acordo com o setor para o triênio 2006-2008	48
Tabela 14 - Ocupações Técnicas e Científicas de acordo com o setor para o triênio 2009-2011	49
Tabela 15 - Relação entre o pessoal ocupado técnico-científico (POTEC) e o total de trabalhador por setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011	49
Tabela 16 - Exemplo de cálculo da mobilidade trabalhadores	53
Tabela 17 - Total de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas	54
Tabela 18 - Movimentação dos trabalhadores das empresas inovadoras do triênio 2009-2011	55
Tabela 19 - Média da proporção da mobilidade de trabalhadores qualificados de acordo com o setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011	56

Tabela 20 - Tabela de frequência da variável dependente: resultado inovativo no triênio 2009-2011.....	61
Tabela 21 - Relação da mobilidade dos trabalhadores qualificados POTEC e Ensino Superior	63
Tabela 22 - Valor mínimo, médio, máximo e mediana da variável de tamanho.....	64
Tabela 23 - Informação em relação aos pedidos de patentes em 2006-2008	65
Tabela 24 - Informação sobre a colaboração entre empresas e grupos de pesquisa em 2006-2008.....	66
Tabela 25 - Quantidade de empresas de acordo com o setor.....	67
Tabela 26 - P&D Universitário nas empresas inovadoras.....	68
Tabela 27 - P&D Local por microrregião.....	69
Tabela 28 - Resumo das variáveis	70
Tabela 29 - Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa - Mobilidade POTEC	79
Tabela 30 - Teste de razão de máxima verossimilhança dos modelos Binomial Negativa e Poisson (Mobilidade POTEC)	82
Tabela 31 - Teste de razão de máxima verossimilhança para os modelos sem as variáveis significativas (Mobilidade POTEC)	82
Tabela 32 - Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa - Mobilidade ES	83
Tabela 33 - Teste de razão de máxima verossimilhança dos modelos Binomial Negativa e Poisson (Mobilidade ES)	86
Tabela 34 - Teste de razão de máxima verossimilhança para os modelos sem as variáveis significativas (Mobilidade ES)	87
Tabela 35 - Resultados do modelo Tobit para a variável dependente patentes - mobilidade POTEC e ES	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Boxplot</i> da variável dependente: resultado inovativo.....	61
Figura 2 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo de Poisson (mobilidade POTEC)	80
Figura 3 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Poisson.....	80
Figura 4 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo Binomial Negativa (mobilidade POTEC).....	81
Figura 5 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Binomial Negativa.....	81
Figura 6 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo de Poisson (mobilidade ES)	84
Figura 7 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Poisson – mobilidade ES	85
Figura 8 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo Binomial Negativa (mobilidade ES).....	85
Figura 9 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Binomial Negativa (mobilidade ES).....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
C&T	Ciência e Tecnologia
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CNPq	Conselho nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DGP	Diretório dos Grupos de Pesquisa
FPC	Função de produção de conhecimento
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
MU	Modelo de utilidade
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PI	Patentes de invenção
PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
POTEC	Pessoal ocupado técnico-científico
RAIS ID	Relação Anual de Informações Sociais – Identificada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Processo de inovação.....	17
2.2 Inovação nos tempos atuais	21
2.3 Inovação e os transbordamentos locais de conhecimento	23
2.4 Transbordamentos locais de conhecimento e o contato face a face	27
2.5 Transbordamentos locais de conhecimento e a mobilidade de trabalhadores qualificados: evidências empíricas	28
3 BASE DE DADOS: PATENTES, TRABALHADORES E CONSTRUÇÃO DA MOBILIDADE DE TRABALHADORES QUALIFICADOS	35
3.1 Base de dados e horizonte temporal da análise	35
3.2 Perfil dos depositantes de pedidos de patentes analisados e recorte setorial.....	39
3.3 Análise descritiva das empresas inovativas.....	41
3.4 Análise descritiva da mão de obra empregada nas empresas inovativas.....	42
3.5 Perfil dos trabalhadores qualificados.....	46
3.7 Perfil das empresas patenteadoras	50
3.6 Construção da medida de mobilidade trabalhadores	51
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS	58
4.1 Variáveis utilizadas no trabalho	59
4.1.1 Variável dependente: resultado inovativo da empresa	60
4.1.2 Variáveis independentes: fatores que afetam a inovação	62
4.1.2.1 Mobilidade de trabalhadores qualificados.....	62
4.1.2.2 Controles – variáveis independentes de controle	64
5 MODELO ECONOMETRICO, RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
5.1 Modelo Linear Generalizado (GLM)	71
5.1.1 Características gerais do modelo	71

5.1.2 Modelo de Regressão de Poisson	72
5.1.3 Sobredispersão dos resíduos	74
5.1.3 Modelo de regressão Binomial Negativa.....	75
5.1.4 Teste de hipótese: teste de razão de verossimilhança.....	77
5.1.5 Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa para a mobilidade de trabalhadores qualificados POTECE.....	78
5.1.6 Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa para a mobilidade de trabalhadores qualificados com ensino superior completo	83
5.2 Modelo TOBIT	87
5.2.1 Especificações do modelo	87
5.2.2 Estimações do modelo TOBIT	89
5.3 Discussões dos modelos escolhidos	90
6 CONCLUSÃO.....	100
REFERÊNCIAS	104

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual de pressões concorrenciais entre as empresas, em que as mudanças acontecem cada vez mais rápidas nos mercados, nas tecnologias e nas maneiras de se organizar a produção, a capacidade de gerar e absorver as inovações é considerada decisiva para a sobrevivência das empresas no mercado. Além disso, a disputa entre empresas cresceu, por esta razão, as firmas estão em busca de algo que as distingua e a inovação é um diferencial neste cenário competitivo.

A inovação do ponto de vista da empresa é entendida como a melhoria de um produto, métodos ou processos, além do desenvolvimento de algo novo (OECD, 2005). A inovação é um processo dinâmico, resultado de investigação, avanço científico e progresso tecnológico e desenvolve-se em um ambiente apropriado para isso (CALMANOVICI, 2011).

Visto que a inovação é um fenômeno importante para empresas neste mercado competitivo, de modo a, por exemplo, elevar a produtividade, este é um processo incerto. Além disso, é complexo, não há garantias reais de que as empresas obterão os melhores resultados, tanto pela dificuldade de previsão de resultados, que podem ser positivos ou não, quanto aos riscos e incertezas envolvidas nessas atividades (STANIEWSKI, NOWACKI, AWRUK, 2016; PORTER, 1980).

Dado essa complexidade do processo de inovação, uma questão relevante é a busca de conhecimento. A importância do conhecimento está bem apresentada em trabalhos que estudam a Economia do Conhecimento (WIBE, NARULA, 2001). Novos conhecimentos são considerados insumos inovativos e podem ser utilizados para desenvolver produtos ou serviços bem-sucedidos. Esta busca de conhecimento ocorre pela aquisição de novas capacitações, isto é, pelo aumento da capacidade dos indivíduos, empresas, países e regiões de aprender e utilizar o conhecimento como fator relevante para aumento da sua competitividade (ADAMS, FREITAS, FONTANA, 2019; ZIZLAWKY, 2016).

Como já citado, o conhecimento é um importante insumo inovativo, uma vez que a inovação e o conhecimento são fatores que determinam a competitividade e o desenvolvimento das empresas, por isso, faz-se necessário entender as características do conhecimento. O conhecimento possui dois componentes: um codificável e outro tácito. O conhecimento codificável tem um significado estável, é associada com o sistema de símbolo no qual ele é expressado (como a linguística e a matemática), esta é uma

informação considerada menos custosa de ser transferida e obtida por meios formais. O conhecimento tácito é aquele adquirido ao longo do tempo, por meio da experiência, está pouco relacionado ao sistema de símbolos formais (STORPER, VENABLES, 2004).

Diversos estudos mostram a importância do conhecimento tácito, sendo ele uma fonte de inovação e competitividade, além da sua relevância para a produção e difusão de conhecimento em interações locais (LUNDVALL *et al.*, 2002; PATRUCCO; 2003). Um dos principais meios de troca do conhecimento tácito é a proximidade física, especificamente, por meio do contato face a face. Este contato é um modo de comunicação que funciona para solução de problemas de incentivos, criação de confiança e socialização entre os agentes. Além disso, é um elemento fundamental para o estímulo ao compartilhamento de conhecimento (STORPER, VENABLES, 2004).

Em relação ao contato face a face, uma via de transmitir este conhecimento tácito é por meio da mobilidade de trabalhadores, uma fonte considerável de transferência de conhecimento entre empresas. A mobilidade de trabalhadores é um dos meios no qual o conhecimento se espalha. Como as pessoas são as principais transportadoras do conhecimento, quando os funcionários se deslocam de uma empresa para outra, eles contribuem para a troca de conhecimento e aprendizado entre as empresas (BOSCHMA, ERIKSSON, LINDGREN, 2009).

As empresas sabem das oportunidades que a mobilidade cria e contratam empregados qualificados, como inventores, para adquirir competências tecnológicas e entrar em novas áreas. Elas também contratam gerentes especializados para introduzir novos tipos de produtos. Além disso, a mobilidade de trabalhadores mostra que o compartilhamento de conhecimento é uma fonte de estímulo à inovação no nível regional e da firma. A ideia é de que a mobilidade de trabalhadores qualificados trará um fluxo de conhecimento para o novo empregador. Assim, dado que o conhecimento é um insumo indispensável na produção de novas invenções, espera-se que a mobilidade de trabalhadores seja associada a uma maior ocorrência de invenções no novo empregador (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015).

Nessa linha, o objetivo deste trabalho é analisar a mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas brasileiras em dois triênios específicos (2006 a 2008 e 2009 a 2011) e medir a influência da mobilidade dos trabalhadores qualificados na inovação. Busca-se, com essa análise, mapear os fluxos de movimentação de trabalhadores qualificados para empresas que inovaram e mensurar essa influência nos resultados inovativos dessas empresas.

Apesar da movimentação de trabalhadores qualificados ser uma fonte de transferência e de difusão de conhecimento por causa do conhecimento específico e tácito já documentada na literatura (SAXENIAN,1994,2005; KONGSTED, KAISER e RONDE, 2015; BRAUNERHJELM, DING, THULIN, 2020), a temática sobre a mobilidade de trabalhadores ainda é nova e não tem a devida atenção na área de inovação (BRESCHI *et al.*, 2020). Dessa forma, essa dissertação contribui na literatura da Economia da Inovação ao apresentar uma análise da mobilidade de trabalhadores qualificados (classificados como POTEK ou com escolaridade acima de ensino superior completo) entre empresas inovadoras no país. No Brasil, a mobilidade de trabalhadores qualificados carece de maiores estudos. Um dos poucos trabalhos é o de Costa *et al.* (2019), em que a mobilidade de trabalhadores qualificados foi avaliada no nível regional, sendo considerada um dos fatores locais que traz benefícios para as empresas localizadas na região.

A hipótese deste trabalho é que as empresas que recebem mais trabalhadores qualificados, conseqüentemente mais conhecimento externos, tendem a ter mais resultados inovadores, medidos pela *proxy* do número de pedidos de patentes. Tal fato é possível devido às possibilidades de trocas de conhecimentos entre os trabalhadores que podem ser importantes para as inovações.

Para se atingir o objetivo proposto, foram realizadas algumas etapas que são apresentadas nos próximos capítulos. Em primeiro lugar, foi realizada uma revisão da literatura sobre a importância da inovação para a competitividade das empresas, contemplando informações acerca do conceito de inovação e da economia do conhecimento; também se apresenta a discussão relacionada à proximidade física e às possibilidades de troca do conhecimento. Ainda na revisão, é apresentada uma seção de estudos empíricos que tratam sobre a mobilidade de trabalhadores qualificados e sua importância na inovação. A terceira seção constitui a apresentação das bases de dados utilizadas para mensurar empresas inovadoras e criar a medida de mobilidade para estas empresas. Os dados de pedidos de patentes, *proxy* para medir a inovação, obtidos do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), e os dados sobre os trabalhadores destas empresas inovadoras, são coletadas da Relação Anual de Informações Sociais – Identificada (RAIS ID). A partir deste mapeamento, foi realizada uma análise descritiva das empresas que realizaram pedidos de patentes no Brasil e dos seus respectivos funcionários entre os anos de 2006 a 2011. A partir disso, foi possível a construção da

medida de mobilidade de trabalhadores qualificados. A quarta seção apresenta os aspectos metodológicos relacionados ao modelo econométrico utilizado e as demais variáveis utilizadas nas estimações. A quinta seção apresenta os modelos econométricos utilizados: Modelos Lineares Generalizados (GLM) e Modelo TOBIT, e seus resultados e discussões acerca das estimações e de sua relação com a literatura atual. Por fim, são apresentadas as principais conclusões do trabalho, além de políticas, limitações e pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo de inovação

A evolução tecnológica tem um papel importante na concorrência, pois as empresas precisam prever a trajetória desta evolução para que consigam se antecipar. Por isso, o sucesso de uma organização no ambiente competitivo está na inovação, ou seja, na introdução permanente de novos produtos e/ou serviços, melhores que os atuais. A inovação sucede do processo de evolução tecnológica, das necessidades dos clientes e do nível de competitividade do segmento que a empresa está inserida (BARBOSA, ZILBER, TOLEDO, 2009).

Desse modo, a empresa inovadora obtém uma vantagem competitiva até que outra alcance ou melhore. O processo de inovação pode ser representado como uma cadeia de valor da inovação e envolve três estágios, sendo eles: os esforços das empresas para obter o conjunto de diversos tipos de conhecimento necessários para a inovação; o processo de transformação deste conhecimento em processos tecnológicos ou novos serviços; a exploração das inovações das empresas por meio da criação de produtos e geração de valor agregado via comercialização. Cada etapa deste processo necessita de diferentes tipos de conhecimentos e parceiros (HANSENE, BRIKINSHAW, 2007; ROPER, LOVE, 2018).

Ligado ao conceito de inovação, Schumpeter (1934) parte sua análise do ponto de que o desenvolvimento econômico ocorre quando há ruptura do estado de equilíbrio presente em uma economia estática. Ou seja, é necessária a quebra do equilíbrio para haver desenvolvimento. Por meio das inovações, essa ruptura citada faz com que a economia saia da rotina de circuito e se inicie a dinâmica econômica. Portanto, a análise do pensamento de Schumpeter (1934) acerca das inovações segue alguns passos quanto ao ciclo inovativo. Primeiramente, inicia-se com um sistema de comportamento rotinizado seguido por uma transformação radical desse sistema pelo comportamento inovativo de uns poucos. Com isso, estabelece-se rapidamente um novo sistema de rotinas por um grande número de "copiadores" existente no mercado, para então dar um novo recomeço a todo o processo.

Segundo Schumpeter, em seu livro Teoria do Desenvolvimento Econômico (1997), a inovação é a aplicação industrial ou comercial de alguma coisa nova, por exemplo: produtos e processos, novos tipos de organização ou novos mercados. A inovação é estímulo fundamental ao desenvolvimento econômico, já que rompe com o

estado estacionário de equilíbrio do fluxo circular, no qual há equilíbrio entre produtores e consumidores. Quando a inovação se estabelece, há possibilidade de aumento dos lucros, afetando todo o comportamento dos agentes econômicos, podendo haver assim uma segunda fase de investimento impulsionada pela primeira.

A importância do processo de inovação para explicar fenômenos econômicos se deve a trabalhos desenvolvidos por Schumpeter e, posteriormente, por autores neoschumpeterianos como Nelson e Winter (1982), que realizam a proposta de entender a inovação e a tecnologia como uma fonte estratégica de competitividade para as empresas, e passaram assim a integrar as inovações e as mudanças tecnológicas como sendo uma das principais fontes de desenvolvimento econômico. O progresso técnico é um dos principais motivos para o crescimento e mudança estrutural na economia e colocam a geração e a difusão de inovações como elementos importantes para se entender a concorrência das empresas.

Na perspectiva evolucionária a ideia central de como as mudanças ocorrem na economia estão ligadas à procura contínua realizada pelas empresas para inserção de inovação nos processos e produtos (POSSAS, 2008). Há três princípios básicos para entender esta teoria: i) dinâmica econômica é baseada em inovações; ii) descarte da ideia de racionalidade invariante; iii) auto-organização da firma (TIGRE, 2005).

A dinâmica econômica é baseada em inovações de produtos, processos e nas maneiras de organização da produção e não ocorrem necessariamente de formas graduais, elas podem ter um caráter radical, gerando instabilidade no sistema econômico. Além disso, existe a importância da interação entre os agentes econômicos. No segundo ponto, descarta-se a ideia de racionalidade invariante dos agentes econômicos. Os autores evolucionistas (NELSON, WINTER, 1984; DOSI, 1982) indicam a necessidade de desenvolver uma ideia da firma formada por diversos indivíduos e com características próprias. Essa diversidade leva para a ideia de racionalidade procedural, isto é, a racionalidade do agente não pode ser pré-definida porque advém do aprendizado das interações com o mercado e com novas tecnologias (TIGRE, 2005).

Em relação ao terceiro princípio, a auto-organização da firma, tem-se que esta ocorre com as flutuações do mercado. Rejeita-se qualquer equilíbrio de mercado de acordo com a teoria convencional, pois não é possível obtê-lo em um ambiente coletivo de flutuações dos agentes individuais com rotinas e capacitações diferentes (TIGRE, 2005).

Nesta teoria evolucionista, o uso tecnológico é feito para melhoria da eficiência ou para redução de custos das firmas. Isso ocorre a partir da inovação ou por meio da

alteração de tecnologia predominante por outro tipo de tecnologia, sendo útil a análise de como esses fenômenos alteram a economia, seja nas situações de demanda de produtos, de oferta dos fatores de produção ou nas inovações feitas pelas empresas (NELSON, WINTER, 1982).

Dessa forma, é possível notar que a inovação é relevante para as empresas e não possui um padrão de geração e difusão geral. A inovação é gerada na empresa por busca e seleção de determinadas tecnologias. Por difusão, entende-se a maneira pela qual as inovações se espalham por meio de canais de mercado, ou não mercado, de sua implementação em qualquer lugar do mundo para outros países e regiões e para outras indústrias, mercados e empresas (OCDE,2005).

Sem essa difusão, uma inovação não gera nenhum impacto econômico (OCDE, 2005). A difusão de inovações também pode ser compreendida como o processo pelo qual uma inovação é comunicada ou transmitida, ao longo do tempo, entre os membros de um sistema local, sendo empresas e/ou pessoas (ROGERS, 1962), é também definida como o processo pelo qual as pessoas e as empresas em uma economia utilizam uma nova tecnologia e trocam uma antiga por uma nova, levando em consideração suas impressões e decisões individuais (HALL, 2004).

A difusão dependerá da tecnologia e do ritmo em que as novas técnicas, processos ou produtos são absorvidos pela sociedade. É afetada por fatores como: a continuidade da atividade inventiva, melhorias feitas na inovação depois da primeira introdução ao mercado, processo de aprendizagem dos produtores e usuários, complementariedade técnicas e instituições (ROSENBERG, 1976).

Assim, os padrões de geração e difusão da inovação variam de acordo com várias características do ambiente competitivo na qual a empresa está inserida, como setor, consumidores, parceiros, estrutura produtiva, etc. Esse cenário depende de vários fatores que já vêm sendo estudado pela literatura evolucionária como: maior ou menor presença de instituições de pesquisa públicas (JAFFE, 1989; KAISER *et al.*; 2018); existência de cooperação formal e informal dentro das empresas privadas (CHESBROUGH, 2003; POWELL, SNELMAN, 2004) e entre as empresas privadas e as empresas públicas; políticas e incentivos voltados para inovação. Além disso, ocorre a percepção de que o processo inovativo varia em cada país, região e setores.

Para tal, a coordenação da inovação está ligada em três fatores principais: i) geração de novas ideias; ii) seleção estratégicas das mesmas; iii) implementação, transformando-a em um serviço, processo ou produto disponível. Entretanto, o sucesso

das inovações depende de dois componentes principais: recursos (pessoas, financeiros, conhecimento) e a capacidade da empresa de gerir seus processos inovativos (TIGRE,2005).

De acordo com OCDE (2005), a inovação diferencia-se em quatro tipos: de produto, de processo, de marketing e organizacional. As inovações de produto (bens ou serviços) são a introdução de um bem ou serviço novo ou melhorado no que se refere às suas características ou usos previstos e podem usar novos conhecimentos ou tecnologias, podem ser também novos usos ou combinações para conhecimentos ou tecnologias existentes. Elas abrangem a introdução de novos bens e serviços e melhorias significativas nas características funcionais ou de uso dos bens e serviços já existentes.

A inovação de processo está relacionada a implantação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Elas podem visar reduzir custos de produção ou de distribuição, melhorar a qualidade ou ainda produzir ou distribuir produtos novos ou melhorados (OCDE,2005).

Uma inovação de marketing é a implementação de um novo método de marketing com mudanças significativas na criação do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços. São orientadas para melhor atender as necessidades dos consumidores, abrindo novos mercados, ou reposicionando o produto de uma empresa no mercado, com o objetivo de aumentar as vendas (OCDE,2005).

A inovação organizacional é a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas. Ela visa a melhoria do desempenho de uma empresa por meio da redução de custos administrativos ou de custos de transação, estimulando a satisfação no local de trabalho (e assim a produtividade do trabalho), ganhando acesso a ativos não transacionáveis (como o conhecimento externo não codificado) ou reduzindo os custos de suprimentos (OCDE, 2005).

Mesmo com os diferentes tipos de inovação, um aspecto importante ao se analisar a inovação é que ela deve ser implementada. Ou seja, a inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) ou processo novo ou melhorado, um novo método de marketing, um novo método organizacional na prática e nos negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OCDE, 2005).

Outro fator é que a inovação ocorre de acordo com a orientação da empresa, ou seja, qual o objetivo da empresa ao utilizar a inovação. Em um ambiente competitivo, as

empresas precisam de um diferencial para obter destaque no mercado em que atua. Esta capacidade de realizar inovação evidencia atributos que a empresa necessita para que a empresa seja capaz de adaptar-se com agilidade a novos métodos e processos, desenvolver e introduzir novos ou melhores produtos em um ambiente competitivo que se altera constantemente (BALAN, LINDSAY, 2007).

2.2 Inovação nos tempos atuais

Nessa linha, a inovação é vista como um diferencial competitivo e as empresas estão alterando sua relação com a inovação ao longo do tempo, principalmente devido ao aumento da complexidade tecnológica para o desenvolvimento de novos produtos e processos. As firmas, atualmente, possuem a necessidade de ter acesso a conhecimentos externos. Essa alteração da inovação é denominada por Chesbrough (2003), como inovação aberta (do termo em inglês *open innovation*) caracterizada como uso intencional de fluxos de entrada e saída de conhecimento pelas empresas com o intuito de acelerar sua inovação interna. A inovação aberta fundamenta-se em debate sobre parcerias, redes e sistemas tecnológicos (DAHLANDE, GANN, 2010). Além disso, a abertura do modelo de inovação fechada é imperativa, principalmente pela elevação na velocidade de lançamento de novos produtos e com isso redução do ciclo de vida (CHESBROUGH, VANHAVERBEKE e WEST, 2006).

A percepção da inovação aberta se dá também porque a inovação não é gerada apenas pelos recursos que a firma é capaz de possuir e gerar internamente, assim por meio de alianças, parcerias e acordos de cooperação a empresa consegue ter acesso aos recursos e capacidades de organizações externas. A partir disso, o processo de inovação se torna mais colaborativo, por meio de conhecimento de diversos atores externos (CHESBROUGH, 2003).

Ademais, a inovação aberta é notada como o resultado do aumento da especialização do conhecimento que viabilizou a necessidade de empresas e de intermediários que realizam atividades específicas no processo de inovação tecnológica (VANHAVERBEKE, CLOODT, VAN DE VRANDE, 2009). Os motivos, de acordo com Chesbrough (2003), que favoreceram o fortalecimento da inovação aberta foram: i) aumento na mobilidade de engenheiros e de especialistas, que levam os conhecimentos que possuem; ii) alta qualidade e a orientação para o mercado das pesquisas realizadas por universidades ao redor do mundo; iii) disseminação global da geração do

conhecimento; iv) aumento da rivalidade nos mercados globais; vi) necessidade de *venture capitalists* (investidor de capital privado que fornece capital para firmas com alto potencial de crescimento em troca de participação acionária), determinados a levar a frente ideias inovadoras criadas por terceiros.

Adicionalmente, a necessidade atual de agentes externos dentro dos processos inovativos, para a compreensão da importância da movimentação de trabalhadores qualificados também é necessário entender que vive-se em uma economia baseada no conhecimento.

A economia do conhecimento envolve a produção de bens e serviços com base nas atividades intensivas em conhecimento que colaboram para um ritmo acelerado de avanço técnico e científico, assim como a sua rápida obsolescência. O componente chave da economia do conhecimento é a maior dependência pelas atividades econômicas das capacidades intelectuais, do que de recursos naturais ou físicos. Essas capacidades estão ligadas aos esforços para incluir melhorias em todas as fases do processo de produção, desde o laboratório de P&D até os funcionários da linha de produção e os clientes (POWELL, SNELLMAN, 2004).

Na economia do conhecimento, o foco das empresas está em novas ideias que trazem novos ou melhores produtos e serviços e práticas organizacionais. Normalmente, ocorrem em nações que possuem indústrias mais avançadas, que conseguiram transitar de uma economia com base em recursos naturais e insumos físicos para uma economia com base em ativos intelectuais, ligada ao desenvolvimento de novas empresas, como a área de tecnologia da informação, informática e biotecnologia (POWELL, SNELLMAN, 2004).

Outro aspecto importante para a expansão das atividades com base no conhecimento é o desenvolvimento de comunidades de trabalhadores que atuam em diversas empresas, que estão à frente da produção e da distribuição de novas ideias e com isso mantêm infraestruturas críticas ao processo inovativo, como as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Nesse contexto, as colaborações de P&D se elevaram em áreas de tecnologia da informação, nanotecnologia e biotecnologia. Nessas áreas, o conhecimento se desenvolve mais rapidamente e as fontes de conhecimento estão dispersas entre si (POWELL, KOPUT, SMITH-DOERR, 1996; MERRIL, COOPER, 1999). Essa troca ocorre através da internet, que possibilita o acesso a grande volume de informações por meio dos sites e, com isso, aumenta a capacidade da troca para fora das fronteiras organizacionais (CASTELLS, 2001; POWELL, SENALMAN, 2004).

2.3 Inovação e os transbordamentos locais de conhecimento

A partir disso, é possível perceber que um dos principais aspectos para a inovação é o conhecimento. Esta importância é corroborada com o aumento da sua necessidade frente aos desafios atuais das empresas e do advento da inovação aberta, isto é, da necessidade da troca de conhecimento entre os agentes e a interação entre eles. Dessa forma, é necessário qualificar melhor o conhecimento e seus diferentes tipos: o conhecimento codificável e o tácito.

O conhecimento codificável tem um significado estável, é associado de uma determinada maneira com o sistema de símbolo no qual ele é expresso como a linguística, a matemática e, até mesmo, os símbolos visuais, ele é constituído por informações menos custosas de ser transferidas e é obtido por meios formais de aprendizado (STORPER, VENABLES, 2004).

Já o conhecimento tácito está pouco relacionado ao sistema de símbolos formais que ele expressa, incluem-se expressões linguísticas baseadas em palavras e conhecimentos práticos. Se a informação não for codificável, apenas adquirir o sistema de símbolos não é suficiente para a transmissão bem-sucedida de uma mensagem. O conhecimento tácito pode também ser definido como capital humano intelectual, é o conhecimento incorporado ao capital humano de um trabalhador e que não pode ser facilmente comunicado e compartilhado (STORPER, VENABLES, 2004).

A respeito da inovação, vários autores estudaram a importância do conhecimento. De acordo com Cohen e Levinthal (1990), o conhecimento é um componente crítico para a inovação, e sua absorção não é trivial, já que envolve uma série de capacitações, chamada pelos autores de capacidade de absorção. Esse conceito está ligado com a ideia de avaliar e utilizar o conhecimento disponível para a empresa e para os trabalhadores e exige uma série de competências próprias das empresas. Muitas vezes, essa capacidade de absorção depende do nível de conhecimento obtido anteriormente pelos agentes da empresa.

No nível mais simples, esse conhecimento prévio pode ser compreendido como habilidades básicas ou como um idioma compartilhado, como também pode incluir conhecimentos sobre os mais recentes desenvolvimentos científicos e tecnológicos de uma determinada área. Portanto, esse conhecimento prévio fornece a capacidade de reconhecer o valor das novas informações, assimilá-las e aplicar com objetivo comercial. Essas habilidades fazem parte da capacidade de absorção da empresa, que é importante

para que a transferência de conhecimento traga benefícios para a empresa e para os trabalhadores (COHEN e LEVINTHAL, 1990).

Além da capacidade de absorção, outro elemento importante para se entender o papel do conhecimento na inovação é a proximidade física. A proximidade física entre as empresas inovadoras torna mais fácil o processo de difusão e de compartilhamento de conhecimento entre diferentes agentes. Além disso, a proximidade entre áreas de P&D, universidades e centro de pesquisa que, normalmente, são fontes potenciais de inovação para diversas empresas pode beneficiar vários agentes localizados de forma próxima. A proximidade geográfica possibilita que o conhecimento tecnológico transborde, gerando possibilidades para o aproveitamento do conhecimento tácito e não codificado que advém de outras empresas que realizam inovação, além de instituições e centros de pesquisa públicos e privados (COHEN e LEVINTHAL, 1990; STORPER, VENABLES, 2004).

O trabalho desenvolvido por Jaffe (1989) comprovou empiricamente a importância da proximidade e a existência de transbordamento locais de conhecimento, sendo o pioneiro nesta linha. O estudo mostrou a importância dos centros universitários para a inovação, como por exemplo as atividades do Vale do Silício, próximo a Universidade de Stanford na Califórnia. O autor evidencia o efeito da pesquisa universitária nas atividades inovadoras das empresas ligadas à área de farmácia, tecnologia médica, eletrônica, óptica e tecnologia nuclear. Além disso, a pesquisa universitária tem efeito indireto sobre a inovação regional, pois atrai gastos de P&D industrial na região, aumenta a produtividade da indústria e das atividades de P&D das universidades locais.

Há também evidência de alta correlação geográfica entre os agentes inovadores e a presença de universidades e instituições de pesquisa (JAFJE, 1993). Esse transbordamento de conhecimento, de acordo com Jaffe (1989), ocorre por mecanismos informais e a proximidade física é útil e necessária para reter os benefícios gerado por meio desses transbordamentos.

Em um estudo mais recente, Kaiser *et al.* (2018) analisa a importância do conhecimento gerado na universidade para as empresas e demonstra que a contratação de pesquisadores com experiência universitária pode fornecer à empresa capacidade de resolução de problemas com base científica. Assim, pode aumentar a produção de inovação, uma vez que indivíduos com experiência científica universitária elevam mais a produção de inovação do que a contratação de pesquisadores de outras áreas.

Os transbordamentos de conhecimento, citados no trabalho de Jaffe (1989), possuem um componente local o que demonstra a importância da proximidade física neste

processo. Assim, parte dos trabalhos sobre transbordamentos de conhecimento está diretamente relacionado aos estudos dos *clusters*. *Clusters* são concentrações geográficas de empresas e instituições interligadas em um determinado campo de atuação, eles englobam diversos setores vinculados ou complementares, como fornecedores de insumos especializados (componentes, máquinas e serviços) e fornecedores de infraestrutura. Os *clusters* podem também se estender para canais de comercialização e clientes, lateralmente abrangem fabricantes de produtos secundários e empresas que possuem algo relacionado entre si, seja habilidade, tecnologia ou insumos. Alguns destes agrupamentos geográficos podem conter instituições governamentais ou universidades, agências de definição de padrões, provedores de treinamento vocacional e associações comerciais, disponibilizando treinamento especializado, educação, informação, pesquisa e suporte técnico (POTTER, 1990).

Potter (1990) constatou que o fenômeno de *clusters* eram comuns em diversas localidades, de vários setores e com diferentes tipos de tecnologia e, em alguns casos, era a principal fonte de vantagem competitiva dos países em relação à competição internacional. A partir disso, muitos governos começaram a estimular este tipo de agrupamento, com a intenção de viabilizar os setores mais promissores. Por meio dos *clusters* é possível obter ganhos de eficiência que as firmas dificilmente conseguiriam atingir de maneira isolada, que podem ser entendidos como a vantagem competitiva obtida pelas externalidades e ação em conjunto (SCHMITZ, NADVI, 1999).

Apesar da proximidade gerar uma competição de mercado, recursos e trabalhadores, as empresas que estão neles transformam-se em interdependentes e são capazes de obter as vantagens competitivas. Essa capacidade competitiva surge da proximidade geográfica, que facilita acessos a empregados, fornecedores e instituições de apoio, relacionamentos, informação, produtividade e inovação (PORTER, 1999).

Os *clusters* industriais relacionam-se com a necessidade de uma concentração geográfica e setorial de empresas e a partir disso são geradas externalidades positivas e tecnológicas (POTTER, 1998). O fortalecimento da competitividade das firmas que estão nestes *clusters* industriais está relacionada com o aumento dos níveis de “eficiência coletiva” gerados por este arranjo. Essa eficiência é ligada com a redução de custos de produção e transação devido à consolidação de economias de especialização e diferentes tipos de externalidades no nível local. A estabilização destes *clusters* contribuem com a realização de ações em conjunto e coordenadas entre os agentes, fundamentada no

intercâmbio de informações e consolidação de laços cooperativos entre os agentes (SCHIMITZ, 1995).

O estímulo à circulação e troca de informações e o desenvolvimento de uma capacitação comercial e mercadológica torna mais fácil a antecipação de tendências de comportamento de mercado, possibilitando assim a rápida introdução de novos produtos. Além disso, os ganhos competitivos dos *clusters* ocorrem do aprofundamento dos processos de aprendizado em nível local que favorece a difusão de inovações tecnológicas e organizacionais (SCHIMITZ, 1995).

Adicionalmente, outro tema desenvolvido na literatura da Inovação que também analisa a questão da transferência de conhecimento são os estudos sobre especialização produtiva, na linha dos estudos de *clusters* industriais e da diversificação. Estes trabalhos buscam entender a relação entre o processo de criação e de difusão de conhecimento, em regiões que possuem estruturas industriais distintas. Observa-se que essas regiões criam distintas externalidades de conhecimento que impactam diretamente no resultado inovativo das empresas presentes nessas regiões (GLAESER *et al.*, 1992; JACOBS, 1969).

As externalidades de especialização, também conhecida como externalidades *marshallianas* ou de MAR¹ são aquelas geradas entre indústrias que se especializam geograficamente, estas externalidades ocorrem devido à proximidade que favorece a transmissão de conhecimento intra-industrial, reduzindo o custo de transporte, de insumos e dos produtos, as empresas nessas regiões conseguem se beneficiar das vantagens competitivas geradas por essa proximidade, através de um mercado de trabalho mais eficiente e uma eficiência coletiva conjunta (SCHIMITZ, 1995).

Por sua vez, as externalidades geradas nas regiões diversificadas, conhecida como externalidade de Jacobs, diz respeito a diversidade como principal motor das inovações. Isto significa que quanto maior a diversidade produtiva, maior a capacidade da economia e dos agentes produtivos de obter novas ideias e se conectar com novos conhecimentos, o que impacta diretamente no desenvolvimento de novos tipos de bens e serviços (GLAESER *et al.*, 1992).

Para Marshall o que causa as externalidades é a especialização em um mesmo setor industrial. Entretanto, para Jacobs (1969) a fonte mais significativa das externalidades é a pluralidade de atividades econômicas desempenhadas nas cidades.

¹ Termo atribuído por Glaeser *et al.* (1992) devido as contribuições dadas por Arrow e Romer aos trabalhos de Marshall.

Em relação à disseminação do conhecimento, o modelo de MAR afirma que a concentração de um setor em uma região proporciona a disseminação do conhecimento entre empresas e favorece a inovação nesse setor, em particular nessa região. A especialização incentiva a transmissão e a troca de conhecimentos, de ideias e informações, sejam elas tácitas ou codificadas, de produtos e processos. Por imitação, interações comerciais, circulação entre empresas de trabalhadores qualificados, sem transação monetária (BEAUDRY, SCHIFFAUEROVA, 2009).

Na visão do modelo de Jacobs, as fontes mais importantes de transbordamento de conhecimento são externas ao setor em que atua a empresa. Além disso, como as diversidades dessas fontes são maiores nas cidades, por isso as cidades são fontes de inovação. A existência de atividades econômicas mais diversificadas nas proximidades promove oportunidades para imitar, compartilhar e recombinar ideias e práticas entre os diferentes setores (BEAUDRY, SCHIFFAUEROVA, 2009).

A troca de conhecimento entre várias empresas e agentes econômicos facilita a pesquisa e a experimentação em inovação. Neste sentido, a diversidade, não a especialização, é um mecanismo que leva ao crescimento econômico (GLAESER *et al.*, 1992).

2.4 Transbordamentos locais de conhecimento e o contato face a face

Um ponto importante que relaciona toda a discussão de transferência de conhecimento, seja em cluster, aglomerações produtivas diversificadas, efeitos de instituições de pesquisa, entre outros elementos é a importância do contato face a face. Todas as trocas de conhecimento são mais facilmente realizadas por contatos face a face.

A proximidade física entre as pessoas gera contato face a face, uma forma de comunicação que reduz problemas de transmissão de conhecimento. É uma tecnologia de comunicação eficiente, pois permite que os agentes alinhem os compromissos e, assim, reduzam os problemas de incentivo, facilita a triagem de agentes e isso motiva os esforços de interação. Os encontros físicos possibilitam uma maior profundidade e velocidade de *feedback*, que é impossível em outras maneiras de comunicação, propicia interpretações instantâneas, tanto verbal, física, contextual, intencional e não intencional. Essa comunicação é considerada por muitos como

essencial para a transmissão de conhecimento tácito complexo (STORPER, VENABLES, 2004).

Ademais, segundo Storper e Venables (2004), os benefícios do contato face a face são diversos, como: tecnologia altamente eficiente de comunicação, maneira de superar problemas de coordenação e incentivos em ambientes adversos, elemento-chave para a socialização que permite que os indivíduos sejam candidatos a membros de “grupos internos” e permaneçam nesse grupo e, inclusive, é fonte direta de motivação psicológica.

Um fato relevante a se destacar, é que, mesmo que a internet tenha permitido que vários tipos de comunicação complexas ocorressem a distância, anteriormente limitada pela proximidade geográfica, gerando uma tendência à desagregação ou dispersão da produção, a geração de inovação criou novas atividades que só podem ser realizadas, inicialmente, com a proximidade dos agentes, uma vez que envolvem tarefas de coordenação complexas e desconhecidas. Isto é, mesmo com esta mudança de comunicação, o contato face a face e de co-localização permanecerão relevantes para futuras atividades e conseqüentemente criando aglomeração de indivíduos altamente qualificados, empresas e burocracias em grandes cidades com alto custo (STORPER, VENABLES, 2004).

2.5 Transbordamentos locais de conhecimento e a mobilidade de trabalhadores qualificados: evidências empíricas

Com a necessidade do contato face a face para que ocorra a troca de conhecimento, a mobilidade de trabalhadores é uma das maneiras de viabilizar esse contato entre os indivíduos, seja por meios formais ou informais. A mobilidade de trabalhadores é uma maneira importante para a transferência de conhecimento entre firmas (LENZI, 2010; RAHKO, 2017). Quando ocorre a mudança da mão de obra de uma empresa para a outra, ela transfere o conhecimento formal e as habilidades e conhecimentos tácitos (ALMEIDA, KOGUT, 1999). Os trabalhadores qualificados são importantes para o crescimento de um país, porque afetam diretamente a produção e a difusão do conhecimento, principalmente para trabalhadores ligados a ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) (MIGUELEZ, TEMGOUA, 2020). Além disso, a capacidade de absorção está associada à geração de inovação e conseqüentemente a mobilidade de trabalhadores que possam ser capazes de afetar a geração de produtos

inovativos pelas empresas envolvidas nesse processo, além de permitir a transferência de conhecimento entre os empregados.

Em relação a mobilidade de trabalhadores qualificados, Almeida e Kogut (1999) investigam a relação entre a mobilidade de engenheiros, detentores de patentes, e a localização do conhecimento tecnológico na área de semicondutores dos Estados Unidos, por meio de análise de citação de patentes, considerado um bom indicador da importância da invenção. É possível notar que o relacionamento entre empresas, universidades, cientistas renomados e engenheiros condiciona fortemente a extensão pela qual o conhecimento se espalha. Por isso, as variações nas regiões influenciam as externalidades do conhecimento. Verificou-se que as citações de patentes tendem a ser localizadas, mas a localização de conhecimento não é padronizada e as regiões estudadas mostram padrões diferentes na difusão local das externalidades do conhecimento. Uma especulação é que uma das externalidades locais é gerada pela mobilidade de trabalhadores.

Outro estudo desenvolvido por Saxenian (1994) para o Vale do Silício (EUA), demonstrou que a movimentação de trabalhadores imigrantes qualificados traz benefícios econômicos além da mão de obra e seus efeitos nos salários, por exemplo, fluxos de comércio e investimentos e a criação de novos postos de trabalhos, em virtude de vários trabalhadores se caracterizam como empreendedores.

Nessa linha, Saxenian (2005) desenvolveu um estudo sobre a circulação de cérebros (*brain circulation*) em que se investigou a migração de jovens que saíram de países em desenvolvimento (China e Índia) para países desenvolvidos e estão voltando para seus países de origem. Percebe-se que estes jovens regressam para estabelecer relações comerciais ou criar empresas, mantendo seus laços sociais e profissionais com os Estados Unidos. Com isso, eles aceleram o desenvolvimento das indústrias de tecnologia da informação em seus países, com habilidades de baixo custo e ao passar dos anos, contribuem para processos altamente localizados de experimentação empresarial e atualização, preservando laços estreitos com a tecnologia e os mercados do Vale do Silício.

A ligação entre empresas é algo comum e isso ocorre porque a transferência de tecnologia ajuda a difundir internacionalmente. Além desses acordos formais entre as empresas, há também a difusão de conhecimento por meio de canais informais que podem interferir na região, por meio da mobilidade interfirma de funcionários qualificados, como cientistas e engenheiros. Essa troca acontece porque as empresas rivais desejam empregados altamente capacitados e qualificados das outras empresas e isso leva a uma

extensa mobilidade entre funcionários. Outro fator é o empreendedorismo, no qual funcionários que saem de uma grande indústria americana e criam suas startups, com grande papel para difusão do conhecimento e na evolução da indústria. Ademais, as universidades possuem papel importante, vários estudos mostram a pesquisa universitária para difusão do conhecimento local, como os trabalhos de Jaffe *et al.* (1993) e Zucker e Armstrong (1994).

Outro ponto é que o conhecimento deve ser regional porque os trabalhadores qualificados se mantem na região. O grau em que o conhecimento não é codificável e é tacitamente mantido por indivíduos foi considerado um determinante importante na velocidade com que grandes inovações são transferidas dentro e entre empresas. Um aspecto importante da difusão não é apenas as qualidades inerentes ao conhecimento (isto é, se é tácito ou facilmente imitado), mas também se existe um mercado de trabalho regional para engenheiros, cientistas e trabalhadores. Algumas regiões parecem notáveis a esse respeito (ALMEIDA, KOGUT, 1999).

Breschi e Lissoni (2009) buscaram entender se o conhecimento flui mais facilmente entre agentes que estão localizados mais próximos uns dos outros, do que entre agentes que estão mais distantes. Os autores partiram da ideia de que a proximidade espacial e a co-localização podem facilitar a transferência de conhecimento por meio de canais contratuais e baseados no mercado, há também troca por meio do contato face a face. Analisou-se a contribuição da mobilidade de inventores e redes de inventores para a difusão do conhecimento entre as organizações e dentro de cidades ou estados. Os resultados obtidos mostram que as mobilidades dos inventores nas empresas fazem parte de uma fração muito grande da localização observada das citações de patentes.

A troca de conhecimento face a face ocorre principalmente entre co-inventores e inventores, que estão conectados mais próximos. Este contato pode ser de atividades formais de colaboração entre inventores ou contrato de trabalho comuns com uma mesma empresa. Portanto, sugere-se que a mobilidade de inventores e as cadeias mais curtas entre co-inventores são os principais responsáveis pela localização dos fluxos de conhecimento. Em relação aos laços informais, usados normalmente para a difusão de conhecimento tácito, os resultados indicam redução na mobilidade. O principal motivo pelo qual a localização importa é que a mobilidade dos tecnólogos nas organizações, como funcionários ou consultores, é limitada no espaço (BRESCHI e LISSONI, 2009).

Outra pesquisa sobre a mobilidade de trabalhadores é o trabalho de Kaiser, Kongsted e Ronde (2015) em empresas dinamarquesas. Os autores fizeram uma análise que

relacionou o número de trabalhadores que ingressam em uma empresa e o nível da atividade inovadora dessa mesma empresa. Verificou-se que a entrada de novos funcionários está ligada a um aumento na atividade de patenteamento da empresa. A argumentação é de que o trabalhador que ingressa em uma empresa que patenteia possui uma produtividade seis vezes maior do que um trabalhador que permanece na empresa.

Além disso, a mobilidade de trabalhadores qualificados gera um aumento positivo e economicamente significativo na invenção, tanto para o novo, quanto para o antigo empregador. Esse efeito é maior quando a mobilidade é entre duas empresas que já atuam na área de patentes do que quando uma empresa não possui patentes e a outra possui. A mobilidade de trabalhadores qualificados, estimula a inovação geral seja de um país ou de uma região, devido à transferência de conhecimento (KONGSTED, KAISER e RONDE, 2015).

As redes sociais inter-organizacionais são outro canal importante para difusão do conhecimento e a mobilidade do trabalho também eleva o compartilhamento do conhecimento, alterando a estrutura das redes sociais em que a empresa está inserida. Aplicando uma perspectiva de rede, as empresas podem ser vistas como os nós da rede social e as relações sociais duradouras entre os trabalhadores como os laços. Portanto, a mobilidade do trabalho resulta em um fluxo de conhecimento para o novo empregador. Como o conhecimento é um insumo fundamental na produção de novas invenções, espera-se que a mobilidade do trabalho seja associada a uma maior invenção do novo empregador. Ademais, os fluxos futuros de conhecimento devem ser maiores, à medida que mais conhecimentos novos estiverem disponíveis no antigo empregador (KONGSTED, KAISER e RONDE, 2015).

Diversos trabalhos demonstram que as empresas têm maior probabilidade de citar patentes produzidas por ex-empregadores dos inventores nos pedidos de patentes, isto evidencia fluxos futuros de conhecimento. Além disso, há existência de fluxos reversos de conhecimento, isto é, o antigo empregador também tem maior probabilidade de citar as patentes do novo empregador do trabalhador em pedidos de patentes posteriores (SONG *et al.*, 2003; ROSENKOPF, ALMEIDA, 2003; CORREDOIRA, ROSENKOPF, 2010).

Kim e Marschke (2005) mostram que as empresas têm maior propensão a patentear em regiões com alta mobilidade de mão-de-obra. Isso é consistente com uma teoria na qual as empresas patenteiam suas invenções para impedir a apropriação indevida por ex-funcionários. A mobilidade do trabalho resulta, portanto, em um fluxo de conhecimento

avançado do antigo para o novo empregador. O antigo empregador experimenta uma perda do capital humano intelectual do trabalhador, bem como qualquer conhecimento explícito que seja privado do trabalhador.

Wright *et al.* (2018) enfatizam a importância de obter um melhor entendimento de como as instituições do mercado de trabalho influenciam a mobilidade do trabalhador do conhecimento e o desempenho da empresa. Diversos trabalhos demonstram empiricamente que a mobilidade de trabalhadores pode aumentar a produtividade na empresa (NICOLETTI, SCARPETTA, 2003).

Braunerhjelm, Ding e Thulin (2020) desenvolvem um trabalho para analisar como a mobilidade de trabalhadores qualificados com conhecimento em P&D pode impactar a inovação no nível da empresa em toda a economia. Os resultados obtidos apontam que a mobilidade de trabalhadores é uma fonte de fluxos de conhecimento e inovações, mas estes resultados são mais robustos em trabalhadores que ingressam em uma empresa do que na empresa em que o trabalhador esteve anteriormente. Além disso, os efeitos da mobilidade de mão-de-obra sobre inovação são mais evidentes em empresas inovadoras, isto é, firmas que inovadoras tendem a ter resultados melhores do que firmas não patenteadas. Já em relação aos novos funcionários que saem da faculdade e entram direto em empresas de P&D não influenciam na inovação, isso mostra que, a experiência parece ser mais importante que a educação formal, por isso o trabalhador que entra no mercado de trabalho deve ser treinado nas empresas antes que os efeitos no nível da empresa possam ser esperados.

O estudo de Braunerhjelm, Ding e Thulin (2020) mostra que dimensão geográfica dos fluxos de conhecimento é importante e dominada pela mobilidade intra-regional da mão-de-obra, que tem um efeito mais forte na inovação. Ressalta-se também que as experiências entre os trabalhadores de P&D são de suma importância, porque os ingressantes vindos diretamente da universidade não exerceram impacto sobre as inovações. As instituições do mercado de trabalho, portanto, parecem uma variável importante na promoção de um setor empresarial mais dinâmico e inovador. Uma vez que as indústrias mais inovadoras demonstram se beneficiar mais com essa mobilidade, é provável que tenha implicações para a força competitiva de uma economia ao longo do tempo.

Miguel e Temgoua (2020) analisa a influência das redes de migrantes qualificados na difusão internacional do conhecimento, principalmente aqueles trabalhadores das áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática e também o fluxo de conhecimento para

os países que recebem esses imigrantes qualificados. Além disso, mostra o feedback de conhecimento para os países de origem destes trabalhadores. Os resultados mostraram que há impacto positivo de migrantes qualificados nos fluxos de conhecimento tanto para o país de origem quanto o de destino do empregado. Entretanto esta troca ocorre em um pequeno grupo de países e a maior parte são países de alta renda, com exceção da China. Os resultados são mais robustos ao analisar pares de países em que o remetente é um país em desenvolvimento e o receptor é um país desenvolvido com alta renda. Além disso, a difusão de conhecimento ocorre com maior força dentro das fronteiras das multinacionais.

De acordo com Holm *et al.* (2020), o P&D do setor privado está concentrada em algumas empresas multinacionais e por isso a mobilidade da mão de obra entre essas firmas é um mecanismo importante para a difusão de conhecimento e tecnologia, porém possuem alguns atritos. Neste estudo, voltado para a Dinamarca, verificou-se que os funcionários de empresas multinacionais intensivas em P&D são menos inclinados a mudarem de trabalho do que os demais funcionários, e, quando isso ocorre, tendem a se deslocar dentro de empresas multinacionais intensivas em P&D do que para outras empresas da economia.

Com isso, limita-se a transferência de conhecimento de empresas multinacionais estrangeiras para a economia doméstica do país. Embora estes funcionários não sejam propensos a saírem de empresas multinacionais estrangeiras para empresas nacionais, eles são mais propensos a se mudarem para empresas multinacionais nacionais e por isto, estas firmas conseguem se beneficiar desta mobilidade de trabalhadores e podem atuar como incentivadores dentro da economia (HOLM *et al.*, 2020).

Holm *et al.* (2020), demonstra que as multinacionais domésticas podem fornecer capacidade de absorção e contribuir à transferência de conhecimento e portanto, fornece oportunidades de empregos atraentes para estes empregados das empresas multinacionais estrangeiras. Sendo assim, há segmentação no mercado de trabalho devido esse fluxo de trabalhadores ser limitado entre empresas multinacionais intensivas em P&D para o resto da economia.

Outro ponto abordado no trabalho de Holm *et al.* (2020), é que recém-contratados com experiência universitária possuem maior efeito na inovação que outros tipos de mobilidade interna. Mas, ao analisar a contratação de trabalhadores com uma combinação de experiência profissional, estes possuem um efeito mais forte do que os trabalhadores com capacidades individuais, isso ocorre devido a experiência do pesquisador contratado.

Além disso, as empresas que contratam estes trabalhadores precisam ter uma cultura favorável a pesquisa universitária para conseguir o benefício da contratação de indivíduos com experiência em pesquisa universitária. Por isso, as contratações de pessoas com experiência em pesquisas universitárias são importantes para a produção de inovação nas firmas. Entretanto, o retorno desta contratação depende de a empresa contratante possuir uma cultura favorável a pesquisa (HOLM *et al.*, 2020).

3 BASE DE DADOS: PATENTES, TRABALHADORES E CONSTRUÇÃO DA MOBILIDADE DE TRABALHADORES QUALIFICADOS

3.1 Base de dados e horizonte temporal da análise

Para atingir o objetivo proposto por esta dissertação, que é analisar a mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas brasileiras em dois triênios específicos (2006 a 2008 e 2009 a 2011) e medir a influência da mobilidade dos trabalhadores qualificados na inovação, é necessário primeiramente entender quais são as empresas inovadoras presentes no Brasil nos triênios específicos de análise, isto é, triênio 1 de 2006 a 2008 e triênio 2 de 2009 a 2011.

Primeiramente, é necessário entender o conceito de empresas inovadoras. As empresas inovadoras são consideradas aquelas que no período de análise fizeram pelo menos um pedido de proteção de patente no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Esta escolha foi realizada, uma vez que pela patente é possível medir a inventividade de uma empresa, partindo do pressuposto que as patentes representam a produção inventiva e que um maior número de patentes significa um maior número de invenções (ALMEIDA; KOGUT, 1999). Além disso, a patente é considerada uma etapa intermediária entre o processo de P&D e a efetividade deste resultado, ou seja, a inovação.

As patentes não cobrem todos os resultados inovativos das empresas, porém possuem vantagens para serem utilizadas como *proxy* de inovação, algumas delas são: as patentes cobrem amplas tecnologias nas quais às vezes existem escassas fontes de dados (nanotecnologia, por exemplo); têm vínculo próximo (imperfeito) com a invenção, pois as invenções mais significativas das empresas são patenteadas; também possuem uma relevante cobertura espacial e temporal dos dados. Os dados de patentes estão disponíveis em todos os países, uma vez que existem inúmeros escritórios de patentes nacionais e regionais. Esses dados são públicos, ao contrário dos dados de pesquisas internas às empresas, que geralmente são protegidos por leis de sigilo (OECD, 2009).

Nessa linha, os dados utilizados como *proxy* para a inovação nas empresas foram o número de pedidos de patentes realizados pelas empresas disponíveis na Base de Dados Estatísticos sobre Propriedade Intelectual (BADEPI) do INPI para os anos de 2006 a 2013. Inicialmente, verificou-se o total pedidos realizados tanto por empresas quanto por pessoas brasileiras ou estrangeiras, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Dados de pedidos de patentes de 2006 a 2013

INPI	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Ped. Totais (PT)	27.598	28.764	30.324	30.084	31.951	38.191	3.600	1.133	191.645
Ped. BR (PBR)	8.809	8.973	9.097	9.287	8.582	9.834	861	141	55.584
PBR/PT (%)	31,9	31,2	30,0	30,9	26,9	25,7	23,9	12,4	29,0
CNPJ	2.366	2.782	2.489	2.834	2.793	3.042	666	63	17.035
CNPJ/PBR (%)	26,9	31,0	27,4	30,5	32,5	30,9	77,4	44,7	30,6
CNPJ distintos	1.206	1.253	1.232	1.426	1.366	1.240	193	38	7.954
CNPJ/CNPJd (%)	51,0	45,0	49,5	50,3	48,9	40,8	29,0	60,3	46,7

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do INPI (2020).

Após a verificação dos números de pedidos por ano, foi realizada a separação do número de pedidos realizados pelas empresas e por residentes do Brasil dos dados que correspondem a empresas e residentes estrangeiros. A relação entre os pedidos de domiciliados no Brasil e os pedidos totais (PBR/PT) aponta que cerca de 29% dos pedidos correspondem a empresas ou pessoas físicas residentes no país.

Posteriormente, filtrou-se os dados que correspondem aos pedidos de patentes realizados pelas empresas com CNPJ, dado que objetivo do trabalho é realizar uma análise no nível da firma. Desta forma, foram excluídos os pedidos realizados por pessoas físicas com CPF ou depósitos de pedidos que não possuíam informações sobre o depositante brasileiro. Deste segundo passo, a partir da relação entre os pedidos de patentes realizadas por empresas e o total de pedidos do país (CNPJ/PBR), foi possível verificar que 30,6% dos pedidos realizados no país no período são feitos por empresas.

Por último, verifica-se o número de CNPJ distintos pois uma mesma empresa pode ter realizado mais de um pedido de patente durante o ano. Ao realizar esse filtro, a relação entre o número totais de pedidos realizados por empresas e o número de CNPJ distintos (CNPJ/CPNJd) é possível notar que há uma mesma empresa que realiza mais de um pedido dado que essa relação é de 46,7%.

Observa-se ainda, na Tabela 1, que os anos de 2012 e 2013 possuem o menor número de pedidos de patentes totais e conseqüentemente é menor também nos demais filtros aplicados. Estes dados apontam para eventuais problemas na base de dados, tais como dados incompletos, não preenchimento, informações faltantes de vários meses. Por esta razão, optou-se por utilizar para análise dos dados os triênios de 2006 a 2008 e 2009 a 2011, esta análise se torna mais adequada, visto que os números de pedidos são

equilibrados ao longo destes triênios. Além disto, este horizonte temporal corresponde ao período temporal utilizado nas pesquisas da Pesquisa de Inovação (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com base nisso, a Tabela 2 mostra os dados consolidados nos dois triênios.

Tabela 2 - Dados de pedidos de patentes por triênio

Período	Pedidos BR (PBR)	CNPJ	CNPJ/PBR (%)
	Pedidos de patentes	Pedidos de patentes	
2006-2008	26.879	7.637	28,4
2009-2011	27.703	8.669	31,3

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do INPI (2006 a 2011).

Nesta análise por triênio, como mostra a Tabela 2, no período de 2006-2008, do total de pedidos de patentes, 28,4% são de empresas e para o período de 2009-2011 este dado é de 31,3% do total. Entretanto, é necessário verificar quantos são os CNPJs distintos, uma vez que a mesma empresa pode solicitar mais de um pedido de patentes ao longo do período, ou seja, não necessariamente cada pedido de patentes corresponde a uma empresa diferente. A Tabela 3 apresenta os dados de CNPJs distintos nos triênios de estudo:

Tabela 3 - Informações referentes aos CNPJs

Período	CNPJs	CNPJs distintos (CNPJd)	Número de pedidos médios por empresas
2006-2008	7.637	3.691	2,07
2009-2011	8.669	4.032	2,15

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos do INPI (2006 a 2011).

A Tabela 3 mostra a quantidade de CNPJs distintos presentes na base de dados. Nota-se que há a diminuição destes, pois na análise considerou apenas um CNPJ, independentemente da quantidade de pedidos de patentes realizados pela empresa. Além disso, a mesma firma que fez o pedido de patentes em 2006, pode ter também realizado em 2007 e 2008, ou seja, nos três anos do período analisado. Com este procedimento, o período de 2006-2008 e 2009-2011 correspondem a 3.691 e 4.032 CNPJs distintos, respectivamente. E na média, no triênio 2006-2008 e 2009-2011, as empresas cadastradas fizeram 2,07 e 2,15 pedidos de proteção no INPI, respectivamente.

A partir da disponibilidade dos dados referentes às patentes por depositante com CNPJ, foi realizado um cruzamento entre as informações obtidas na busca de depósitos de proteção do INPI e os trabalhadores destas empresas na Relação Anual de Informações Sociais – Identificada (RAIS ID).

Essa busca permite mapear o perfil de empregados das empresas consideradas inovadoras, esta etapa é importante porque para entender se a movimentação de trabalhadores pode ser importante para inovação é necessário também conhecer qual o perfil de contratação destas empresas.

O acesso aos dados foi realizado com um software de gerenciamento de banco de dados, chamado *PostgreSQL*, com estes dados foi possível verificar o trabalhador que estava registrado na empresa informada como patenteadora na base do INPI. Para o período de análise foram encontradas as seguintes observações presentes na Tabela 4:

Tabela 4- Dados de trabalhadores de acordo com a RAIS ID para o período de 2006 a 2011

Período	CNPJ -INPI (1)	CNPJ RAIS ID (2)	(1) / (2) (%)	Total de funcionários
2006-2008	3.691	2.390	65	725.598
2009-2011	4.032	2.565	64	800.441

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

A partir da Tabela 4, nota-se uma diferença entre os números de CNPJs disponíveis na base de dados do INPI e o número de CNPJs encontrados na busca em relação aos dados da RAIS ID, esta diferença ocorre porque algumas empresas que patenteiam não estão disponíveis na RAIS ID, principalmente se for uma empresa sem empregado. Além disso, a busca na RAIS ID foi feita de CNPJs distintos, ou seja, a empresa realizou um pedido de patente em um dos três anos de estudo, isto é, em 2006 ou 2007 ou 2008. Portanto, para o período de 2006-2008 tem-se 65% CPNJs da base inicial do INPI e para o período de 2009-2011 tem-se 64%. Acredita-se que este percentual é devido a empresas que não possuem funcionários, ou seja, pessoas físicas que têm registro de CNPJ para pedidos de patentes, não descartando a possibilidade de possíveis erros na junção das duas bases, devido ao volume expressivo e dados analisados. As análises descritivas do perfil das empresas patenteadoras e dos seus funcionários são apresentadas na próxima seção.

3.2 Perfil dos depositantes de pedidos de patentes analisados e recorte setorial

Esta seção trata do perfil das empresas que realizaram pedidos de patentes nos triênios de 2006-2008 e 2009-2011. Inicialmente, ao realizar a busca dos setores com base no código da CNAE, os principais registros de funcionários correspondem ao setor de indústrias de transformação, educação e administração pública, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5- Informações em relação ao setor com base na classificação da CNAE para o período de 2006-2008 e 2009-2011

Setor	2006-2008			
	Funcionários	(%)	CNPJs	(%)
Indústrias extrativas	14.475	2,0	18	0,8
Indústrias de transformação	422.633	58,2	1.649	69,0
Eletricidade e Gás	27.655	3,8	15	0,6
Administração pública	38.647	5,3	27	1,1
Educação	110.079	15,2	83	3,5
Outros	112.109	15,5	598	25,0
Total	725.598	100,0	2.390	100,0
Setor	2009-2011			
	Funcionários	(%)	CNPJs	(%)
Indústrias extrativas	6.014	0,8	14	0,5
Indústrias de transformação	442.384	55,3	1.748	68,1
Eletricidade e Gás	37.094	4,6	22	0,9
Administração pública	30.860	3,9	26	1,0
Educação	159.583	19,9	101	3,9
Outros	124.506	15,6	654	25,5
Total	800.441	100,0	2.565	100,0

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

Na Tabela 5, é possível notar que as empresas inovadoras empregaram, aproximadamente, 725 mil trabalhadores no primeiro triênio e 800 mil funcionários no segundo triênio de análise. Alguns pontos podem ser destacados na análise proposta. Na distribuição dos trabalhadores por atividade econômica é possível notar que a indústria de transformação e o setor de educação são as que mais empregam em ambos os triênios. Entretanto, apesar do setor de educação ter essa alta participação no número de funcionários, com 15,2% dos trabalhadores em 2006-2008 e 19,9% em 2009-2011, as

empresas inovativas representam apenas 3,5% e 3,9% do período de 2006-2008 e 2009-2011, respectivamente da amostra. Já a indústria de transformação, em ambos os períodos, possui a maior participação, tanto no número de funcionários, quanto no número de empresas que realizam o pedido de patentes. Tal fato, evidencia que a inovação está na indústria, ocorrendo principalmente dentro das empresas.

Dada a necessidade de se aprofundar na análise do perfil dos trabalhadores empregados nas empresas inovadoras, optou-se por apresentar o perfil de empresas nas indústrias de transformação e eletricidade e gás, sendo este recorte realizado pela PINTEC e em linha com estudos da área de inovação. Adicionalmente, optou-se por incluir as empresas da área extrativa, uma vez esta área tem relevância na produção industrial do Brasil e pode apresentar dados relevantes das empresas patenteadoras. Ao fazer este recorte por setor, os dados disponíveis são apresentados na Tabela 6:

Tabela 6 - Informações em relação aos setores de indústrias extrativas, indústrias de transformação e eletricidade e gás para o período de 2006-2008 e 2009-2011

Setor	2006-2008			
	Empresas	(%)	Empregados	(%)
Indústrias extrativas	18	1,1	14.475	3,1
Indústrias de transformação	1.649	98,0	422.633	90,9
Eletricidade e Gás	15	0,9	27.655	6,0
Total	1.682	100,0	464.763	100,0
Setor	2009-2011			
	Empresas	(%)	Empregados	(%)
Indústrias extrativas	14	0,8	6.014	1,2
Indústrias de transformação	1.748	98,0	442.384	91,1
Eletricidade e Gás	22	1,2	37.094	7,6
Total	1.784	100,0	485.492	100,0

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

Realizado o recorte por setor, a partir dos dados da Tabela 6, é possível visualizar que o setor de indústrias de transformação possui a maior participação de empresas no triênio 2006-2008 e 2009-2011 com 98,0% em ambos os triênios. Além disso, possui também o maior número de funcionários, com 90,9% e 91,1% nos triênios 2006-2008 e 2009-2011, respectivamente. A próxima seção trata das empresas destes setores.

3.3 Análise descritiva das empresas inovativas

A partir dos recortes apresentados, para cada triênio da análise, serão apresentados os dados com base em algumas informações relevantes para analisar o perfil das empresas inovadoras no Brasil e a composição da sua mão de obra empregada. Em relação às empresas, primeiramente, serão apresentados os dados por setores, com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) agregado a 2 dígitos (divisão), tamanho do estabelecimento e natureza jurídica.

Em relação ao tamanho do estabelecimento das empresas patenteadoras dos setores de indústrias extrativas, indústrias de transformação e eletricidade e gás para os dois triênios são apresentados na Tabela 7:

Tabela 7 - Tamanho do estabelecimento por setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011

2006-2008						
Indústrias extrativas			Indústrias de transformação		Eletricidade e Gás	
Nº de funcionários	Empresas	%	Empresas	%	Empresas	%
Até 100	8	44,4	999	60,6	2	13,3
De 100 a 249	2	11,1	271	16,4	0	0,0
De 250 a 999	4	22,2	296	18,0	2	13,3
Acima de 1000	4	22,2	83	5,0	11	73,3
Total	18	100,0	1.649	100,0	15	100,0
2009-2011						
Indústrias extrativas			Indústrias de transformação		Eletricidade e Gás	
Nº de funcionários	Empresas	%	Empresas	%	Empresas	%
Até 100	8	57,1	1.202	68,8	2	9,1
De 100 a 249	3	21,4	252	14,4	1	4,5
De 250 a 999	2	14,3	225	12,9	12	54,5
Acima de 1000	1	7,1	69	3,9	7	31,8
Total	14	100,0	1.748	100,0	22	100,0

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

A Tabela 7 mostra o tamanho dos estabelecimentos inovadores. As empresas que são de médio porte (até 249 funcionários) são dos setores de indústrias extrativas e indústrias de transformação, correspondendo em 2006-2008 a 55,55% e 77% respectivamente e em 2009-2011 são 78,5% e 83,2% do total, respectivamente. As empresas de grande porte

estão presentes em maior parte no setor de eletricidade e gás, no primeiro triênio são 86,6% do total e no segundo representa 86,3% do montante. Outra questão a ser analisada, é a natureza jurídica da empresa patenteadora com base no setor que se encontra, como pode ser visto na Tabela 8:

Tabela 8 - Natureza Jurídica das empresas conforme o setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011

	Indústrias extrativas				Indústrias de transformação				Eletricidade e Gás			
	2006-2008		2009-2011		2006-2008		2009-2011		2006-2008		2009-2011	
Natureza Jurídica	Qtd	%	Qtd	%	Qtd	%	Qtd	%	Qtd	%	Qtd	%
SA Aberta	2	11,1	4	28,6	63	3,8	57	3,3	7	46,7	7	31,8
SA Fechada	5	27,8	1	7,1	214	13,0	212	12,1	5	33,3	8	36,4
Sociedade LTDA	9	50,0	9	64,3	1.316	79,8	1421	81,3	1	6,7	1	4,5
Outros	2	11,1	0	0,0	56	3,4	58	3,3	2	13,3	6	27,3
Total	18	100,0	14	100,0	1.649	100,00	1.748	100,0	15	100,0	22	100,0

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

A maior parte da natureza jurídica das empresas são sociedades: anônima aberta, anônima fechada e empresária limitada. Nas indústrias de transformação, a sociedade empresária limitada corresponde, nos triênios 2006-2008 e 2009-2011, a 79,8% e 81,3% respectivamente. O mesmo ocorre para o setor de indústrias extrativas, a sociedade empresária limitada corresponde a 50% no primeiro triênio e a 64,3% no segundo triênio. Já para o setor de eletricidade e gás, no triênio de 2006-2008 são sociedade anônimas abertas com 46,7% do total e no triênio de 2009-2011 são sociedade anônima fechada com 36,4% do total. A partir dessas informações dos setores, a próxima seção apresenta uma análise descritiva dos trabalhadores destas empresas.

3.4 Análise descritiva da mão de obra empregada nas empresas inovativas

A partir da análise inicial do perfil da empresa patenteadora, em que no setor de indústrias extrativas e indústrias de transformação são empresas de médio porte e são sociedade limitada. Já o setor de eletricidade e gás as empresas são de grande porte e de sociedade anônima de capital aberto e fechado, apresenta-se o perfil do trabalhador empregado nestas empresas.

A partir da agregação das empresas de acordo com o setor, serão investigados perfis relacionados aos trabalhadores, com foco na escolaridade dos trabalhadores e suas

ocupações de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). As CBO foram agregadas em 1 dígito (Grandes Grupos) e em ocupações técnico-científico (seleção de ocupações potencialmente empregadas na área de Ciência e Tecnologia - POTEC). Estes dados foram analisados no *software* estatístico SPSS. A Tabela 9 mostra a escolaridade dos trabalhadores, com base no setor de atuação:

Tabela 9 - Escolaridade dos trabalhadores nos setores de indústrias extrativas, de transformação e eletricidade e gás entre 2006-2008 e 2009-2011

Escolaridade	Indústrias extrativas		Indústria de transformação		Eletricidade e Gás	
	2006-2008					
	Trabalhadores	Quanto ao total (%)	Trabalhadores	Quanto ao total (%)	Trabalhadores	Quanto ao total (%)
Até fund. completo	1.506	10,4	110.681	26,2	2.284	8,3
Médio incompleto	359	2,5	39.414	9,3	1.012	3,7
Médio completo	4.049	28,0	195.128	46,2	12.998	47,0
Superior incompleto	599	4,1	24.182	5,7	1.437	5,2
Superior completo	7.962	55,0	52.961	12,5	9.760	35,3
Pós-graduação	0	0,0	267	0,1	164	0,6
Total	14.475	100,0	422.633	100,0	27.655	100,0
Escolaridade	2009-2011					
	Trabalhadores	Quanto ao total (%)	Trabalhadores	Quanto ao total (%)	Trabalhadores	Quanto ao total (%)
	Trabalhadores	Quanto ao total (%)	Trabalhadores	Quanto ao total (%)	Trabalhadores	Quanto ao total (%)
Até fund. completo	330	5,5	90.527	20,5	1.775	4,8
Médio incompleto	158	2,6	36.434	8,2	889	2,4
Médio completo	1.981	32,9	226.432	51,2	17.096	46,1
Superior incompleto	400	6,7	24.961	5,6	2015	5,4
Superior completo	3.084	51,3	62.803	14,2	15.144	40,8
Pós-graduação	61	1,0	1.227	0,3	175	0,5
Total	6.014	100,0	442.384	100,0	37.094	100,0

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

Com base nos dados da Tabela 9, observa-se que as indústrias extrativas são compostas em maior parte por trabalhadores com superior completo no triênio de 2006-2008 e 2008-2011 com 55% e 51,3%, respectivamente. Entretanto, para os demais setores isso não ocorre.

No setor de indústria de transformação, em ambos os triênios, os empregados possuem predominantemente ensino médio completo com 46,2% e 51,2%, respectivamente. Os trabalhadores deste setor no período de 2006-2008 e 2009-2011 com ensino superior completo representam apenas 12,5% e 14,2%, respectivamente. Os funcionários com ensino médio completo para o setor de eletricidade e gás correspondem também a maior parte em ambos os triênios, com 47% e 46,1%, respectivamente. Entretanto, os trabalhadores com ensino superior completo neste setor, possuem alta participação nos triênios 2006-2008 e 2009-2011 com 35,3% e 40,8%.

É relevante perceber que, apesar dos trabalhadores com ensino superior completo não corresponderem a uma grande participação no setor de eletricidade e gás e na indústria de transformação, há elevação do percentual de funcionários de um triênio para outro nestas atividades, com um aumento de 5,5 pontos percentuais e 1,7 pontos percentuais, respectivamente. Realizou-se também a separação em grandes grupos da CBO dos trabalhadores das empresas inovadoras para o primeiro triênio de 2006-2008, como mostra a Tabela 10:

Tabela 10 - Grandes grupos dos trabalhadores de acordo com a CBO para os setores de indústrias extrativas, de transformação e eletricidade e gás no triênio 2006-2008

Grandes Grupos	Indústrias extrativas		Indústrias de transformação		Eletricidade e gás	
	Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)
Membros e dirigentes do poder público	358	2,5	11.543	2,7	827	3,0
Profissionais das ciências e das artes	6.208	42,9	25.000	5,9	5.827	21,1
Técnicos de nível médio	2.175	15,0	51.435	12,2	7.564	27,4
Trabalhadores de serviços administrativos	1.705	11,8	39.787	9,4	4.441	16,1
Trabalhadores dos serviços e comércio	432	3,0	13.095	3,1	500	1,8
Trabalhadores agropecuários	109	0,8	1131	0,3	0	0,0
Trabalhadores de bens e serviços industriais ¹	2.758	19,0	264.247	62,6	6.108	22,0
Trabalhadores de reparação e manutenção	730	5,0	16.395	3,9	2.388	8,6
Total	14.475	100,0	422.633	100,0	27.655	100,0

Nota: 1- Trabalhadores de bens e serviços de todos os setores industriais

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

Neste triênio, conforme apresentado na Tabela 10, no setor de indústrias extrativas os trabalhadores correspondem majoritariamente a profissionais das ciências e das artes (englobam pesquisadores e profissionais policientíficos) e por trabalhadores de bens e serviços industriais (contém trabalhadores da indústria extrativa e da construção civil) com 42,9% e 19,0% de participação do total, respectivamente. Já no setor de indústrias de transformação 62,6% são de trabalhadores da produção de bens e serviços industriais. E no setor de eletricidade e gás, 27,4% dos funcionários são técnicos de nível médio, seguido por trabalhadores de bens e serviços industriais com 22,0% de participação do total. A Tabela 11 mostra a separação por grandes grupos de trabalhadores para o triênio de 2011-2013:

Tabela 11 - Grandes grupos dos trabalhadores de acordo com a CBO para os setores de indústrias extrativas, de transformação e eletricidade e gás no triênio 2009-2011

Grandes Grupos	Indústrias extrativas		Indústrias de transformação		Eletricidade e gás	
	Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)
Membros e dirigentes do poder público	467	7,8	12.015	2,7	954	2,6
Profissionais das ciências e das artes	1.908	31,7	30.968	7,0	8.317	22,4
Técnicos de nível médio	1.105	18,4	55.761	12,6	9.139	24,6
Trabalhadores de serviços administrativos	918	15,3	42.781	9,7	10.029	27,0
Trabalhadores dos serviços e comércio	91	1,5	14.122	3,2	1.542	4,2
Trabalhadores agropecuários	17	0,3	846	0,2		0,0
Trabalhadores de bens e serviços industriais ¹	1.170	19,4	268.734	60,7	6.923	18,6
Trabalhadores de reparação e manutenção	338	5,6	17.157	3,9	190	0,5
Total	6.014	100,0	442.384	100,0	37.094	100,0

Nota: 1- Trabalhadores de bens e serviços de todos os setores industriais

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos no INPI e RAIS ID.

No triênio de 2009-2011, no setor de indústrias extrativas, 31,7% dos trabalhadores são profissionais das ciências e das artes (principalmente profissionais das ciências exatas, físicas e da engenharia) e 19,4% são trabalhadores de bens e serviços industriais (dos setores predominantemente extrativa e construção civil). Já na indústria de transformação, os trabalhadores da produção de bens e serviços correspondem a 60,3%

do total, seguido por técnicos de nível médio com 12,6%. Entretanto, há uma diferença para o setor de eletricidade e gás, os trabalhadores de serviços administrativos (escriturários e trabalhadores de atendimento ao público) correspondem a 27% do total e os trabalhadores técnico e nível médio são 24,6% do total.

Em resumo, em comparação com os dois triênios a composição dos trabalhadores no setor de indústrias extrativas é semelhante, sendo predominantemente composto por profissionais das ciências e das artes e de bens e serviços industriais. O mesmo ocorre para o setor de indústrias de transformação, sendo a maioria trabalhadores de nível médio e técnico. Já na área de eletricidade e gás a predominância ocorre para trabalhadores de bens e serviços industriais e trabalhadores de serviços administrativos.

3.5 Perfil dos trabalhadores qualificados

Como o objetivo deste trabalho é analisar a mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas brasileiras em dois triênios específicos (2006 a 2008 e 2009 a 2011) e medir a influência da mobilidade dos trabalhadores qualificados na inovação, um dos indicativos da importância dos trabalhadores são aqueles empregados na área técnica e científica. Para analisar o perfil destes empregados, utiliza-se o pessoal ocupado e que possuem potencial para se envolver em atividades de Ciência e Tecnologia (C&T) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Assim, esta classificação é feita a partir das categorias que compõe a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) com grupos ocupacionais possivelmente ligados a essas áreas (ARAÚJO; CAVALCANTE; ALVES, 2009).

De acordo com Araújo, Cavalcante e Alves (2009) estas ocupações são pesquisadores, engenheiros, diretores de P&D e gerentes de P&D e profissionais científicos, como biotecnologistas, geneticistas, pesquisadores em metrologia, matemáticos, estatísticos e afins, profissionais de informática, físicos, químicos e afins, biólogos e afins. A Tabela 12 apresenta estas ocupações e indica o código de acordo com a CBO.

Tabela 12 - Ocupações técnicas e científicas

Grupo Ocupacional	Código	Descrição
Pesquisadores	203	Pesquisadores
Engenheiros	202	Engenheiros mecatrônicos
	214	Engenheiros civis e outros
	222	Engenheiros agrônomos e de pesca
Diretores e Gerentes de P&D	1237	Diretores de P&D
	1426	Gerentes de P&D
Profissionais científicos	201	Biotecnologistas, geneticistas, pesquisadores em metrologia
	211	Matemáticos, estatísticos e afins
	212	Profissionais de informática
	213	Físicos, químicos e afins
	221	Biólogos e afins

Fonte: Adaptado de Araújo, Cavalcante e Alves (2009).

A partir da classificação feita por Araújo, Cavalcante e Alves (2009) foi realizada uma análise dos trabalhadores POTEK na base de dados de empresas patenteadoras para os setores de indústrias extrativas, indústrias de transformação e eletricidade e gás para os triênios 2006-2008 e 2009-2011. Os dados são apresentados na Tabela 13 e Tabela 14 para cada triênio.

Tabela 13 - Ocupações Técnicas e Científicas de acordo com o setor para o triênio 2006-2008

POTEC	CBO	Indústrias extrativas		Indústrias de transformação		Eletricidade e Gás	
		Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)
Pesquisadores	203	21	0,7	486	3,8	2	0,1
	202	0	0,0	10	0,1	0	0,0
Engenheiros	214	1.959	61,9	8.187	64,4	2.357	81,7
	222	12	0,4	176	1,4	34	1,2
Diretores e Gerentes de P&D	1237	1	0,0	40	0,3	8	0,3
	1426	9	0,3	598	4,7	6	0,2
	201	0	0,0	56	0,4	0	0,0
	211	18	0,6	37	0,3	2	0,1
Profissionais científicos	212	626	19,8	2.928	23,0	448	15,5
	213	519	16,4	175	1,4	11	0,4
	221	1	0,0	23	0,2	16	0,6
Total		3.166	100,0	12.716	100,0	2.884	100,0

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos da RAIS ID.

Na Tabela 13, no período de 2006-2008, a maior participação dos funcionários com base na classificação da POTEC para os três setores analisados corresponde ao grupo de ocupações de engenheiros civis com 61,9%; 64,4% e 81,7%, respectivamente. Seguido por profissionais de informática, em todos os setores, com 19,8%; 23% e 15,5%, respectivamente. Para o segundo triênio de análise, os dados estão na Tabela 14.

Tabela 14 - Ocupações Técnicas e Científicas de acordo com o setor para o triênio 2009-2011

2009-2011 POTEC	Indústrias extrativas			Indústrias de transformação		Eletricidade e Gás	
	CBO	Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)	Empregados	Quanto ao total (%)
Pesquisadores	203	16	2,8	1.996	11,9	28	0,7
Engenheiros	202	0	0,0	74	0,4	0	0,0
	214	304	53,0	9.919	59,4	2.994	77,9
	222	6	1,0	172	1,0	14	0,4
Diretores e Gerentes de P&D	1237	1	0,2	40	0,2	3	0,1
	1426	34	5,9	676	4,0	12	0,3
Profissionais científicos	201	6	1,0	158	0,9	0	0,0
	211	2	0,3	33	0,2	17	0,4
	212	189	32,9	3.327	19,9	758	19,7
	213	16	2,8	307	1,8	13	0,3
	221	0	0,0	5	0,0	3	0,1
Total		574	100,0	16.707	100,0	3.842	100,0

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos da RAIS ID.

Para o triênio 2009-2011, a predominância da participação nos três setores continua sendo de engenheiros civis com 53%; 59,4% e 77,9% respectivamente. Seguido também por profissionais de informática em todos os setores que correspondem a 32,9%; 19,9% e 19,7%, respectivamente. Por fim, foi possível realizar uma comparação entre POTEC e o total de trabalhador, disponível na Tabela 15.

Tabela 15 - Relação entre o pessoal ocupado técnico-científico (POTEC) e o total de trabalhador por setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011

Dados	Indústrias extrativas		Indústrias de transformação		Eletricidade e Gás	
	2006-2008	2009-2011	2006-2008	2009-2011	2006-2008	2009-2011
POTEC	3.166	574	12.716	16.707	2.884	3.842
Total de trabalhadores	14.475	6.014	422.633	442.384	27.655	37.094
Relação (%)	21,9	9,5	3,0	3,8	10,4	10,4

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos da RAIS ID.

A partir da Tabela 15, é possível notar que há baixa relação entre POTEC e o total de trabalhadores por setor. No setor de eletricidade e gás essa participação é maior, de 10,4% em ambos os triênios. No setor de indústrias de transformação houve um aumento, de 3% para 3,8%, de 0,8 pontos percentuais. Já no setor de indústrias extrativas, há uma

diminuição de 21,9% para 9,5% do total. A próxima seção apresenta um resumo do perfil das empresas com base no setor.

3.7 Perfil das empresas patenteadoras

Com base nos dados apresentados essa seção apresenta um resumo conforme o setor. É possível visualizar os seguintes perfis setoriais:

Em relação ao **setor de indústrias extrativas**, a maior parte das firmas patenteadoras analisadas no período de 2006-2008 e 2009-2011 possui até 249 funcionários, majoritariamente são sociedade empresária limitada em ambos os triênios. Em relação a escolaridade dos funcionários deste setor, nos anos de 2006-2008, 55% possuem acima do superior completo e para o período de 2009-2011 há uma diminuição dessa proporção, para 51,3%. Já a ocupação, de acordo com os grandes grupos da CBO, são profissionais das ciências e das artes, em ambos os períodos. O pessoal ocupado técnico-científico (POTEC) são engenheiros civis. A relação entre POTEC e o total de trabalhadores se reduz de um triênio para outro de 21,9% para 9,5% devido a diminuição do número de trabalhadores totais deste setor.

No **setor de indústrias de transformação**, cerca de 77% das empresas têm até 249 empregados no triênio 2006-2008 e 83,2% no triênio 2009-2011, com pouca participação de empresas acima de 1000 funcionários, apenas 5% do total no primeiro triênio e 3,9% no segundo triênio. A natureza jurídica é predominantemente sociedade empresária limitada nos dois triênios, de 79,8% e 81,3%, respectivamente. Diferentemente do setor de indústrias extrativas, a maior parte dos funcionários possuem até médio completo, sendo 81,7% no período de 2006-2008 e de 79,9% no período de 2009-2011. Os trabalhadores que possuem ensino superior apresentaram elevação, de 12,5% em 2006-2009 para 14,2% o período seguinte. A ocupação da CBO é em maior parte, cerca de 51,6%, de trabalhadores da produção de bens e serviços industriais. Em relação a POTEC, são em maior parte engenheiros civis. A relação POTEC/trabalhadores, é a mais baixa dos três setores, corresponde a 3% anos de 2006-2008 e 3,8% nos anos de 2009-2011.

Para o **setor de eletricidade e gás**, cerca de 86% das empresas possuem mais de 500 funcionários nos períodos de 2006-2008 e 2009-2011, entretanto são poucas empresas desta área, além disso, são em maior parte sociedade anônima aberta e fechada. Sobre a escolaridade dos trabalhadores deste setor, 59% (no primeiro triênio) e 53,3% (no

segundo triênio) possuem até médio completo. Os trabalhadores que têm ensino superior completo em 2006-2008 e 2009-2011 são 35,3% e 40,8%, respectivamente. De acordo com ocupação da CBO, 27,4% são técnicos de nível médio e 16,1% são trabalhadores de serviços administrativos no período 2006-2009. No período subsequente, 27% são trabalhadores de serviços administrativos e 24,6% são técnicos de nível médio. Na classificação POTEK, como as demais áreas, possui uma predominância maior de engenheiros, especificamente engenheiros civis e outros. A relação entre POTEK e trabalhadores, é a mais alta dos três setores em ambos os triênios de 10,4%.

Por fim, é possível afirmar que o **perfil geral das empresas patenteadoras analisadas** é de médio porte, com até 249 funcionários; com natureza jurídica variada, sendo composta por sociedade anônima aberta, anônima fechada e empresa limitada. Em relação aos empregados destas firmas, a maior parte dos funcionários possuem ensino superior completo (incluindo mestrado e doutorado) ou ensino médio completo. Os empregados, de acordo com a CBO, são compostos em geral por: trabalhadores da produção de bens e serviços industriais, profissionais das ciências e das artes e técnicos de nível médio. Em relação aos profissionais técnicos-científicos, para todos os setores de análise, observa-se que a maioria são engenheiros, especificamente, engenheiros civis. Entretanto, a relação destes profissionais de área técnica-científica comparada com o total de funcionários empregados por estas empresas inovadoras é baixa.

3.6 Construção da medida de mobilidade trabalhadores

A partir da análise descritiva dos dados dos funcionários e das empresas inovativas brasileiras, realizou-se a mensuração da movimentação dos trabalhadores qualificados entre as empresas.

O primeiro passo foi verificar quais eram os trabalhadores classificados como qualificados. Para esta dissertação, os trabalhadores qualificados são aqueles que possuem pelo menos ensino superior completo e/ou pessoal empregado em ocupações potencialmente ligadas às áreas de Ciência e Tecnologia (POTEK) no ano de 2008. Esta busca foi realizada nas 1.784 empresas dos setores de indústrias extrativas, indústrias de transformação e eletricidade e gás que patentearam no triênio de 2009-2011. Além de 1.072 empresas que tem pedidos de patentes no período de 2006-2008, mas não apresentam pedidos no triênio seguinte. Tal separação foi realizada para evitar dupla contagem de empresas presentes em ambos os triênios.

É importante ressaltar que, do total das 2.856 empresas, a busca dos dados de empregados não localizou todas as empresas listadas, pois algumas não possuíam os trabalhadores qualificados selecionados, sejam eles trabalhadores POTEK ou com ensino superior completo, ou por não estarem disponível nestes anos na base da RAIS. Por esta razão, não são todas as empresas consideradas inovadoras (baseadas nos dados do INPI) que estão contempladas nesse cálculo de mobilidade.

A partir da informação relativa ao PIS do empregado e ao CNPJ da empresa, efetuou-se uma nova busca destes trabalhadores em anos anteriores a 2008 na RAIS ID, especificamente entre 2007 até 2003. Esta busca procurou coletar a informação sobre CNPJ no qual o trabalhador estava empregado em cada ano.

Para mensurar esta relação, optou-se por utilizar o CNPJ raiz. Tal escolha foi realizada para captar a movimentação entre diferentes empresas e desconsiderar a movimentação entre filiais da mesma empresa.

A partir do exposto, o cálculo da movimentação foi efetuado da seguinte forma: com a informação do PIS do trabalhador 1 e o CNPJ registrado como empregador em 2008, buscou-se o mesmo PIS entre os anos de 2007 a 2003. Em seguida, comparou se o trabalhador estava registrado no mesmo CNPJ neste período. A partir desta comparação foi contabilizada a movimentação ou não do trabalhador.

Por exemplo, se na pesquisa do CNPJ, de algum PIS específico, entre os anos de 2007 e 2008, o CNPJ de 2008 era o mesmo em 2007, atribui-se o valor zero, pois não houve movimentação deste empregado. Continuando a analisar a movimentação deste mesmo funcionário se o CNPJ de registro em de 2007 foi diferente do disponível em 2006, atribui-se o valor um, dado que o trabalhador está empregado em uma empresa diferente, apontando assim para uma movimentação. Este procedimento foi aplicado para todos os trabalhadores qualificados registrados nas empresas inovadoras em 2008, sendo realizado desde 2007 até o ano final de 2003.

A Tabela 16 exemplifica e ilustra como a mobilidade foi construída, destacando alguns casos que ocorreram durante a construção desta medida. A coluna ID representa a identificação do trabalhador (dado original omitido por questões de sigilo), as colunas de códigos da empresa referem-se ao CNPJ raiz em que o trabalhador ID estava registrado em 31/12 daquele respectivo ano (dados de CNPJ raiz também foram alterados). As cinco colunas a direita mostram se houve ou não mudança do registro do empregado. Isto é, se o código do CNPJ raiz é igual ou diferente nos anos analisados.

Tabela 16 - Exemplo de cálculo da mobilidade trabalhadores

Identificação da empresa							Indicação da mobilidade do trabalhador				
ID*	Cód. Empresa -2008*	Cód. Empresa -2007*	Cód. Empresa -2006*	Cód. Empresa -2005*	Cód. Empresa -2004*	Cód. Empresa -2003*	2008 = 2007	2007 = 2006	2006 = 2005	2005 = 2004	2004 = 2003
1	10	10	20	20	20	20	0	1	0	0	0
2	20	30	40	10	30	10	1	1	1	1	1
3	40	40	10	20	30	30	0	1	1	1	0
4	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0
5	10	10	20		20	20	0	1		1	0
6	20						1				

*Os dados originais do trabalhador e da empresa foram camuflados dado a confidencialidade destas informações.

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 16, as três primeiras linhas representam o caso de mobilidade na qual o empregado estava registrado em todos os anos analisados. Neste caso, a mobilidade foi mensurada ou não de acordo com o código da empresa. Por exemplo, o trabalhador 1 apresentou o código diferente apenas do ano 2007 para o ano de 2006, então contou-se como movimentação deste trabalhador. Já o trabalhador 2 possui movimentação em todos os anos, pois o código da empresa é diferente em todo o período de análise, entretanto, contou-se apenas como uma mobilidade para a empresa mais recente, isto é, a mobilidade do ano de 2007 para o ano de 2008. O trabalhador 3 teve movimentação em 3 anos analisados e a mobilidade foi contada no período mais recente, apenas de 2006 para 2007.

Pode ocorrer a situação do trabalhador não apresentar mobilidade em nenhum dos anos, como por exemplo, o trabalhador 4, da Tabela 16. Neste caso, este empregado apresentou o mesmo código em todos os períodos, por esta razão, não foi contabilizada nenhuma movimentação.

Em algumas situações, a busca apresentou informações faltantes e os casos também são apresentados na Tabela 16. Neste caso, a mobilidade foi indicada comparando-se os dados mais recentes com as informações disponíveis. Por exemplo, analisando o trabalhador 5, é possível notar que falta a informação de registro deste trabalhador no ano de 2005, entretanto ele se movimentou em períodos posteriores, por isso, contabilizou-se a mobilidade de 2006 para 2007.

Outro caso ocorre quando o funcionário não apresentou nenhuma informação entre 2007 a 2003, exemplo do trabalhador 6 da Tabela 16. Nesta situação, a entrada na empresa do funcionário em 2008 foi contabilizada como mobilidade, pois entende-se que este trabalhador se deslocou de algum emprego anterior (podendo este atuar como

autônomo e não estar disponível nas informações da RAIS) ou este trabalhador é novo no mercado de trabalho.

Por fim, vale ressaltar que a mobilidade foi construída em separado para o grupo de trabalhadores POTEK e grupo de trabalhadores com ensino superior. Após realizada essa primeira classificação de movimentação, o passo seguinte foi contabilizar o número de trabalhadores que se moveram para a empresa no período analisado.

Em primeiro lugar, realizou-se a contagem de trabalhadores para captar a movimentação mais recente deste trabalhador para a empresa inovadora. Se o trabalhador movimentou em mais de um ano, por exemplo, se o CNPJ em 2008 é diferente nos anos de 2004 e 2007, contabilizou-se apenas uma movimentação, a mais recente, neste caso, a mobilidade de 2007 para 2008, como exemplifica a Tabela 16.

Este procedimento foi adotado para evitar dupla contagem e para captar a movimentação mais recente deste trabalhador para a empresa inovadora. Em seguida, realizou-se a contagem de movimentação destes trabalhadores por empresa, ou seja, quantos trabalhadores se moveram para a empresa durante o período analisado, independente do ano em que esse deslocamento tenha ocorrido. A Tabela 17 mostra estes resultados:

Tabela 17 - Total de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas

	Empresas 2009-2011		Empresas 2006-2008	
	POTEK	Ensino Superior	POTEK	Ensino Superior
Total de trabalhadores	19.760	72.902	4.251	23.796
Trabalhadores que se moveram	12.563	43.894	2.594	14.568
% que se movimentaram	63,6	60,2	61,0	61,2

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos na RAIS ID.

Com base na Tabela 17, é possível notar que entre as empresas de 2009-2011 63,6% do total de trabalhadores POTEK se movimentaram em pelo menos um dos anos anteriores, isto é, entre 2007 e 2003 o empregado mudou de empresa pelo menos uma vez. No caso de trabalhadores com ensino superior, 60,2% do total se moveu entre 2003 e 2007. Já no período de 2006-2008, a mobilidade de trabalhadores POTEK foi de 61% e de trabalhadores com ensino superior foi de 61,2%. Porém, é importante destacar que esse cálculo da movimentação não indica que ele se moveu em todos os anos, mas que em 2008 o empregado estava em uma empresa e em períodos anteriores se movimentou para esta empresa. A partir destes dados dos empregados, foi possível verificar o total de

empresas que tiveram mobilidade de trabalhadores, a Tabela 18 contém essas informações.

Tabela 18 - Movimentação dos trabalhadores das empresas inovadoras do triênio 2009-2011

Tipo	Mobilidade (Mob)	Sem mobilidade (SMob)	Total (Tot)	Mob/Tot (%)
Empresas c/ POTECH	642	91	733	87,6
Empresas c/ ES	1.110	53	1.163	95,4
Empresas c/ POTECH e ES	592	104	696	85,1

Nota: POTECH: trabalhadores que são classificados em ocupações técnicas-científicas e ES trabalhadores com ensino superior completo.

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos na RAIS ID.

Por meio da Tabela 18, é possível verificar o que foi citado anteriormente, das 1.784 empresas do triênio 2009-2011. As informações referentes a trabalhadores qualificados estavam presentes em apenas 733 empresas (classificados como Empresas c/ POTECH), 1.163 com ensino superior (Empresas c/ ES) e 696 com ensino superior e ocupação POTECH (Empresas c/ POTECH e ES). Das empresas localizadas na base de dados, aquelas que possuem empregados com ensino superior apresentam maior mobilidade de trabalhadores, 95,4% das empresas que possuem trabalhadores deste nível de educação tiveram pelo menos um trabalhador que se movimentou nos últimos cinco anos. Em relação aos trabalhadores POTECH, 87,6% das empresas registram pelo menos uma mobilidade de POTECH. Já os trabalhadores que possuem ensino superior e são categorizados como POTECH, 85,1% destas firmas apresentaram mobilidade destes empregados.

Com base nas informações apresentadas, outro cálculo realizado neste trabalho, foi a proporção de movimentação, por meio da quantidade total de trabalhadores que se movimentaram em relação ao total de trabalhadores da empresa. A partir desta informação, foi possível calcular a média dessa proporção levando em consideração o setor de atuação das empresas, a Tabela 19 ilustra esse resultado para os períodos de 2006-2008 e 2009-2011.

Tabela 19 - Média da proporção da mobilidade de trabalhadores qualificados de acordo com o setor para os triênios 2006-2008 e 2009-2011

	Empresas 2009-2011				Empresas 2006-2008			
	POTEC		ES		POTEC		ES	
Setor	Média	Empresa	Média	Empresa	Média	Empresa	Média	Empresa
Eletricidade e gás	0,45	20	0,46	22	0,66	5	0,66	5
Indústrias de transformação	0,76	617	0,73	1.080	0,68	325	0,70	744
Indústrias extrativas	0,56	5	0,56	8	0,61	4	0,51	8

Nota: POTEC: trabalhadores que são classificados em ocupações técnicas-científicas e ES trabalhadores com ensino superior completo.

Fonte: Elaboração própria com dados obtidos na RAIS ID.

Na Tabela 19, é possível visualizar que a média de mobilidade de trabalhadores não varia substancialmente com base no perfil do trabalhador. Por exemplo, no setor de eletricidade e gás, a média de movimentação de trabalhadores POTEC é de 0,45 e para trabalhadores com ensino superior é de 0,46; ou seja, não há maior movimentação em relação à qualificação do empregado. O mesmo ocorre entre diferentes classificações de qualificação dos trabalhadores nos outros setores.

Entretanto, é possível notar que, dependendo do setor analisado, esta média tem maior variação. Para a mobilidade dos trabalhadores POTEC, o setor de eletricidade e gás, indústrias de transformação e indústrias possuem uma média de movimentação para o triênio de 2009-2011 de 0,45, 0,76 e 0,56 respectivamente. Ou seja, os trabalhadores de indústrias de transformação apresentaram, em termos relativos, maior mobilidade dos trabalhadores, do que os trabalhadores do setor de eletricidade e gás e indústrias extrativas.

Em relação à diferença dos resultados uma possível explicação pode estar relacionada à dinâmica setorial das empresas analisadas. Nessa linha, é relevante destacar que os diferentes setores possuem padrões setoriais e trajetórias tecnológicas diversas, que impactam, tanto na forma de inovar, quanto da dinâmica setorial do mercado de trabalho. Neste caso, os padrões setoriais consistem em identificar condutas e características semelhantes e divergentes que diferenciam um setor dos demais (SUZIGAN, SILVA, 2014). Estes padrões resultam das diferenças presentes entre as condutas inovativas que ocorrem dado as características tecnológicas e econômicas dos diferentes setores da economia (MALERBA, 1992).

Assim, dado as características e os atributos básicos do regime tecnológico envolvido nas atividades, cada setor constitui distintos desenhos organizacionais

(MALERBA, ORSENIGO, 1996). Nesta linha, um resultado interessante pode ser visualizado a partir da mensuração da mobilidade de trabalhadores qualificados. Observa-se que existe uma diferença nas dinâmicas dos setores estudados em relação à mão de obra qualificada, uma vez que os setores de indústrias extrativas, indústrias de transformação e eletricidade e gás apresentaram diferenças entre si na média da proporção de mobilidade dos trabalhadores qualificados. Esta diferença setorial torna muito mais relevante, quando analisada à luz das qualificações dos trabalhadores nos setores.

Utilizando essa medida de mobilidade de trabalhadores, com base na movimentação por empresa e nos dados das atividades de patenteamento das empresas inovadoras apresentados anteriormente. A próxima seção apresenta os aspectos metodológicos que busca avaliar a mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas brasileiras em dois triênios específicos (2006 a 2008 e 2009 a 2011).

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Através do referencial teórico, é possível notar a importância da mobilidade de trabalhadores qualificados para as atividades inovativas das empresas. Observa-se vários trabalhos que buscaram compreender a importância da mobilidade nessa temática (COHEN e LEVINTHAL, 1990; SAXENIAN, 2005; BRESCHI e LISSONI, 2009; ALMEIDA e KOGUT, 1999; KAISER, KONGSTED e RONDE, 2015). Com base no referencial teórico utilizado e como o objetivo deste trabalho é analisar a mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas brasileiras em dois triênios específicos (2006 a 2008 e 2009 a 2011) e medir a influência da mobilidade dos trabalhadores qualificados na inovação, a metodologia utilizada será a Função de Produção do Conhecimento (FPC). Essa estratégia empírica será realizada no nível das firmas brasileiras, utilizando-se o modelo linear generalizado (GLM) e o modelo TOBIT, com dados em *cross section* para os triênios 2006-2008 e 2009-2011, para todo o território nacional.

Em relação a metodologia da Função de Produção do Conhecimento (FPC), diversos trabalhos na literatura internacional e nacional utilizam a FPC para investigar fatores locacionais que afetam a inovação (MIGUELEZ, MORENO; 2011; CRESCENZI, POSE, STORPER, 2007; ARAUJO, 2013; MASCARINI, 2017; COSTA, 2019). Entretanto, há um pequeno número de estudos que analisam a mobilidade de trabalhadores como um dos fatores que afetam a inovação (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015). Ademais, ainda não existem microdados no nível da firma dos trabalhadores para o Brasil. Neste sentido, este trabalho procura preencher esta lacuna, ao avaliar a influência da mobilidade de trabalhadores qualificados na geração e inovação das empresas brasileiras no nível da firma.

A Função de Produção do Conhecimento (FPC) foi proposta inicialmente por Griliches (1979) que adaptou a função de produção da teoria da firma para a análise da mudança tecnológica. Essa função tem o intuito de correlacionar os insumos inovativos aos resultados da inovação, ou seja, os resultados alcançados pelas firmas são colocados como uma função de seus esforços inovativos. Nessa linha, outro importante trabalho foi o de Jaffe (1989), que adaptou o uso da FPC para o nível regional sendo um dos percussores da área, seu trabalho avaliou os efeitos da pesquisa acadêmica sobre as patentes das firmas no nível estadual, como indicativo de existência de *spillovers* mediados pela proximidade geográfica nos Estados Unidos.

A FPC assume a forma funcional de uma função *Cobb-Douglas* onde Y , que mede os resultados de inovação em uma determinada firma, os quais dependem de dois insumos de conhecimento, analogamente como a função de *Cobb-Douglas* original, capital (K) e trabalho (L). Ademais, a inovação depende de um índice de produtividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para cada observação, chamado A . A seguir, tem-se as expressões como descrito:

$$Y = A^\delta \cdot f(K, L) \quad (4.1)$$

$$Y = C * A_i^\delta * K_i^\beta * L_i^\alpha, \text{ em que: } 0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1, \alpha + \beta = 1 \quad (4.2)$$

A variável C é um termo constante que mede o impacto de todos os fatores comuns que afetam a inovação e i é a firma estudada.

A vantagem de utilizar a FPC é a possibilidade de aprimorar, estender e adaptar a especificação de acordo com o que se deseja analisar, e permite também compreender melhor o processo inovativo e seus fatores. Por isso, vários trabalhos utilizam a FPC com este propósito (CRESCENZI; RODRÍGUEZ-POSE; JAFFE, 1989; JAFFE *et al.*, 1993, CRESCENZI; RODRÍGUEZ-POSE; STORPER, 2007; MIGUÉLEZ; MORENO, 2013).

Como o trabalho busca analisar como a mobilidade de trabalhadores pode afetar a criação de inovação dentro das empresas, o impacto da inovação na firma i no tempo T será analisado por meio de uma série de fatores defasados temporalmente ($T-t$). Essa defasagem é importante porque os resultados da inovação não acontecem no mesmo período temporal em que os esforços são feitos, como os gastos em P&D. Por isso, os resultados em inovação no nível da firma i , no período T estão em função dos insumos inovativos (capital e trabalho), adicionado a uma série de controles locais no tempo $T-t$ (ARAÚJO, 2013).

$$\text{Inovação}_{i,T} = f(\text{Insumos inovativos}_{i,T-t} + \text{Controles locais}_{i,T-t})$$

4.1 Variáveis utilizadas no trabalho

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, foram utilizadas várias bases de dados. As principais variáveis e suas respectivas *proxies* e fontes de dados serão apresentadas nesta seção.

4.1.1 Variável dependente: resultado inovativo da empresa

A medida de inovação no nível da firma utilizada nesta dissertação corresponde aos dados de patentes coletados da base de dados BADEPI do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Os registros de pedidos de patentes são utilizados com uma *proxy* dos resultados inovativos, conforme vários trabalhos já utilizam (ALMEIDA; KOGUT, 1999; BRESCHI; LISSONI, 2001, 2009; CRESCENZI; RODRÍGUEZ-POSE; STORPER, 2007).

As patentes evidenciam parte dos resultados inovativos das empresas, estes dados podem sinalizar a competência tecnológica de uma empresa e a possibilidade de ter oportunidades tecnológicas e condições de apropriabilidade na inovação (ALBURQUERQUE, 2000). As vantagens de utilizar os dados de patentes como indicador de inovação são amplamente discutidos na literatura, devido à dificuldade de se mensurar resultados inovativos. Segundo o Manual de Oslo (OECD, 2005), a partir das patentes é possível verificar o dinamismo tecnológico, dado o número de patentes pertencentes a uma região ou empresas, e a direção da mudança tecnológica, por causa da análise das classes das patentes geradas em um determinado país.

Neste trabalho, foram consideradas empresas inovadoras aquelas que tiveram resultados inovativos, medidos por patentes, em todo o horizonte temporal analisado, isto é, de 2008 a 2011. Desta forma, foi possível construir uma estratégia econométrica para avaliar a influência da mobilidade nos resultados inovativos das empresas.

Como variável dependente, foram utilizados o número de pedidos de patentes de 2.856 empresas, consideradas inovadoras, que patentearam ou não no triênio de 2009-2011. Deste total, 1.784 empresas realizaram pedidos de patentes no triênio de 2009-2011 (podendo ter também pedidos de registros em outros triênios) e 1.072 empresas no triênio anterior (2006-2008), mas sem pedidos no período de 2009-2011.

Nesta linha, a *proxy* de inovação é apresentada pela variável $Pat_{2009-2011}$, sendo Pat a quantidade de pedidos de patentes que cada empresa realizou no triênio. A Tabela 20 apresenta a frequência da variável Patentes.

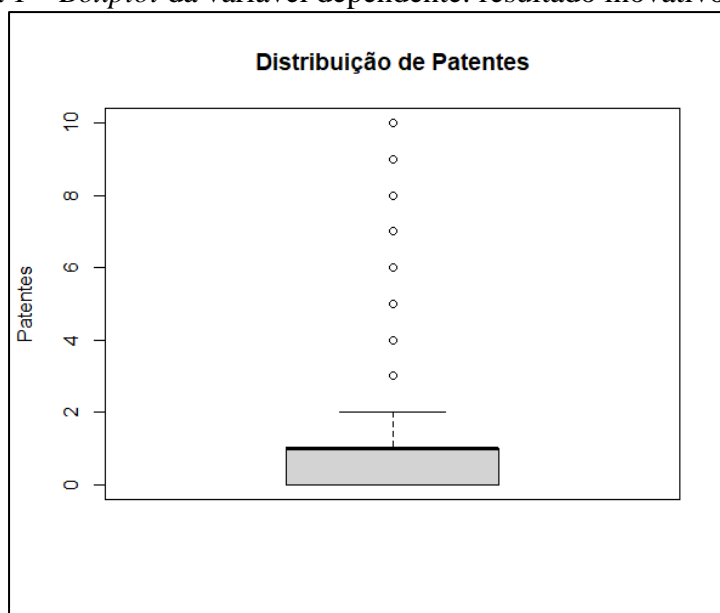
Tabela 20 - Tabela de frequência da variável dependente: resultado inovativo no triênio 2009-2011

Quantidade de pedidos de patentes	Quantidade de empresas	Porcentagem
0	1.072	37,5
1 a 5	1.666	58,3
6 a 25	108	3,8
25 a 100	9	0,3
100 a 310	1	0,0
Total	2.856	100,0

Fonte: elaboração própria a partir dos dados do INPI.

A Tabela 20 mostra que 37,5% das empresas não realizaram nenhum pedido de patentes no período de 2009-2011 e que mais da metade (58,3%) realizaram entre 1 a 5 pedidos de patentes no mesmo triênio. Entretanto, a quantidade de empresas que realizaram mais de 25 registros é de apenas 0,3% do total de empresas. A Figura 1 mostra a distribuição dos dados por meio do *Boxplot*:

Figura 1 – *Boxplot* da variável dependente: resultado inovativo



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INPI.

A partir da Figura 1, é possível notar uma alta concentração de empresas que realizaram até 1 pedido. Dado a discrepância dos dados, como visto na Tabela 1, o limite do *boxplot* no eixo y é de até 10 patentes, entretanto há poucas empresas com mais de 10 patentes no período, por isto, optou-se por esse limite do gráfico. A partir deste gráfico é possível visualizar que metade das empresas realizaram até 1 pedido de patentes no triênio e os dados aparentam-se grande distribuição assimétrica.

4.1.2 Variáveis independentes: fatores que afetam a inovação

O desempenho da atividade inovativa da empresa pode ser afetado por várias razões no nível da firma. Assim, esta subseção tratará de alguns destes aspectos. Entre esses fatores serão analisados os insumos inovativos no nível da firma, sendo eles: a variável independente de interesse (a mobilidade de trabalhadores) e as demais variáveis independentes de controle: gastos em atividades inovativas, tamanho da firma, colaboração entre empresa e universidade, setor, região, proporção de trabalhadores em atividades potencialmente ligadas às áreas técnicas e científicas e P&D universitário.

4.1.2.1 Mobilidade de trabalhadores qualificados

A primeira variável independente a ser analisada é a **mobilidade de trabalhadores qualificados**. Os trabalhadores qualificados são aqueles que possuem conhecimento, como os cientistas, inventores, os profissionais que possuem ensino superior ou exercem alguma atividade científica (BRESCHI, LENZI, 2010; BRAUNERHJELM, DING, THULIN, 2020). A mobilidade desses trabalhadores pode ser analisada em vários níveis como: entre diferentes empresas, regiões ou países. Para esta dissertação, são considerados trabalhadores qualificados aqueles que possuem ensino superior completo e/ou estão empregados em ocupações técnico-científicas (POTEC).

Para o presente trabalho, a mobilidade calculada leva em consideração a movimentação anteriormente realizadas pelos trabalhadores registrados na empresa no ano de 2008 nas 2.856 empresas utilizadas como variáveis dependentes. Desta forma, observou-se os trabalhadores que estão empregados nestas empresas em 2008 e a sua movimentação de registros formais entre os anos de 2003 e 2008. Ao calcular esta medida, a movimentação do trabalhador pode ter ocorrida entre empresas que patenteiam ou entre empresa que não patenteiam e empresas que patenteiam, dado que não consegue controlar se a empresa que o funcionário estava empregado nos anos anteriores são empresas inovadoras ou não.

A partir disso, construiu-se duas medidas de mobilidade para dois tipos de trabalhadores: os trabalhadores classificados como POTEC e os que possuem ensino superior completo. A construção da variável de mobilidade de trabalhadores qualificados com ensino superior é dada por: $mob ES = \frac{mob ES_i}{Tot trab_i}$, sendo $mob ES$ é a quantidade de

mobilidade de empregados que possuem ensino superior na empresa i no período de 2008; e $tot\ trab$ é o total de trabalhadores na empresa i ; i representa cada empresa inovadora. Ou seja, esta medida é proporção da quantidade da movimentação destes empregados em relação ao total de trabalhadores totais para cada empresa.

Já a mobilidade de trabalhadores POTEC é expressa por: $mob\ Potec = \frac{mob\ PoTec_i}{Tot\ PoTec_i}$.

Onde: $mob\ POTEC$ é a quantidade de movimentação de trabalhadores POTEC para cada empresa i , $tot\ POTEC$ é o total de trabalhadores que são classificados como POTEC; i é cada empresa inovadora. Isto é a relação entre a quantidade de mobilidade destes trabalhadores em relação ao total de trabalhadores classificados como POTEC de cada empresa. A construção da medida da mobilidade dos trabalhadores foi explicitada no item 3.3.

A Tabela 21 apresenta o resumo do cálculo da mobilidade de ambas as categorias de trabalhadores analisados:

Tabela 21 - Relação da mobilidade dos trabalhadores qualificados POTEC e Ensino Superior

Relação de mobilidade	Mobilidade POTEC		Mobilidade ES	
	Empresas	Relação ao total (%)	Empresas	Relação ao total (%)
0	1.830	64,1	1.063	37,2
0,01 a 0,25	47	1,6	1.590	55,7
0,26 a 0,50	221	7,7	143	5,0
0,51 a 0,75	195	6,8	29	1,0
0,76 a 1	563	19,7	31	1,1
Total	2.856	100,0	2.856	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da RAIS ID.

Na Tabela 21, é possível visualizar a razão de mobilidade de trabalhadores qualificados que se movimentaram em relação ao total de trabalhadores. A partir dos cálculos de mobilidade no nível da empresa é possível observar que, quanto mais próxima de zero, menor a movimentação dos trabalhadores e quanto mais próxima de um, maior a movimentação de trabalhadores desta empresa. Com base nisso, nota-se que no caso da mobilidade de trabalhadores classificados como POTEC, cerca de 64,1% dos trabalhadores das empresas analisadas não apresentaram mobilidade, esta razão inclui desde trabalhadores que não se movimentaram e, em menor medida, empresas não possuem funcionários alocados nesta classificação. Ao analisar as empresas que

apresentaram movimentação destes trabalhadores, nota-se que há grande movimentação dos trabalhadores entre as empresas e que os trabalhadores POTEC são mais móveis, visto que 19,7% das empresas apresentaram a relação de mobilidade entre 0,76 e 1.

Já ao analisar a mobilidade dos funcionários com ensino superior, 37,2% das empresas não apresentaram movimentação destes trabalhadores. Entretanto, quando há movimentação, essa relação é baixa entre as empresas, 55,7% delas possuem percentual entre 0,01 e 0,25 do total de trabalhadores se movimentação. Ao comparar a movimentação dos dois grupos, nota-se que a mobilidade de trabalhadores que considerados POTEC são maiores em relação à mobilidade de trabalhadores com ensino superior.

4.1.2.2 Controles – variáveis independentes de controle

Além da mobilidade de trabalhadores, outros fatores que afetam a inovação foram controlados. Em relação as **variáveis independentes de controle no nível da firma**, esta diz respeito ao tamanho da firma. Firmas maiores tendem a inovar mais, uma vez que a maior quantidade de funcionários empregados aumenta a possibilidade de combinações de conhecimento que podem gerar usos mais eficientes dos recursos existentes nas empresas. Ademais, as empresas com maior porte e com mais recursos financeiros, tendem a investir mais em P&D (COHEN, KLEPPER, 1996). Nesta linha, o tamanho da empresa foi medido pelo número de trabalhadores, com dados obtidos a partir da RAIS ID e é expressa por: $tam_{2006-2008}$. A Tabela 22 apresenta as medidas de resumo desta variável:

Tabela 22 - Valor mínimo, médio, máximo e mediana da variável de tamanho

Mínimo	Mediana	Média	Máximo
1,0	49,50	231,5	16.946,0

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS ID.

Com base na Tabela 22, é possível notar que na média as empresas possuem cerca de 231,50 empregados e metade das empresas possuem até 49 funcionários, sendo assim, metade delas são consideradas de pequeno porte.

Outra **variável de controle** utilizada foi o número de pedidos de patentes no período anterior. Essa variável foi incluída dado que o investimento em inovações, neste trabalho, medida pelas patentes, é um investimento incerto e o resultado pode aparecer

no médio a longo prazo, por isso, se as empresas inovam em um período anterior, elas tendem a continuar investindo e patenteando no período atual. Isto é, o histórico de patenteamento das empresas é capaz de influenciar nos resultados inovativos em períodos posteriores. Para este trabalho, utilizou-se o número de pedidos realizados no triênio de 2008-2011 pelas empresas inovadoras, expressa por: $Pat_{2006-2008}$. A Tabela 23 mostra a relação de empresas que realizaram pedidos de patentes no período anterior:

Tabela 23 - Informação em relação aos pedidos de patentes em 2006-2008

Realizou pedido de patentes em 2006-2008?	Empresas	Em relação ao total (%)
Não	1.203	42,1
Pelo menos 1 pedido	1.653	57,9
Total	2.856	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da INPI.

Com base na Tabela 23, constata-se que 57,9% das empresas fizeram pelo menos um pedido de patentes junto ao INPI no período de 2006-2008 e apenas 42,1% das empresas não fizeram nenhum tipo de registro. As 1.203 empresas que não realizaram nenhum pedido de patentes no triênio 2006-2008 são uma parte das 1.784 empresas totais que realizaram registro no triênio 2009-2011. Em termos proporcionais, 67,43% das firmas não possuem histórico de patentes no triênio anterior. Apenas 32,57% destas empresas possuem antecedentes de atividades inovativas em 2006-2008.

Outra variável a ser controlada diz respeito à importância da colaboração entre universidades e empresas para as atividades inovativas das empresas. As universidades são importantes para o desenvolvimento inovativo das empresas por estarem envolvidas em pesquisas básicas e aplicadas que são relevantes para o desenvolvimento tecnológico. Além disso, nas universidades são pesquisados temas mais próximos da fronteira de conhecimento, além de serem locais que possuem indivíduos com experiência científica que podem aumentar a produção de inovação (KAISER *et al.*, 2018). Nesta linha, foram adicionados dados sobre colaboração entre universidades e empresas. Estas informações foram retiradas do Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do período de 2006-2008. Para esta dissertação, utilizou-se a variável colaboração entre grupos de pesquisa e empresas no triênio anterior, isto é, em 2008-2011, para tal, atribuiu-se uma variável *dummy* se:

$$\text{COLAB}_{2006-2008} = \begin{cases} 1, & \text{se há colaboração entre a empresa e algum grupo de pesquisa;} \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

A partir das informações coletadas no DGP, obteve-se a Tabela 24:

Tabela 24 - Informação sobre a colaboração entre empresas e grupos de pesquisa em 2006-2008

Colaboração	Quantidade de empresas	Em relação ao total (%)
Não ocorreu colaboração	2.601	91,1
Ocorreu colaboração	255	8,9
Total de empresas	2.856	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da DGP do CNPq.

A partir da Tabela 24, verifica-se que a colaboração entre estas empresas inovativas e os institutos e centros de pesquisa é de apenas 8,9% do total. Mesmo com este baixo percentual espera-se, com base na literatura da inovação, que as empresas que realizam colaboração com grupos de pesquisa obtenham maiores números de pedidos de patentes, quando comparado com as que não realizam.

Por fim, o setor de atuação da empresa também é uma variável que deve ser controlada na estimação do modelo econométrico, uma vez que distintos setores da economia possuem regimes tecnológicos diferentes, o que leva variadas propensões a realizar inovações pelas empresas. Esse fato está relacionado com algumas propriedades fundamentais da tecnologia, como as condições de oportunidade da inovação e as características da base de conhecimento de determinada atividade (DOSI, 1982). Neste trabalho, os setores utilizados foram: indústrias extrativas, indústrias da transformação, e eletricidade e gás. Para a estimação, utilizou-se $n-1$ variáveis *dummies*, visto que ao utilizar n variáveis *dummies* há multicolineariedade, por esta razão as *dummies* utilizadas são:

$$D_{12006-2008} = \begin{cases} 1, & \text{se for do setor de indústrias extrativas} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$D_{22006-2008} = \begin{cases} 1, & \text{se for do setor de eletricidade e gás} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

A quantidade de empresas conforme o setor é apresentado na Tabela 25:

Tabela 25 - Quantidade de empresas de acordo com o setor

Setor	Empresas	Relação ao total (%)
Indústria extrativa	24	0,8
Indústria da transformação	2.805	98,2
Eletricidade e gás	27	0,9
Total	2.856	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS ID.

Na Tabela 25, verifica-se que a maior parte das empresas são do setor de indústria da transformação com 98,2% do total e as *dummies* D₁ e D₂ correspondem aos setores de indústrias extrativas e eletricidade e gás com 0,8% e 0,9% de participação do total, respectivamente.

Por fim, foram adicionadas **variáveis independentes de controle no nível da região** pois as empresas localizadas em regiões urbanas têm vantagem pela maior probabilidade de interações entre os agentes (STORPER, 2007) e a concentração de um setor em uma região possibilita a disseminação do conhecimento entre as empresas e contribui para a inovação neste setor em particular na região (GLAESER *et al.*, 1992; BEAUDRY, SCHIFFAUEROVA, 2009). Portanto, os determinantes geográficos da inovação como a aglomeração e a densidade de interações entre os agentes são incentivadores para a inovação, por isto, foi inserido como variável de controle o nível de P&D universitário e o P&D local.

O nível de P&D universitário onde a firma está localizada é uma das variáveis a ser controlada nessa dissertação. A universidade tem um papel notável no fomento de atividades inovativas das empresas, é considerada uma fonte importante para a inovação, principalmente em setores relacionados à ciência e à tecnologia (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; KLEVORICK *et al.*, 1995, SEGATO-MENDES; SBRAGIA, 2002). Além disto, as regiões que têm alto nível de pesquisa universitária tendem a ter capacitações acadêmicas compatíveis com as necessidades das empresas locais. Nesta linha, o nível de P&D universitário foi mensurado pelo número de professores doutores em exercício, com dedicação exclusiva, para cada 10.000 habitantes da microrregião na qual a empresa se localiza. Os dados referentes aos professores foram obtidos no Censo do Ensino Superior, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e os dados de população do IBGE. O P&D Universitário é dado por:

$$P\&D\ Uni_{2006-2008} = \frac{n^{\circ}\ de\ prof.\ dr.\ em\ exerc\acute{c}io\ na\ microrregi\~{a}o * 10.000}{(n^{\circ}\ de\ habitantes\ na\ microrregi\~{a}o)}$$

A Tabela 26 mostra o resumo com o cálculo do P&D Universitário:

Tabela 26 - P&D Universitário nas empresas inovadoras

P&D Universitário	Empresas	Relação ao total (%)
0	179	6,3
0,1 a 4,99	1.502	52,6
5 a 9,99	1.063	37,2
10 a 14,99	30	1,1
15 a 19,99	45	1,6
20 a 25,99	37	1,3
Total	2.856	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS ID.

A partir da Tabela 26, verifica-se que apenas 6,3% das microrregiões em que as empresas estão localizadas, não possuem nenhum professor doutor em exercício. Em microrregiões na qual a presença de 0,1 a 4,99 professores a cada 10.00 habitantes concentram-se a maior parte das empresas, cerca de 52,6% delas estão presentes nestas microrregiões. Em contrapartida, as regiões com maior número de professores entre 20 a 25,99 a cada 10.000 habitantes, possui a menor participação de empresas com apenas 1,3% do total.

Outra **variável no nível da região** é uma medida de resultados inovativos regionais, medidos por pedidos de patente solicitados por empresas na região. Esta variável é utilizada para controlar se o número de patentes em anos anteriores na microrregião em que a empresa está localizada tem influência sobre os pedidos. Neste trabalho foi utilizada como *proxy* para calcular o P&D local dado por:

$$\text{P\&D Local}_{2006-2008} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de patentes regionais por microrregião}}{\text{n}^{\circ} \text{ de habitantes por microrregião}} * 10.000$$

Os dados de patentes regionais foram obtidos no INPI e os dados de população foram retirados do IBGE. A Tabela 27 mostra o P&D local de acordo com a microrregião das empresas.

Tabela 27 - P&D Local por microrregião

UF	Microrregião	Empresas	%	P&D Local
RS	Caxias do Sul	129	4,52	5,81
SP	São Carlos	35	1,23	4,57
RS	Não-Me-Toque	4	0,14	4,26
SC	São Bento do Sul	12	0,42	3,88
SC	Blumenau	53	1,86	3,53
SC	Joinville	96	3,36	3,25
PR	Curitiba	142	4,97	3,25
SP	Campinas	150	5,25	3,15
SP	São Paulo	524	18,35	3,15
SC	Chapecó	17	0,60	3,11
SP	Marília	16	0,56	3,09
PR	Maringá	19	0,67	2,90
SC	Florianópolis	24	0,84	2,89
SP	Jundiaí	40	1,40	2,46
SP	Batatais	5	0,18	2,44
PR	Apucarana	10	0,35	2,37
SP	Tatuí	19	0,67	2,33
SC	Concórdia	3	0,11	2,32
SC	Tijucas	5	0,18	2,18
RS	Passo Fundo	11	0,39	2,14
RS	Guaporé	7	0,25	2,12
PR	Londrina	26	0,91	2,10
RS	Porto Alegre	130	4,55	2,09
SP	Limeira	34	1,19	2,02
SP	Piracicaba	19	0,67	2,00
RS	Erechim	10	0,35	1,94
MG	Belo Horizonte	78	2,73	1,92
SP	São José dos Campos	32	1,12	1,84
RJ	Três Rios	3	0,11	1,80
SP	Bauru	11	0,39	1,80
Soma das 30 principais microrregiões		1.535	53,75	
Soma total (229 microrregiões*)		2.856	100,00	

* As empresas estão localizadas nas 229 microrregiões, por isso não se utilizou informações de 558 microrregiões.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do RAIS ID, INPI e IBGE.

Na Tabela 27, nota-se que a microrregião que apresentou maior P&D Local não é a maior região em número de empresas inovadoras. Enquanto a microrregião de maior tamanho em relação ao número de empresas, São Paulo, concentra 18,35% do total das empresas, o P&D local é de 3,15. Já a microrregião com maior P&D Local (5,81%), que é Caixa do Sul, corresponde a 4,52% do total.

Por fim, a Tabela 28 apresenta o resumo das variáveis apresentadas nesta seção:

Tabela 28 - das variáveis

Função da Variável	Nível	Variável	Descrição da Variável	Fonte
Dependente	Firma	Pat ₂₀₀₉₋₂₀₁₁	Pedidos de patentes por empresa inovadora	INPI
Independente de interesse	Firma	$mob ES = \frac{mob ES_i}{Tot trab_i}$	Mobilidade de trabalhadores qualificados com ES em relação ao número total de trabalhadores	RAIS ID
		$mob POTE C = \frac{mob POTE C_i}{Tot POTE C_i}$	Mobilidade de trabalhadores qualificados POTE C em relação ao número total de trabalhadores POTE C	RAIS ID
Independente de controle	Firma	tam ₂₀₀₆₋₂₀₀₈	Número de funcionários por empresa	RAIS ID
		Pat ₂₀₀₆₋₂₀₀₈	Pedidos de patentes no triênio anterior	INPI
		COLAB ₂₀₀₆₋₂₀₀₈	Colaboração entre grupos de pesquisa e empresas	DGP do CNPq
		D _{1 2006-2008} ; D _{2 2006-2008}	Setor da empresa de acordo com a classificação CNAE	RAIS ID
Independente de controle	Região	P&D Uni ₂₀₀₆₋₂₀₀₈	Número de prof. dr. a cada 10.000 habitantes por microrregião	INEP e IBGE
		P&D Local ₂₀₀₆₋₂₀₀₈	Patentes regionais em relação ao número de habitantes por microrregião	INPI e IBGE

Fonte: Elaboração própria.

Esta seção teve o objetivo de apresentar a estratégia metodológica a ser aplicada na dissertação e as variáveis utilizadas no modelo empírico, tanto a variável dependente quanto a variável independente de interesse e as variáveis independentes para controlar os fatores no nível da firma e no nível regional que afetam a inovação das empresas. A variável dependente é o número de pedidos de patentes por empresa *proxy* utilizada para medir a inovação nas empresas. A variável independente de interesse é a mobilidade de trabalhadores qualificados, classificados como POTE C ou com ensino superior em relação ao número total de trabalhadores. E por fim, as variáveis independentes de controle no nível da firma são: tamanho, patentes no período anterior, colaboração, setor da empresa e no nível da região são: P&D Universitário e P&D Local, elas ajudarão de controle para entender a mobilidade de trabalhadores qualificados na inovação dentro das firmas inovadoras do país.

5 MODELO ECONOMETRICO, RESULTADOS E DISCUSSÕES

A mobilidade de trabalhadores qualificados é uma das variáveis que influenciam na inovação, dada a possibilidade de troca de conhecimento tácitos de maneiras formais e informais entre os empregados. Neste sentido, este trabalho busca verificar se a mobilidade de trabalhadores qualificados é um dos fatores que influencia a inovação dentro das empresas inovadoras. Para tal, foi realizada uma defasagem temporal entre os dados analisados, pois a inovação não ocorre no mesmo período em que os esforços inovativos são realizados, a exemplo dos investimentos em P&D.

Esta seção apresentará os modelos econométricos propostos com base nas variáveis descritas na seção anterior, além dos resultados e discussão das estimações. Com base nisso, o modelo proposto nesta dissertação é:

$$\text{PATENTES}_{2009-2011} = (\text{Mobilidade}_{2006-2008} + \text{Tamanho}_{2006-2008} + \text{Patentes}_{2006-2008} + \text{Colaboração}_{2008-2010} + D_{12006-2008} + D_{22006-2008} + \text{P\&D Universitário}_{2006-2008} + \text{P\&D Local}_{2006-2008})$$

Inicialmente, testou-se o **modelo de regressão linear múltipla** em que são consideradas duas ou mais variáveis explicativas, entretanto, apenas algumas variáveis foram significativas e, ao analisar os resíduos do modelo, notou-se uma alta correlação entre os resíduos e o fato de que os erros não são normalmente distribuídos. Por essa razão, buscou-se na literatura modelos que se adequam aos dados utilizados e os modelos utilizados foram: modelo linear generalizado (GLM) e o modelo TOBIT. A próxima seção apresenta o modelo GLM e suas especificações.

5.1 Modelo Linear Generalizado (GLM)

5.1.1 Características gerais do modelo

As estimações apresentadas foram realizadas com **modelos lineares generalizados (GLM)** devido à natureza dos dados utilizados na variável resposta, dados de contagem com valores inteiros não negativos. Estes modelos são uma extensão do modelo linear e compreendem a distribuição normal, Poisson e Binomial Negativa (NELDER, WEDDEBURN, 1972). Os modelos GLM tem uma estrutura linear nas

variáveis explicativas e assumem que a distribuição condicional da variável resposta pertence à família exponencial. Este modelo não necessita das pressuposições de normalidade e variância constante (PAULA, 2013).

A variável aleatória Y tem a distribuição pertencente à família exponencial de distribuições e sua função de densidade de probabilidade (f.d.p.) tem a seguinte forma:

$$f(y|\theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi) \right\} \quad (5.1.1)$$

Em que: θ é o parâmetro de localização, ϕ é o parâmetro de dispersão (ou de escala) e $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ e $c(\cdot)$ são funções reais conhecidas. A função $a(\cdot)$ depende do parâmetro de dispersão e normalmente é da forma $a(\phi) = \frac{\phi}{w}$, onde w é uma constante conhecida. A função $b(\cdot)$ depende do parâmetro θ e a função $c(\cdot)$ depende da variável aleatória Y e do parâmetro de dispersão ϕ .

Demonstra-se que se a variável aleatória Y com uma distribuição pertencente à família exponencial (MCCULAGH, NELDER, 1989), então:

$$E(Y) = \mu = b'(\theta) \quad (5.1.2)$$

$$\text{Var}(Y) = \sigma^2 = a(\phi)b''(\theta) \quad (5.1.3)$$

Onde $b'(\theta)$ e $b''(\theta)$ são a primeira e segunda derivadas de $b(\theta)$, respectivamente. Deste modo, a variância de Y é o produto de duas funções, $b''(\theta)$ que depende apenas do parâmetro θ que se denomina por função de variância e é representada por, $V(\mu)$, e da função $a(\phi)$ que depende apenas do parâmetro de dispersão ϕ (TURKMAN, SILVA, 2000). Essas medidas são importantes para posteriormente a avaliação do fenômeno de sobredispersão dos dados.

As distribuições que pertencem a família exponencial incluem: normal, binomial, Poisson e Binomial Negativa. No presente trabalho, utiliza-se a distribuição Poisson e a distribuição Binomial Negativa para avaliar o fenômeno apresentado.

5.1.2 Modelo de Regressão de Poisson

Suponha que Y_1, \dots, Y_n são variáveis aleatória independentes tais que $Y_i \sim P(\mu_i)$, a função de probabilidade é representada por:

$$f(y_i|\mu_i) = \frac{\mu_i^{y_i} e^{-\mu_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, \dots \quad (5.1.6)$$

Em que μ_i corresponde ao número médio de ocorrências de um determinado evento, $\mu_i > 0$. A média e a variância são dados por:

$$E(Y) = \text{Var}(Y) = \mu$$

Considere a variável aleatória Y que representa o número de ocorrência de um determinado evento em um certo espaço e tempo. Dado $X = (X_1, \dots, X_p)$ um vetor de covariáveis e $x_i^T = (x_{i1}, \dots, x_{ip})$ uma observação do indivíduo i assume-se:

$$Y|X = x_i \sim P(\mu(x_i))$$

Onde $\mu_i = \mu(x_i)$ é o número médio de ocorrências de um certo acontecimento dada a observação x_i .

Para modelar $E[Y|X = x_i]$ pode-se escrever um modelo linear na forma:

$$\mu_i = z_i^T \beta = \beta_0 + \beta_{1x_{i1}} + \dots + \beta_{px_{ip}}$$

Em que β é o vetor dos coeficientes de regressão $z_i = (1, x_i^T)^T$.

Mas este modelo não pode ser utilizado, dado que o preditor linear pode assumir qualquer valor real, enquanto μ_i só assume valores não negativos. Para solucionar este problema, uma das maneiras é usar a transformação logarítmica como função de ligação do modelo linear generalizado, tem-se então:

$$\ln(\mu(x_i)) = z_i^T \beta = \beta_0 + \beta_{1x_{i1}} + \dots + \beta_{px_{ip}}$$

Deste modo, o modelo de regressão de Poisson é dado por:

$$Y|X = x_i \sim P(\mu(x_i)) \quad (5.1.7)$$

e

$$\ln(\mu(x_i)) = z_i^T \beta = \beta_0 + \beta_{1x_{i1}} + \dots + \beta_{px_{ip}} \quad (5.1.8)$$

Os coeficientes de regressão $\beta_j, j = 0, \dots, p$ mostram a variação esperada no logaritmo da média por unidade de variação na covariável X_j .

A estimação dos parâmetros do modelo pode ser feita usando o método de máxima verossimilhança. No modelo de regressão de Poisson, o logaritmo da função de verossimilhança é dado por:

$$\ell(\beta) = \sum_{i=1}^n (y_i \ln(\mu(x_i)) - \mu(x_i) - \ln(y_i!)) \quad (5.1.9)$$

Em que $\ln(\mu(x_i))$ é dado pela equação (5.1.8) e $\mu(x_i)$ depende do vetor de covariáveis x_i e $\ln(y_i!)$ é uma constante. Derivando em ordem a β e igualando a zero o

lado direito da equação (5.1.9), prova-se que as estimativas de máxima verossimilhança $\hat{\beta}$ de β satisfazem

$$X^T y = X^T \hat{\mu} \quad (5.1.10)$$

Onde $\hat{\mu}$ é o vetor de valores previstos no modelo.

Para calcular a estimativa de cada parâmetro é necessário usar o método iterativo dos mínimos quadrados ponderados.

Considere que y_i são valores observados e que $\hat{\mu}_i$ são os valores previstos pelo modelo de regressão de Poisson, a *deviance* (medida para avaliar a qualidade do ajustamento de um determinado modelo em estudo) é dada por:

$$\begin{aligned} D &= 2 \sum_{i=1}^n (y_i \ln(y_i) - y_i - \ln(y_i!) - y_i \ln(\hat{\mu}_i) + \hat{\mu}_i + \ln(y_i!)) \quad (5.1.11) \\ &= 2 \sum_{i=1}^n \left(y_i \ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - (y_i - \hat{\mu}_i) \right) \end{aligned}$$

A *deviance* reduz-se a:

$$D = 2 \sum_{i=1}^n \left(y_i \ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) \right) \quad (5.1.12)$$

Para modelos com o termo constante, β_0 porque neste caso

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) = 0$$

A estatística de Pearson generalizada é dada por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{\hat{\mu}_i} \quad (5.1.13)$$

5.1.3 Sobredispersão dos resíduos

Um fenômeno que pode ocorrer no modelo de regressão de Poisson é a sobredispersão dos dados. Ela ocorre quando a variância da variável resposta é superior ao valor da média. Designando por ϕ , o parâmetro de sobredispersão, é tal que $\text{Var}(Y) = \phi E(Y) = \phi \mu$. As estimativas pontuais são iguais caso não exista sobredispersão, entretanto a variância dos estimadores é inflacionada pelo parâmetro de sobredispersão ϕ quando acontece este efeito na estimação dos parâmetros do modelo. Ao estimar o modelo com esse evento, pode ocorrer interpretações erradas em relação aos resultados obtidos. Por essa razão, diversas técnicas são usadas para reverter esse fenômeno e explicar melhor o comportamento da variável resposta.

Uma das maneiras de identificar a sobredispersão dos dados é analisar a *deviance*, que é a estatística descrita usada para testar a qualidade do ajustamento do modelo. O cálculo se baseia na aproximação qui-quadrado (χ^2) do desvio residual. Se existir sobredispersão, $\frac{D}{\phi}$ segue uma distribuição qui-quadrado com $n - p$ graus de liberdade e isto leva o estimador ϕ para (ZUUR et. al, 2009):

$$\hat{\phi} = \frac{D}{n-p} \quad (5.1.14)$$

Se essa razão é próxima a um, é possível assumir que não há sobredispersão e pode-se prosseguir com o modelo. Caso essa razão seja maior que um, é uma indicação de presença de sobredispersão nos dados. Lindsey (1999) recomenda a presença de sobredispersão se a razão for maior que dois.

Outra maneira de verificar se o modelo é adequado ou existe sobredispersão é uma ferramenta gráfica chamada *envelope plot*. Este gráfico faz parte do gráfico normal quantil-quantil (isto é, Q-Q plot), na qual plota-se os resíduos obtidos do modelo ajustado contra os resíduos teóricos obtidos na distribuição normal. Um indício claro de que os resíduos não seguem uma distribuição normal é se o gráfico for significativamente diferente de uma linha reta, isto implica que o modelo ajustado não é adequado para os dados. Este gráfico simula intervalos de confiança para determinar se os resíduos são significativamente diferentes da linha reta. O cálculo dos intervalos se baseia na simulação de diversas amostras para a variável resposta. As amostras são geradas a partir das estimativas do modelo ajustado usando como observação a distribuição usada para a variável resposta. Se tiver sobredispersão, a projeção dos resíduos ficará fora destes intervalos de confiança.

Quando se nota que o modelo de regressão de Poisson possui sobredispersão, pode-se estimar o modelo de regressão Binomial Negativa.

5.1.3 Modelo de regressão Binomial Negativa

Suponha que Y_1, \dots, Y_n são variáveis aleatórias independentes tais que $Y_i \sim BN(\mu_i, \alpha)$, a função de probabilidade de Y_i é dada por:

$$f(y_i|\mu_i, \alpha) = \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\alpha})}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\frac{1}{\alpha})} \left(\frac{1}{1 + \alpha\mu_i}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{\alpha\mu_i}{1 + \alpha\mu_i}\right)^{y_i} \quad (5.1.15)$$

$$= \binom{y_i + \frac{1}{\alpha} - 1}{\frac{1}{\alpha} - 1} \left(\frac{1}{1 + \alpha\mu_i} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{\alpha\mu_i}{1 + \alpha\mu_i} \right)^{y_i}, y_i = 0, 1, 2 \dots$$

Em que α é chamado de parâmetro de heterogeneidade. A média e a variância são representados por:

$$\begin{aligned} E(Y) &= \mu \\ \text{Var}(Y) &= \mu + \alpha\mu^2 \end{aligned}$$

Na variância da distribuição Binomial Negativa há um termo adicional positivo $\alpha\mu^2$, comparando com a distribuição de Poisson e que em vários casos, ajuda a ajustar melhor um conjunto de dados onde existe sobredispersão. A distribuição Binomial Negativa se aproxima da distribuição de Poisson quando α tende para 0 (CAMERON, TRIVEDI, 1998).

Seja Y uma variável aleatória, que reflete o número de ocorrências de um certo acontecimento com n observações, $X = (X_1, \dots, X_p)$ um vetor de covariáveis e $x_i^T = (x_{i1}, \dots, x_{ip})$ uma observação do indivíduo i assume-se:

$$Y | X = x_i \sim \text{BN}(\mu(x_i), \alpha)$$

Em que $\mu_i = \mu(x_i)$ é igual ao número médio de ocorrências de um dado acontecimento dada a observação x_i .

O modelo de regressão Binomial Negativa é (HILBE, 2001):

$$Y | X = x_i \sim \text{BN}(\mu(x_i), \alpha) \quad (5.1.16)$$

e

$$\ln \mu(x_i) = \beta_0 + \beta_{1x_{i1}} + \dots + \beta_{px_{ip}}$$

Para a estimação dos parâmetros, é usado o método de máxima verossimilhança de acordo com a seguinte função:

$$\ell(\beta) = \sum_{i=1}^n \left(y_i \ln \left(\frac{\alpha\mu_i}{1 + \alpha\mu_i} \right) - \left(\frac{1}{\alpha} \right) \ln(1 + \alpha\mu_i) + \ln \left(\frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\alpha})}{\Gamma(y_i + 1) \Gamma(\frac{1}{\alpha})} \right) \right) \quad (5.1.17)$$

As estimativas de máxima verossimilhança para β e α são obtidas por meio do estimação de mínimos quadrados ponderados.

Para o modelo de regressão Binomial Negativa a *deviance* é dada por:

$$D = 2 \sum_{i=1}^n \left(y_i \ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - \left(\frac{1}{\alpha} + y_i \right) \ln \left(\frac{1 + \alpha y_i}{1 + \alpha \hat{\mu}_i} \right) \right) \quad (5.1.18)$$

E a estatística de Pearson generalizada é representada por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{u}_i)^2}{\hat{\mu}_i + \alpha \hat{\mu}_i^2}$$

5.1.4 Teste de hipótese: teste de razão de verossimilhança

O teste de razão de verossimilhança é usado para comparar a qualidade do ajustamento de dois modelos encaixados, ou seja, obtém-se um modelo a partir do outro, colocando alguma restrição ao parâmetro, modelos em que um é submodelo do outro. Este teste é também utilizado para comparar modelos com distribuições diferentes, ou seja, comparar a qualidade do ajustamento do modelo de Poisson e modelo Binomial Negativa. Como a função de verossimilhança, $L(\beta)$ é menor que 1 e normalmente muito pequena (é o produto de várias probabilidades do intervalo $[0;1]$), geralmente usa-se o $\ln(L(\beta))$, é um número não negativo, multiplicado por -2. Este procedimento é realizado para tornar o valor positivo, maior e com a distribuição conhecida, isto é, distribuição Qui-Quadrado (MARÔCO, 2010).

Considere dois modelos encaixados, M_1 e M_2 , com um número de parâmetros p_1 e p_2 , respectivamente, tal que $p_1 < p_2$. Para comparar a qualidade do ajustamento dos dois modelos utiliza-se o teste de razão de verossimilhanças com a hipótese nula:

H_0 : os dois modelos têm a mesma qualidade do ajustamento.

A estatística do teste é:

$$\begin{aligned} G &= -2 \ell_{M_1}(\beta) - \left(-2 \ell_{M_2}(\beta) \right) \\ &= -2 \left(\frac{\ell_{M_1}(\beta)}{\ell_{M_2}(\beta)} \right) \end{aligned} \quad (5.1.19)$$

Onde $\ell_{M_1}(\beta)$ é a função log-verossimilhança do modelo M_1 e $\ell_{M_2}(\beta)$ é a função de log-verossimilhança de M_2 . A estatística do teste é obtida a partir da razão de verossimilhanças dois modelos e segue uma distribuição Qui-quadrado com $(p_2 - p_1)$ graus de liberdade.

$$G \sim \chi_{p_2 - p_1}^2 \quad (5.1.20)$$

A partir dessas informações, o resultado do teste será utilizado para a comparação entre modelos com distribuições diferentes (Poisson e Binomial Negativa) e para comparar a qualidade do ajustamento ao retirar variáveis não significativas do modelo. A próxima seção apresenta os resultados das estimações e dos testes.

5.1.5 Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa para a mobilidade de trabalhadores qualificados POTEC

A presente seção apresenta os principais resultados da estimação dos modelos GLM com distribuição de Poisson e Binomial Negativa para a mobilidade de trabalhadores qualificados POTEC. Para a estimação dos modelos foi utilizado o software Rstudio. O modelo foi estimado de acordo com a seguinte expressão:

$$\begin{aligned}
 &PATENTES_{2009-2011} \\
 &= \beta_0 + \beta_1 \text{mob POTEC}_{2006-2008} + \beta_2 Tam_{2006-2008} \\
 &+ \beta_3 Pat_{2006-2008} + \beta_4 Colab_{2008-2010} + \beta_5 D_{12006-2008} \\
 &+ \beta_6 D_{22006-2008} + \beta_7 P\&D\ Uni_{2006-2008} + \beta_8 P\&D\ Local_{2006-2008})
 \end{aligned}$$

O resultado da estimação está apresentado na Tabela 29:

Tabela 29 - Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa - Mobilidade POTEC

	Distribuição de Poisson		Distribuição Binomial Negativa	
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Constante	-0,1831*** (0,03706)	-0,1913*** (0,03661)	-0,1264*** (0,05555)	-0,1328*** (0,05469)
Mobilidade POTEC	0,4277*** (0,03697)	0,4279*** (0,03695)	0,3001*** (0,0613)	0,3007*** (0,06129)
Tam	0,0001861*** (0,000008133)	0,000187*** (0,000008113)	0,0002717*** (0,00002953)	0,000272*** (0,00002918)
Pat	0,02729*** (0,0003835)	0,02722*** (0,000379)	0,05108*** (0,003671)	0,05147*** (0,003671)
Colab	0,5919*** (0,0413)	0,5895*** (0,04124)	0,2984*** (0,08422)	0,2899*** (0,08228)
D ₁	0,4706*** (0,1336)	0,4645*** (0,1335)	0,0785 (0,2663)	
D ₂	-0,4346*** (0,1374)	-0,447*** (0,1371)	-0,08345 (0,2418)	
P&D Universitário	-0,005497 (0,004248)		-0,005068 (0,006681)	
P&D Local	0,09344*** (0,01284)	0,08736** (0,01204)	0,06735*** (0,02058)	0,06109*** (0,01894)
Desvio Residual	6.884,8	6.886,5	2.801,4	2.800,7
Graus de liberdade	2.847	2.850	2.847	2.855
AIC	11.223	11.252	9.028,3	9.023,1
Pseudo R ²	0,3569355	0,356777	0,2139429	0,212451

Nota: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10. Erro padrão em parênteses.

Fonte: Elaboração própria, com dados calculados no Rstudio.

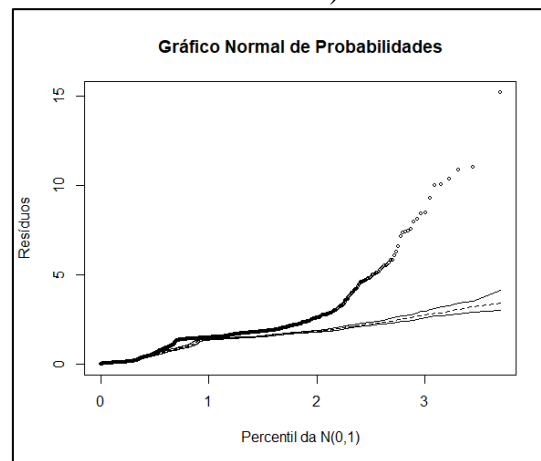
A partir da Tabela 29, verifica-se que a mobilidade de trabalhadores qualificados POTEC é estatisticamente significativa a 1% em todos os modelos estimados. Demais variáveis de controles são significativas e possuem sinais esperados, com exceção da variável de P&D Universitário, que não tem significância estatística em nenhum dos dois modelos. Além das *dummies* utilizadas para controle do setor, que não são significativas para o modelo com distribuição Binomial Negativa. Retirando as variáveis não significativas do modelo 1 e modelo 3, as demais variáveis continuam significativas.

A partir do modelo estimado de Poisson, realizou-se o cálculo da *deviance* para verificar se há problemas de sobredispersão, conforme a fórmula $\hat{\phi} = \frac{D}{n-p}$, com base na Tabela 27, o resultado é dado por:

$$\hat{\phi} = \frac{6884,8}{2847} = 2,42$$

Como o valor do parâmetro de dispersão é maior que um, há indícios de sobredispersão. Outra maneira de visualizar a dispersão é o gráfico *envelope plot* na Figura 2, é possível notar que uma grande parte dos resíduos não pertence ao intervalo de confiança.

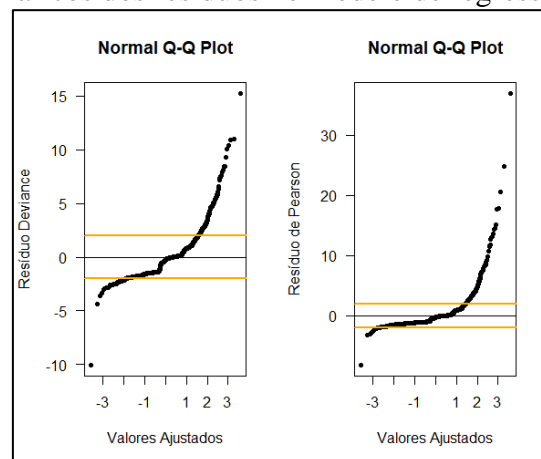
Figura 2 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo de Poisson (mobilidade POTEC)



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 3, são apresentados os resíduos de Pearson e os resíduos de *deviance* do modelo de regressão de Poisson:

Figura 3 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Poisson

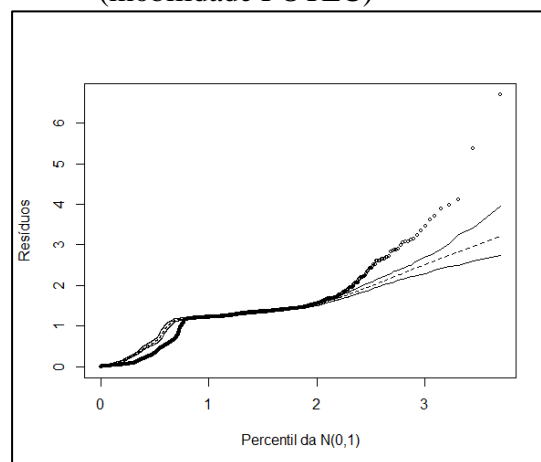


Fonte: Elaboração própria.

A Figura 3 é um outro indício claro que os resíduos não seguem uma distribuição normal, pois é diferente de uma linha reta e a porcentagem dos resíduos entre -2 e 2 é baixa, tanto para os resíduos *deviance* quanto para os resíduos de Pearson, por isso o modelo ajustado não é o adequado para os dados.

Por isso, estimou-se o modelo de regressão Binomial Negativa com as mesmas variáveis explicativas. Conforme mostra a Tabela 29, as variáveis *dummies* relacionadas ao setor e o P&D Universitário não são significativas, isto sugere que estas variáveis eram as que causavam sobredispersão no modelo. A Figura 4 demonstra o *envelope plot* deste modelo:

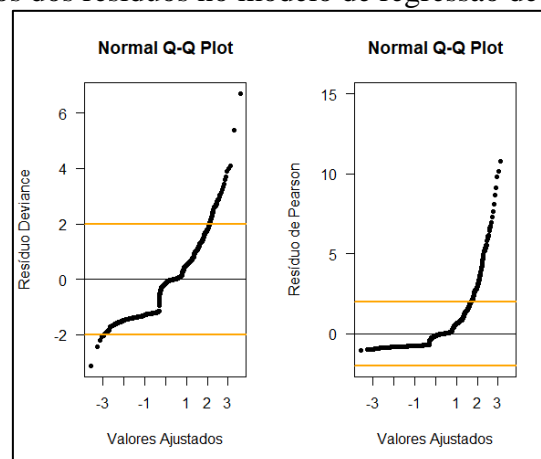
Figura 4 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo Binomial Negativa (mobilidade POTECE)



Fonte: Elaboração própria.

A partir do *envelope plot* dos resíduos de Pearson na Figura 4, é possível notar que o modelo Binomial Negativa pode apresentar um melhor ajuste, pois grande parte dos valores constam dentro do intervalo. Na Figura 5 constam os resíduos de Pearson e resíduos de *deviance* para o modelo de Binomial Negativa:

Figura 5 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Binomial Negativa



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 5, é possível notar que no modelo de regressão Binomial Negativa os resíduos *deviance* e Pearson se ajustam melhor aos resultados, encaixando-se melhor dentro do intervalo -2 a 2, quando comparado com a Figura 3 do modelo de Poisson. Agora, para comparar a qualidade do ajustamento dos modelos de Poisson e Binomial Negativa, realizou-se o teste de razão de verossimilhança, conforme Zuur *et al.* (2009). Os resultados estão na Tabela 30.

Tabela 30 - Teste de razão de máxima verossimilhança dos modelos Binomial Negativa e Poisson (Mobilidade POTEC)

Modelo	Graus de liberdade	ℓ	Estatística	p-valor
Binomial Negativa	11	-4.501,5		
Poisson	10	-5.601,6	2.200.3	< 2,2e-16

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos dados da Tabela 30, como o p-valor é menor que 1%, é possível rejeitar a hipótese nula de que os dois modelos têm a mesma qualidade do ajustamento e indica que o modelo Binomial Negativa é preferível ao modelo de Poisson.

O teste de razão de máxima verossimilhança também foi utilizado para comparar submodelo, ou seja, se a retirada de variáveis não significativas do modelo pode melhorar o ajuste do modelo. Para tal, comparou-se os Modelos 1 e 2 da distribuição de Poisson e os Modelos 3 e 4 da distribuição Binomial Negativa presentes na Tabela 27, os resultados são apresentados na Tabela 31:

Tabela 31 - Teste de razão de máxima verossimilhança para os modelos sem as variáveis significativas (Mobilidade POTEC)

	Modelo	Graus de liberdade	ℓ	Estatística	p-valor
Distribuição de Poisson	Modelo 1	8	-5608.4		
	Modelo 2	9	-5607.5	1.6894	0.1937
Distribuição Binomial Negativa	Modelo 3	7	-4504.6		
	Modelo 4	10	-4504.2	0.8196	0.8488

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 31, observa-se que o p-valor é maior que 10%, assim, não é possível rejeitar a hipótese nula, ou seja, os dois modelos possuem a mesma qualidade de ajustamento, o que indica que a retirada das variáveis não significativas não melhora o ajustamento do modelo.

5.1.6 Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa para a mobilidade de trabalhadores qualificados com ensino superior completo

Esta seção contém os principais resultados da estimação dos modelos GLM tanto para distribuição de Poisson, quanto para a distribuição Binomial Negativa relacionada a mobilidade de trabalhadores qualificados com ensino superior completo. As estimações dos modelos foram feitas por meio do *software* Rstudio. Os resultados da estimação para as distribuições de Poisson e Binomial é apresentado na Tabela 32:

Tabela 32 - Resultados dos modelos de regressão de Poisson e Binomial Negativa - Mobilidade ES

	Distribuição de Poisson		Distribuição Binomial Negativa	
	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
Constante	-0,07166** (0,03518)	-0,0804*** (0,0347)	-0,06619 (0,05319)	-0,07398 (0,05231)
Mobilidade ES	0,06782*** (0,009359)	0,0682*** (0,00938)	0,0915*** (0,02898)	0,0898*** (0,02904)
Tam	0,0002017*** (0,000007854)	0,0002021*** (0,000007836)	0,0003281*** (0,00002915)	0,000326*** (0,00002881)
Pat	0,02737*** (0,0003792)	0,02729*** (0,0003745)	0,05189*** (0,003693)	0,05245*** (0,003693)
Colab	0,7041*** (0,0397)	0,7016*** (0,03964)	0,3376*** (0,08394)	0,3234*** (0,08208)
D ₁	0,4491*** (0,1335)	0,4426*** (0,1334)	0,0283 (0,2686)	
D ₂	-0,4819*** (0,1373)	-0,4947*** (0,137)	-0,15 (0,2437)	
P&D Universitário	-0,005726 (0,004246)		-0,00528 (0,006699)	
P&D Local	0,09414*** (0,01279)	0,08791*** (0,01202)	0,06875*** (0,0206)	0,06272*** (0,1897)
Desvio Residual	6983,3	6985,2	2797,6	2797
Graus de liberdade	2847	2848	2847	2850
AIC	11332	11331	9041,9	9036,9
Pseudo R ²	0,3477307	0,3475592	0,2078698	0,207517

Nota: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10. Erro padrão em parênteses.

Fonte: Elaboração própria, com dados calculados no Rstudio.

Nos dados apresentados na Tabela 32, para o modelo GLM, a variável de mobilidade de trabalhadores qualificados com ensino superior é estatisticamente significativa a 1% para as distribuições de Poisson (Modelo 5) e Binomial Negativa (Modelo 7). Em relação as demais variáveis de controle, no modelo de regressão de

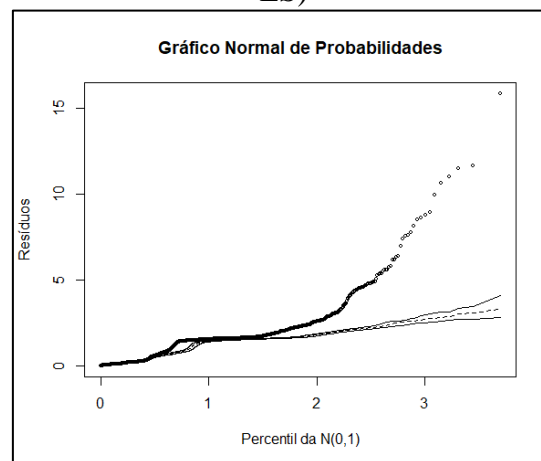
Poisson apenas a variável de P&D Universitário não é significativa, as demais variáveis são significativas a 5%. Já para o modelo de regressão Binomial Negativa, o intercepto, as variáveis de controle de setor e P&D Universitário não são significativas e as demais variáveis são significativas a 1%. Em relação as variáveis não significativas, ao estimar novamente o modelo sem estas variáveis, a variável de mobilidade continua significativa a 1% e as demais variáveis de controle também são estatisticamente significativas.

Com base no modelo com distribuição de Poisson da Tabela 32, calculou-se a *deviance* para análise da sobredispersão do modelo, de acordo a fórmula $\hat{\phi} = \frac{D}{n-p}$, obtém o seguinte resultado:

$$\hat{\phi} = \frac{6983,3}{2847} = 2,45$$

Como o valor do parâmetro de dispersão ($\hat{\phi}$) foi maior que um, indica que pode haver sobredispersão dos dados. Mais um modo de verificar esse fenômeno é por meio do gráfico *envelope plot* conforme a Figura 6:

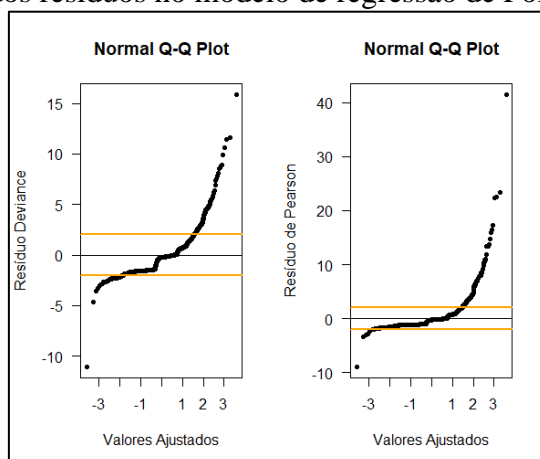
Figura 6 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo de Poisson (mobilidade ES)



Fonte: Elaboração própria.

A partir da Figura 6, verifica-se que grande parte dos resíduos modelo não pertencem ao intervalo de confiança do *envelope plot*. Outra verificação gráfica é por meio do gráfico de resíduos de Pearson e resíduos de *deviance* conforme mostra a Figura 7:

Figura 7 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Poisson – mobilidade ES

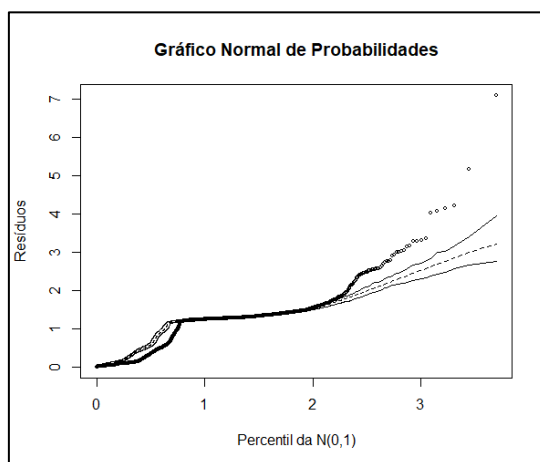


Fonte: Elaboração própria.

A partir da Figura 7, é possível notar outro indício de que os resíduos não seguem uma distribuição normal, uma vez que não segue uma linha reta e a maior parte dos resíduos estão fora do intervalo de -2 a 2 para *deviance* e para Pearson.

Desta maneira, o modelo ajustado não se adequa aos dados e estimou-se o modelo de regressão Binomial Negativa com as mesmas variáveis explicativas conforme mostra a Tabela 32. Pelo fato de que as variáveis de setor e de P&D Universitário não serem significativas com a distribuição Binomial Negativa, há um indício de que são essas variáveis que causam sobredispersão do modelo. Analisando este modelo, a Figura 8 apresenta o *envelope plot*:

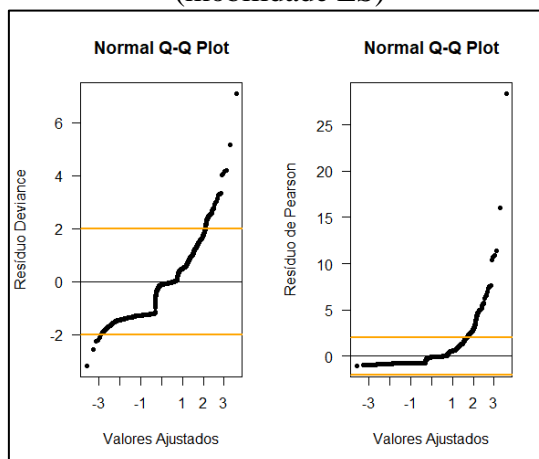
Figura 8 - Envelope plot dos resíduos de Pearson do modelo Binomial Negativa (mobilidade ES)



Fonte: Elaboração própria.

Por meio do *envelope plot* da Figura 8, verifica-se graficamente que o modelo de regressão Binomial Negativa aparenta apresentar um melhor ajuste ao modelo, com maiores resíduos dentro do intervalo. Outro modo de verificar é pelos resíduos de Pearson e *deviance* conforme a Figura 9:

Figura 9 - Gráficos dos resíduos no modelo de regressão de Binomial Negativa (mobilidade ES)



Fonte: Elaboração própria.

A partir dos resíduos de *deviance* e de Pearson da Figura 9, é possível notar um melhor ajuste dos resíduos, pois se encaixam mais observações dentro do intervalo de -2 a 2, quando comparado os resíduos do modelo com distribuição de Poisson. Por fim, para comparar a qualidade do ajustamento dos dois modelos utilizou-se o teste de razão de verossimilhança (ZUUR et. al, 2009). A Tabela 33 mostra os resultados:

Tabela 33 - Teste de razão de máxima verossimilhança dos modelos Binomial Negativa e Poisson (Mobilidade ES)

Modelo	Graus de liberdade	ℓ	Estatística	p-valor
Binomial Negativa	10	-4510		
Poisson	9	-5656.8	2291.8	< 2.2e-16

Fonte: Elaboração própria.

No teste de razão de máxima verossimilhança apresentado na Tabela 33, com base no p-valor, rejeita-se a hipótese nula com 1% de significância, isto é, os dois modelos não têm a mesma qualidade de ajustamento e indica que o modelo com distribuição Binomial Negativa é preferível ao modelo com distribuição de Poisson. O mesmo procedimento pode ser realizado para analisar se a retirada de variáveis não significativas melhora o modelo, conforme mostra a Tabela 34:

Tabela 34 - Teste de razão de máxima verossimilhança para os modelos sem as variáveis significativas (Mobilidade ES)

	Modelo	Graus de liberdade	ℓ	Estatística	p-valor
Distribuição de Poisson	Modelo 5	8	-5657.7		
	Modelo 6	9	-5656.8	1.8356	0.1755
Distribuição Binomial Negativa	Modelo 7	7	-4511.5		
	Modelo 8	10	-4510.9	1.0607	0.7866

Ao comparar os modelos retirando as variáveis estatisticamente não significativas, conforme mostra a Tabela 34, o p-valor para ambas as distribuições foi maior que 10%, isso significa que não é possível rejeitar a hipótese nula, ambos os modelos possuem a mesma qualidade de ajustamento, isto indica que a retirada das variáveis não apresenta melhora na qualidade do modelo.

A partir dos testes econométricos e gráficos realizados, é possível inferir que o modelo de regressão Binomial Negativa melhor se ajusta aos dados, tanto para medir a mobilidade de trabalhadores qualificados POTEK, quanto para os trabalhadores com ensino superior.

5.2 Modelo TOBIT

5.2.1 Especificações do modelo

A partir da análise dos dados de patentes, é possível notar que muitas empresas brasileiras não possuíram pedidos de registros de patentes no triênio de 2009-2011. Desta forma, observa-se que a sua distribuição é censurada no zero, isto é, não há dados disponíveis sobre a variável dependente para algumas unidades da amostra, entretanto os dados das variáveis independentes estão disponíveis. Para variáveis com distribuições censuradas uma outra estratégia utilizada é a estimação com o modelo Tobit (WOOLDRIGE,2010). Neste modelo de regressão, é estimada as relações de uma variável dependente limitada. Por serem dados censurados, há algumas observações que não podem ser parcialmente observadas, ou seja, não estão com seu valor real, mas com o valor da censura.

O modelo TOBIT possibilita analisar uma variável dependente não negativa (y_i) que têm variáveis censuradas e um vetor de variáveis independentes não censuradas (x_i). No

geral, utiliza-se uma variável latente (y_i^*) dependente de x_i , que pode assumir as seguintes formas:

$$y_i = \begin{cases} 0, & \text{se } y_i^* \leq 0 \\ y_i^*, & \text{se } y_i^* > 0 \end{cases} \quad (5.2.1)$$

A equação (5.2.1) mostra que a variável latente é observada com os valores maiores que zero e censuradas caso contrário. O modelo Tobit é representado por:

$$y_i^* = \beta x_i + \mu_i \quad (5.2.2)$$

$$\mu_i | x_i \sim \text{Normal}(0, \sigma^2) \quad (5.2.3)$$

$$y_i = \max(0, y_i^*) \quad (5.2.4)$$

Em que β é um parâmetro que determina a relação entre a variável independente (ou vetor) de x_i e a variável latente y_i^* e não sobre a variável observada (y_i), ou seja, y_i corresponde ao número de pedidos de patentes realizados pela empresa i , $y_i^* > 0$ se a empresa possuir patentes no período de estudo, e $y_i^* = 0$, caso a empresa não dispor de patentes no período, μ_i é o termo de erro, normalmente distribuído para capturar influências aleatórias.

A variável latente (y_i^*) satisfaz as hipóteses do modelo linear clássico, tem uma distribuição normal, homocedástica, com média condicional linear (WOOLDRIGE, 2010). A estimação do modelo TOBIT ocorre por meio da função de máxima verossimilhança. Para a censura no valor c é dada por:

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n (f(y_i | x_i, \theta)^{I_i} F(c | x_i, \theta)^{1-I_i}) \quad (5.2.5)$$

Onde $I_i = 1$, quando a observação está com o valor exato e $I_i = 0$, quando a observação é censurada à esquerda, θ corresponde o vetor de parâmetros β e σ^2 . A função de log-verossimilhança para a regressão censurada à esquerda é dada por:

$$\ln L = \sum_{i: y_i > c} - \frac{1}{2} \left[\log(2\pi) + \ln \sigma^2 + \frac{(y_i - x_i' \beta)^2}{\sigma^2} \right] + \sum_{y_i < c} \ln \left[F \left(\frac{x_i' \beta}{\sigma} \right) \right] \quad (5.2.6)$$

A primeira parte da equação (5.2.6) é semelhante a verossimilhança para as observações quando não há censura e segunda parte é referente as probabilidades de censura das observações censuradas. Os resultados das estimações são apresentados na próxima seção.

5.2.2 Estimações do modelo TOBIT

A partir dos dados referentes ao modelo, estimou-se o modelo TOBIT censurado no zero, com **variável dependente** sendo o número de pedidos de patentes por empresa, **variável independente de interesse** sendo a mobilidade de trabalhadores qualificados POTE e com Ensino Superior e as **variáveis independentes de controle**. Os resultados das estimações encontram-se na Tabela 35:

Tabela 35 - Resultados do modelo Tobit para a variável dependente patentes - mobilidade POTE e ES

Variável	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12
Constante	-11,73*** (0,6263)	-11,84*** (0,6172)	-11,22*** (0,5962)	-11,32*** (0,587)
Mobilidade POTE	2,271*** (0,6816)	2,264*** (0,6813)		
Mobilidade ES			0,7298*** (0,3119)	0,7247*** (0,3121)
Tam	0,001493*** (0,000324)	0,001489*** (0,00032)	0,001691*** (0,00032)	0,00168*** (0,000316)
Pat	0,9139*** (0,03981)	0,9135*** (0,03981)	0,9177*** (0,03981)	0,9175*** (0,03981)
Colab	2,66*** (0,9153)	2,58*** (0,895)	3,038*** (0,9081)	2,932*** (0,8887)
D ₁	1,238 (2,913)		1,086 (2,907)	
D ₂	-0,823 (2,697)		-1,18 (2,706)	
P&D Universitário	-0,0805 (0,07491)		-0,07804 (0,07476)	
P&D Local	0,6952*** (0,2276)	0,6007*** (0,2107)	0,6858*** (0,2271)	0,5960*** (0,2103)
Pseudo R ²	0,373928	0,374636	0,382262	0,382758

Nota: Erro padrão em parênteses. ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Fonte: Elaboração própria, com dados calculados no Rstudio.

Na Tabela 35, verifica-se que no modelo TOBIT, para os dois modelos estimados, a variável independente de interesse é significativa a 1%. Em relação as variáveis de controle, apenas as *dummies* setoriais e o P&D Universitário não são estatisticamente significativas, as demais variáveis são significativas a 1%. Estimou-se também o modelo sem as variáveis estatisticamente não significativas nos modelos e obteve-se os modelos

10 e 12, a partir destas novas estimações, a variável dependente de interesse, em ambos os modelos, continua significativa a 1%.

A próxima seção trará a discussão dos resultados obtidos nas estimações dos modelos GLM com distribuição de Poisson e Binomial Negativa e nos modelos TOBIT.

5.3 Discussões dos modelos escolhidos

A partir das estimações feitas nas seções 5.1 e 5.2, é possível discutir os resultados dos modelos escolhidos à luz da literatura da inovação. Conforme os testes realizados os modelos que se adequam ao objeto de análise são o modelo GLM com distribuição Binomial Negativa (Modelo 3 e 7) e com distribuição de Poisson (Modelo 2 e 6), apresentados na seção 5.1.5 e 5.1.6, respectivamente. Em relação ao modelo TOBIT, apresentados na seção 5.2.2, a discussão dos resultados se baseará nos Modelo 9 e 11. Para cada tipo de estimação realizada, o primeiro modelo apresentado equivale a medida de mobilidade dos trabalhadores POTECE e o segundo para os trabalhadores com ensino superior.

Observa-se que, nas estimações realizadas, o coeficiente relacionado à mobilidade de trabalhadores qualificados, sejam eles classificados como POTECE ou possuem ensino superior, são positivos e significantes a 1%. Já as variáveis de controle no nível da firma apresentaram resultados estatisticamente significantes a 1%, com exceção da variável de controle referente ao setor e a variável de P&D universitário, estas não são significantes em nenhum dos modelos apresentados. E a variável de setor não foi significativa nos modelos com distribuição Binomial Negativa (Modelo 3 e 7) e TOBIT (Modelo 9 e 11).

Em relação à **variável independente de interesse**, a mobilidade de trabalhadores qualificados POTECE e com ensino superior apresentaram sinal positivo em todas as estimações, conforme o esperado. Este resultado indica que a mobilidade de trabalhadores qualificados, controlado demais fatores, influencia positivamente os resultados inovativos da empresa, medida pelo nível de patenteamento das empresas. A explicação para a movimentação dos trabalhadores qualificados ter esta influência na inovação pode estar ligada a alguns fatores já apontados na literatura.

Em primeiro lugar, é importante ressaltar a importância da economia do conhecimento e o papel dos trabalhadores qualificados neste contexto. A economia do conhecimento está relacionada com a produção de bens e serviços ligados às atividades intensivas em conhecimento que contribui para o avanço técnico e científico. Nesta linha,

as atividades econômicas estão mais dependentes das capacidades intelectuais, do que dos recursos naturais ou físicos. Neste contexto, as habilidades envolvidas nos atuais processos produtivos estão relacionadas à implementação de melhorias em todas as fases do processo de produção, desde o laboratório de P&D até os funcionários da linha de produção e as formas de se atender os clientes (POWELL, SNELLMAN, 2004), tornando o fator conhecimento humano um diferencial para muitas empresas.

Ligado às características da economia do conhecimento, uma das maneiras de expandir essas atividades com base no conhecimento é por meio de comunidades de trabalhadores. Estes funcionários atuam em várias empresas, como nos processos inovativos na frente da produção ou na distribuição de novas ideias, dessa maneira, estão relacionadas as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Essas comunidades possibilitam que ocorram a troca de conhecimento entre os trabalhadores de diversas firmas. Ademais, a mobilidade de trabalhadores qualificados entre as empresas pode influenciar também na troca de conhecimento dentro dessas comunidades, sendo assim, um aspecto importante para este processo (POWELL, KOPUT, SMITH-DOERR, 1996; MERRIL, COOPER, 1999).

Adicionalmente à importância do contexto atual, a troca de conhecimento pode ocorrer de maneira formal, ou seja, por meio de cursos promovidos pela empresa, treinamentos entre funcionários e atividades dentro da empresa. Também pode ocorrer de maneira informal, seja por meio de redes de contatos ou de comunidades de trabalhadores, os contatos informais também envolvem interações sociais, entre antigos trabalhadores ou entre amigos (STORPER, VENABLES, 2004). É importante lembrar, que as trocas de conhecimento entre trabalhadores podem envolver tanto o conhecimento codificado, aquele conhecimento transmitido por meio de linguagem formal e sistemática, mais fácil de ser transmitido, com de conhecimento tácito, que está mais ligado ao conhecimento incorporado ao capital humano do trabalhador, mais difícil de ser compartilhado e mensurado.

Nesta linha, a mobilidade de trabalhadores possibilita a ocorrência de transbordamentos de conhecimento. Esta troca de conhecimento é mais bem realizada quando se existe proximidade física, especificamente quando ocorrem possibilidades de troca de conhecimento via contato face a face.

A proximidade física permite com que trocas ocorrem de maneiras mais fáceis, pois reduz os problemas de assimetria de informação e a transmissão de conhecimento é eficiente pois permite que os agentes alinhem compromisso e, assim, reduz-se os

problemas de incentivos, ajuda nos processos de seleção e socialização entre os agentes. Ademais, permite uma profundidade e velocidade de feedback que é difícil de ser obtida em outras maneiras de comunicação (STORPER, VENABLES, 2004). Para além das atividades intensivas em conhecimento, destacam-se as atividades que só podem ser realizadas de forma em que os agentes fiquem próximos. Esta proximidade é importante para o compartilhamento de conhecimento tácito e possibilita de modo mais fácil a observação e interpretação do comportamento dos indivíduos, além de gerar o desenvolvimento da confiança (STORPER, VENABLES, 2004).

Neste contexto, é importante destacar que mesmo com o advento da internet e com as possibilidades de teletrabalho, algumas atividades intensivas em conhecimento e que buscam resolver problemas complexos, necessitam de interações frequentes e contato face a face entre os agentes envolvidos, ou seja, o contato face a face e a co-localização continuam importantes para aglomeração de indivíduos altamente qualificados e empresa, entre outros agentes (CASTELLS, 2001; POWELL, SENALMAN, 2004; STORPER, VENABLES, 2004).

Adicionalmente, de acordo com Boschma (2005), a importância da proximidade geográfica, e assim da co-localização dos agentes, não pode ser avaliada de forma isolada, esta deve ser relacionada a outras dimensões de proximidades que são importantes para a troca de conhecimento, como a cognitiva, a organizacional, a social e a institucional.

Entre os diferentes tipos de proximidade, a cognitiva também é importante quando se discute o papel do conhecimento e de seus transbordamentos via mobilidade de trabalhadores qualificados. A proximidade cognitiva é o conhecimento base da empresa, nas quais suas atividades são desenvolvidas, acumulado por parte das empresas é aquele conhecimento relacionado às suas rotinas e processos.

O fato de diferentes agentes terem a mesma base de conhecimento cognitivo é uma condição para que os agentes consigam se comunicar, compreender, absorver e processar informações de maneira bem-sucedida. Por isso, diferentes bases de conhecimento entre os agentes podem dificultar na transferência deste. Quando as pessoas compartilham a mesma base de conhecimento, é possível aprender com o próprio conhecimento já adquirido e, por essa razão, aumenta a velocidade e a eficiência da aquisição de informação. Assim, a proximidade cognitiva permite estabelecer, de modo mais fácil, canais próprios e específicos de comunicação (BOSCHMA, 2005).

Portanto, a proximidade cognitiva é importante para que as pessoas aprendam uma com as outras, facilitando assim a comunicação, criação e difusão de conhecimento. Deste

modo, quando os trabalhadores qualificados se movem para atividades econômicas que tem a mesma base do conhecimento e que estão ligadas às atividades inovativas, tal movimento gera um efeito importante para a inovação. Tal fato corrobora com a percepção de que a entrada de funcionários mais qualificados em uma empresa tende a ser mais benéfica para a inovação, comparativamente aos trabalhadores em geral, com ensino superior.

A influência da movimentação dos trabalhadores qualificados na inovação depende também da capacidade de absorção da empresa. O conhecimento é um componente crítico para a inovação e, muitas vezes, a absorção não ocorre de maneira simples. Para se absorver conhecimento é necessário algum tipo de capacidade de absorção por parte dos agentes da firma ou de alguma forma de uso institucionalizados deste conhecimento. A capacidade de absorção, conforme definido por Cohen e Levinthal (1990), depende de uma série de fatores, entre eles o conhecimento prévio gerado e desenvolvido na empresa, como: habilidades básicas, idiomas compartilhados ou conhecimentos a respeito de desenvolvimentos científicos e tecnológicos de certa área. Assim, quanto maior o nível (porcentagem) de funcionários qualificados nas empresas, mais estas tendem a aumentar a habilidade que a firma tem para reconhecer, assimilar e aplicar o conhecimento em suas atividades (COHEN, LEVINTHAL, 1990). Isto é, nada adianta a empresa receber trabalhadores qualificados, se não os ocupa com atividades ligadas ao conhecimento, à inovação e não possuir atividade nesta linha.

Neste sentido, conforme já apontado por vários autores, a mobilidade de trabalhadores qualificados é considerada uma das formas de viabilizar a troca de conhecimento, seja formal ou informal, por meio do contato face a face, (STORPER, VENABLES, 2004; ALMEIDA, KOGUT, 1999).

Analisando no nível da firma, quando um funcionário muda de uma empresa para outra, ele transfere, além de seu conhecimento formal e suas habilidades que serão empregadas nesta nova atividade, também conhecimentos tácitos (ALMEIDA, KOGUT, 1999). Ademais, esse novo trabalhador pode possuir também redes de contatos que se tornam acessíveis pela nova empresa, sendo assim, um benefício possível de ser acessado pela nova contratante. Assim, a mobilidade de trabalhadores qualificados pode impactar a inovação, uma vez que possibilita a existência de canais de interação e de fluxo de conhecimento tácito do antigo para o novo empregador (KIM, MARSCHKE, 2005).

No trabalho desenvolvido por Kaiser, Kongsted e Ronde (2015), os resultados obtidos mostraram que a maior movimentação de trabalhadores qualificados está

associada com o aumento nas atividades inovativas da empresa. Um trabalhador que entra em uma firma patenteadora tem uma produtividade seis vezes maior do que um trabalhador que permanece na firma atual (não patenteadora). Esse resultado é maior quando a mobilidade ocorre entre duas empresas patenteadoras, dado que a troca mútua aumenta o patenteamento total das empresas, viabilizados pela transferência de conhecimento entre estes agentes. Comparativamente, os resultados obtidos nesta dissertação mostram que a mobilidade de trabalhadores tem influência sobre o nível de patenteamento das empresas, na linha dos resultados apresentados em Kaiser, Kongsted e Ronde (2015). Entretanto, no presente trabalho, não foi possível fazer uma avaliação direta para analisar se o trabalhador se movimentou de uma empresa patenteadora ou não.

Adicionalmente, Braunerhjelm, Ding e Thulin (2020) analisam o efeito da mobilidade de trabalhadores no nível da firma. Este artigo aplicou uma estratégia empírica semelhante à adotada nesta dissertação, utilizando um modelo Binomial Negativa, com variável dependente (número de patentes no nível da firma) sendo dados de contagem que apresentam sinais de sobredispersão. A partir deste modelo, os resultados encontrados pelos autores mostram que a mobilidade de trabalhadores qualificados da área de P&D possui um impacto positivo e fortemente significativo sobre a produção de inovação da empresa, e que o conhecimento incorporado no trabalhador influencia a inovação, quando este entra em uma nova ocupação. Os resultados encontrados nesta dissertação mostram também que a mobilidade destes trabalhadores afeta a inovação no nível da empresa.

As redes de contato inter-organizacionais são outro canal importante para difusão do conhecimento tanto na literatura da inovação, quanto analisando especificamente a mobilidade de trabalhadores qualificados. As pessoas, ao se movimentarem, trazem consigo suas redes de contato e isso pode gerar a possibilidade de geração de novas redes de interações entre diferentes agentes, elevando assim o compartilhamento de conhecimento e trazendo benefícios para a empresa inovadora (POWELL, KOPUT, SMITH-DOERR, 1996). Por isso, a mobilidade de trabalhadores indica um fluxo de conhecimento do antigo para o novo empregador (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015). Nesta linha, um exemplo importante das redes de contatos pode ser analisado no caso do Vale do Silício. Saxenian (1994) argumenta que “pular empregos” (*job-hopping*) é importante para o desempenho inovador das empresas presentes na região, visto que existe um favorecimento da troca de profissionais entre as empresas, seja das relações formais ou informais entre eles. A autora mostra que as empresas se favoreceram da troca

de profissionais entre elas e das relações “fora dos negócios” (*off business*) entre eles. E que as relações informais contribuíram para elevar o fluxo de informações do conhecimento tácito, por meio de redes de interação.

Com base nos resultados estimados nesta dissertação, além da mobilidade em si, é importante destacar alguns resultados sobre os trabalhadores POTEK. Estes são trabalhadores que estão registrados em ocupações relacionadas às áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemáticas (também chamados de STEM) e possuem maior impacto sobre a atividade de patenteamento (Modelo 3 e 9) comparativamente a trabalhadores com nível superior (Modelo 7 e 11). A importância dos trabalhadores POTEK está relacionado ao fato de que estes possuem uma rede social e profissional importante para a disseminação das externalidades do conhecimento e estão diretamente ligados à produção de conhecimento e uso e disseminação de novas tecnologias (MIGUELEZ, TEMGOUA, 2020). Além disto, são trabalhadores com maior renda e empregos mais estáveis.

Nesta linha, os resultados apresentados nos modelos apontam que o efeito de mobilidade de trabalhadores qualificados classificados como POTEK é maior, em todos os modelos estimados, do que a movimentação de trabalhadores classificados com ensino superior - como mostra as estimações Tobit, no modelo 9 com a mobilidade de trabalhadores POTEK e no modelo 11 com a mobilidade de trabalhadores com ensino superior. Dessa forma, é possível perceber que os funcionários classificados como POTEK apresentam-se como uma *proxy* mais adequada para estudar as atividades inovativas, visto que estes estão diretamente ligados em atividades de ciência e tecnologia (C&T) e de pesquisa e desenvolvimento (P&D) (COSTA, 2019; ARAUJO, CAVALCANTE, ALVES, 2009).

Além disso, destaca-se que a classificação de trabalhadores com ensino superior é ampla, considerando trabalhadores de todas as áreas do conhecimento, que nem sempre estão envolvidos diretamente na produção do conhecimento. Esta diferença na composição dos trabalhadores qualificados, pode ser visualizada nos modelos, uma vez que, a mobilidade destes trabalhadores com ensino superior apresentou menor influência sobre a inovação do que a mobilidade daqueles classificados como POTEK.

Outro ponto relevante a se apontar é que a inovação não ocorre apenas por meio dos recursos próprios da firma (adquiridos ou gerados internamente), ocorrem também parcerias e acordos de cooperação, nos quais são possíveis obter acesso aos recursos externos à empresa. Com isto, destaca-se que o processo de inovação é colaborativo, na

linha do conceito de inovação aberta (CHESBROUGH, 2003). Este novo cenário, conjuntamente com a importância da troca de conhecimento no contexto atual, aponta para um papel mais relevante da mobilidade de trabalhadores qualificados e seu impacto na inovação das empresas.

Além da mobilidade de trabalhadores qualificados, outros fatores que afetam a inovação foram controlados nos modelos estimados, tanto no nível da firma, quanto da região. Especificamente, foram controlados: tamanho da firma, pedidos de patentes no triênio anterior, colaboração entre empresas e grupos de pesquisa, setor de atuação firma, P&D Universitário e P&D Local da microrregião em que a empresa está localizada.

Em relação as **variáveis independentes de controle no nível da firma**, alguns resultados podem ser discutidos. A variável relacionada ao tamanho da empresa tem sinal positivo e significativo, evidenciando o fato de que as empresas maiores tendem a inovar mais, muitas vezes, com maior poder financeiro para investir em atividades de P&D. Além de ter áreas específicas voltadas para estas atividades (COHEN, KLEPPER, 1996). Tal resultado, encontra-se em linha com a literatura da inovação.

Um outro aspecto que influencia na inovação, e que foi controlado, é o histórico de pedidos de patentes em anos anteriores das empresas consideradas inovadoras. O modelo mostra que as empresas que patentearam no triênio anterior, tendem a patentear mais. Além disso, Kaiser, Kongsted e Ronde (2015) destacam que a mobilidade de trabalhadores entre empresas que patenteiam é maior do que empresas que não patenteiam. Os efeitos da mobilidade sobre a inovação são mais evidentes em empresas inovadoras, ou seja, o fato de a empresa ter um histórico de inovação gera melhores resultados, do que as empresas que não inovam (BRAUNERHJELM, DING, THULIN, 2020).

A trajetória tecnológica corresponde a direção do desenvolvimento tecnológico, na qual as empresas escolhem determinadas tecnologias, visando seus lucros (NELSON, WINTER, 1977). A partir de decisões tecnológicas, as trajetórias das firmas estão condicionadas ao acúmulo de conhecimento científico e tecnológico prévio, o que influencia no processo inovativo das empresas. Portanto, os resultados obtidos indicam que empresas que tem um histórico de patentes tendem a inovar mais, possuindo um efeito positivo e significativo sobre a inovação nos modelos estimados (Modelo 3 e 7).

Em relação à variável de colaboração entre as empresas e as universidades, o resultado nos modelos estimados foi positivo e significativo. Isto é, as estimações apontam que a colaboração entre os dois agentes pode influenciar positivamente a

inovação no nível da firma. Tal resultado é compatível com o esperado na literatura da inovação, uma vez que, o conhecimento científico que há dentro das universidades pode influenciar na inovação (KAISER *et al.*, 2018) e as universidades atraem agentes inovadores e investimentos em P&D para as regiões em que estão localizadas (JAFFE, 1993).

O setor de atuação da empresa, nesta dissertação separada em três setores: indústrias extrativas, indústrias de transformação e eletricidade e gás, não foi significativo nos modelos estudados. Porém, esse resultado é contraintuitivo, uma vez que na literatura da Inovação, existe a percepção de que o setor influencia diretamente no nível de patenteamento das empresas (*proxy* utilizada). Tal ideia está ligada ao fato de que os padrões setoriais são diferentes entre atividades econômicas, devido às diferentes trajetórias e paradigmas tecnológicos escolhido pelas empresas. De acordo com diferentes setores, existem diferenças nas condutas das atividades inovativas, baseadas nas características tecnológicas e econômicas dos setores da economia (MALERBA, 1992). Nesta linha, o resultado apresentado na dissertação pode ter sido influenciado pelos dados disponíveis e pelo uso de variáveis *dummies* nas estimações, uma vez que, a maior parte das empresas estudadas correspondem ao setor de indústrias de transformação, possuindo os demais setores uma baixa participação na amostra. Outra explicação para tal resultado, pode estar relacionado ao nível de agregação escolhido, uma vez que a indústria de transformação engloba uma série de divisões distintas e com características inovativas diferentes.

Analizou-se também as **variáveis independentes de controle no nível da região**. É importante controlar estas variáveis, uma vez que o conhecimento flui de maneira mais fácil entre agentes que estão localizados próximos uns dos outros (BRESCHI, LISSONI, 2009) e, portanto, a localização dos trabalhadores influencia nos transbordamentos locais de conhecimento e conseqüentemente na inovação das empresas. Nessa linha, uma das variáveis controladas foi o nível de pesquisa e desenvolvimento universitário realizado localmente (P&D Universitário). A literatura mostra que as universidades têm um papel importante para a difusão do conhecimento, sendo um importante apoio para as atividades inovativas das empresas (JAFFE *et al.*, 1993; ARMSTRONG, 1994).

Entretanto, nos modelos estimados, o resultado apresentou sinal negativo e não foi estatisticamente significativo. Tal resultado pode estar relacionado ao nível de análise do trabalho, com foco na firma. Mesmo que a presença de universidade e pesquisa local gere um transbordamento local, este pode não ser diretamente medido com efeito da

inovação no nível da empresa. Mais uma questão que pode explicar a falta de significância desta variável está ligada com a variável de colaboração entre empresa e universidade. A variável de colaboração é estatisticamente significativa, esse controle da colaboração pode ser entendido como uma relação da empresa com P&D Universitário, uma vez que as empresas tendem a colaborar mais localmente. Destaca-se que a inclusão ou não dessa variável ao modelo, conforme estimações realizadas, não alterou significativamente as estimações dos parâmetros.

A última variável adicionada no nível regional foi a medida de pesquisa e desenvolvimento local (P&D Local). Esta variável mede a patente regional em cada microrregião em que a empresa está localizada. Nas estimações ela possui sinal positivo e é estatisticamente significativa em todos os modelos estimados. Tal resultado, aponta que a localização das empresas pode influenciar na inovação, devido a existência de possíveis transbordamentos de conhecimento entre empresas que estão localizadas mais próximas umas das outras. Nesta linha, destaca-se a troca de conhecimento entre trabalhadores qualificados que pode ocorrer entre os trabalhadores que estão mais próximos geograficamente, seja por meio formais ou informais de comunicação. Estas trocas são mais intensas quando se possui proximidade física, especificamente pelo contato face a face. Trocas de conhecimento entre agentes em regiões mais inovadoras, tendem a possuir maior nível de informação e conhecimento ligado à atividade inovativa (BRESCHI, LISSONI, 2009; ALMEIDA, KOGUT, 1999).

Por fim, os resultados encontrados nas estimações corroboram com a hipótese deste trabalho, de que a maior movimentação de trabalhadores qualificados tende a influenciar os resultados inovadores das empresas, controlados os demais fatores. Isso porque a mobilidade de trabalhadores qualificados possibilita a ocorrência de transbordamentos de conhecimento e essa troca ocorre de forma mais eficiente quando os agentes estão mais próximos, especificamente pela possibilidade do contato face a face. A proximidade física possibilita que a troca ocorra de forma mais facilmente porque reduz problemas de assimetria de informação, problemas de incentivos e ajuda na socialização entre os agentes. Outro ponto importante, são as redes de contato, pois os trabalhadores ao se movimentarem levam consigo suas redes de contato e podem gerar a interação de diferentes redes, aumentando assim o compartilhamento de conhecimento e isto traz benefícios para as empresas inovadoras. Além disso, o “pulo de emprego” (*job-hopping*) favorece o desempenho inovador das empresas presentes em uma determinada região,

impulsionando troca de conhecimento entre os profissionais, sejam estes formais ou informais.

6 CONCLUSÃO

A mobilidade de trabalhadores qualificados entre empresas é um dos fatores, no nível da firma, que pode aumentar o fluxo de conhecimentos entre agentes, seja formais e informais. Neste contexto, o conhecimento tácito é importante uma vez que é fonte de inovação e de competitividade para as empresas, devido à sua relevância para a difusão de conhecimento entre interações locais (LUNDVALL *et al.*, 2002). A troca de conhecimento ocorre pela proximidade física, em particular pelo do contato face a face, sendo este um fator relevante, que influencia as atividades inovativas das empresas (STORPER, VENABLES, 2004; BRAUNERHJELM, DING, THULIN, 2020). Um dos modos de transmitir o conhecimento, principalmente o conhecimento tácito é a mobilidade de trabalhadores qualificados. O contato face a face é um dos meios em que o conhecimento se espalha, quando os empregados se movimentam de uma empresa para outra, eles colaboram para a troca de conhecimento entre as empresas (BOSCHMA, ERIKSSON, LINDGREN, 2009). A mobilidade de trabalhadores qualificados trará um fluxo de conhecimento para o novo empregador (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015).

Apesar de já existir trabalhos que estudam a mobilidade de trabalhadores qualificados (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015; BRESCHI *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2020), o diferencial desta dissertação é analisar a mobilidade no nível da firma. Neste contexto, o objetivo desta dissertação foi **analisar a mobilidade de trabalhadores qualificados nas empresas inovativas brasileiras em dois triênios específicos (2006-2008 e 2009-2011) e medir a influência da mobilidade de trabalhadores qualificados na inovação.**

Do ponto de vista da metodologia adotada no presente trabalho, não há consenso sobre a construção de uma medida de mobilidade de trabalhadores para a nível da firma. Desta forma, outra contribuição deste trabalho é o mapeamento da mobilidade de trabalhadores entre firmas inovativas no Brasil, construindo uma *proxy* para mensurar tal fenômeno.

A partir dos dados disponíveis da RAIS ID e do INPI, foi construída a base de dados dos trabalhadores das empresas inovativas brasileiras de 2006 a 2011. Os dados do INPI foram usados como *proxy* para a variável de inovação. Para a sua construção, buscou-se todas as empresas com CNPJ que realizaram pelo menos um pedido de patentes entre 2006 a 2011 e, a partir dessas informações, realizou-se a pesquisa dos empregados registrados nestas empresas na informações da RAIS ID. Adicionalmente, dado a

necessidade de selecionar empresas com perfil inovador, optou-se por utilizar informações das empresas do setor de indústrias de transformação, indústrias extrativas e eletricidade e gás. A **variável independente de interesse** foi construída com base nas informações dos trabalhadores destas empresas patenteadoras. Para tal, utilizou-se a informação do trabalhador no ano de 2008 e verificou-se o histórico de registro da RAIS deste mesmo trabalhador em anos anteriores, analisando assim a mobilidade deste trabalhador entre empresas, sejam elas inovadoras ou não. As demais **variáveis independentes de controle** foram obtidas por meio das informações já recolhidas na RAIS ID e de outra base de dados, como DGP do CNPQ, INEP e IBGE.

Para a construção da mobilidade foram considerados trabalhadores qualificados aqueles que estão registrados em ocupações técnicas-científicas (POTEC) ou que possuem ensino superior completo. Analisou-se a movimentação desses dois grupos de trabalhadores em separado a partir das informações do histórico de registros destes trabalhadores. Nesta primeira análise descritiva, verificou-se que os trabalhadores classificados como POTEC se movem mais que os trabalhadores com ensino superior completo. Além disso, essa medida de movimentação varia entre os setores da economia, tendo assim um importante componente setorial que explica a movimentação de trabalhadores, para além de sua qualificação.

A partir do estudo da mobilidade no período analisado, foi realizada uma estimação para avaliar se a mobilidade de trabalhadores qualificados influencia na inovação das empresas inovadoras brasileiras. As informações das variáveis respostas são dados de contagem e possuem apenas valores inteiros não negativos, por isso, estimou-se o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição de Poisson e com distribuição Binomial Negativa para correção de problemas de sobredispersão dos dados. Ademais, outro modelo estimado foi o modelo Tobit censurada no zero, pois não há informações disponível da variável dependente em algumas unidades da amostra, entretanto os dados das variáveis independentes estão disponíveis.

Os resultados das estimações econométricas mostraram que a mobilidade de trabalhadores qualificados, sejam estes classificados como POTEC ou com ensino superior completo, podem influenciar positivamente sobre os resultados inovativos das empresas. A explicação para tal resultado deve-se a alguns fatores, como a importância do conhecimento nas atividades econômicas atuais, pois ao se movimentar o trabalhador gera novas possibilidades de trocas de conhecimentos, principalmente de conhecimento tácito.

Os resultados encontrados nesta dissertação estão de acordo com o apresentado na literatura (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015; BRAUNERHJELM, DING, THULIN, 2020).

As possibilidades de troca de conhecimento ocorrem principalmente devido à proximidade física, especificamente via contato face a face. Este contato é importante para os processos inovativos, pois influencia na comunicação entre os funcionários, portanto, é uma maneira eficiente de troca de conhecimento, seja ele formal ou informal. O contato face a face possibilita principalmente o aproveitamento de conhecimento tácito de outras empresas inovadoras, devido às redes de contatos, entre empregados e entre as empresas.

Assim, ao se movimentar de uma empresa para outra ou quando o funcionário “pula de empregos” (SAXENIAN, 1994), o trabalhador leva o conhecimento consigo, adicionando novas pessoas em suas redes. Além de ter possibilidade de continuar realizando contato com seus antigos colegas e isso contribui para aumentar o fluxo de informações por causa das redes de contato. Por essa razão, a mobilidade de trabalhadores qualificados pode indicar uma possibilidade de fluxo de conhecimento tácito do antigo para o novo empregador.

A partir dos resultados obtidos nas estimações econométricas, nota-se que a mobilidade de trabalhadores POTEK possui maior influência nos resultados inovativos das empresas analisadas, do que os de trabalhadores com ensino superior completo. Isso ocorre porque os trabalhadores POTEK podem estar empregadas em atividades mais diretamente ligados à ciência, à tecnologia e à pesquisa e desenvolvimento. Este resultado, está em conformidade com resultados já disponíveis na literatura (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015).

Nas estimações apresentadas, as variáveis de controle no nível da firma foram significativas e com resultado conforme o esperado, exceto a variável para controle do setor. A possível explicação para este resultado pode estar relacionada com o pouco número de empresas na amostra do setor de indústrias extrativas e de eletricidade e gás. Já no nível da região, a variável de P&D Universitário não foi significativa, provavelmente a medida utilizada pode não ter um impacto direto nas atividades inovativas no nível da firma. Por fim, um resultado a ser destacado é que o P&D local foi significativo, indicando que a troca de conhecimento local tende a ocorrer entre agentes que estão mais próximos geograficamente e impactam o resultado inovativos das empresas.

Com base nos resultados apresentados, as políticas que podem ser adotadas estão ligadas com as redes de contato. As redes de contato inter-organizacional são uma fonte importante de troca de conhecimento entre trabalhadores. Essa rede de contato pode gerar uma interação eficaz entre pessoas, grupos e organizações, aumentando assim, o conhecimento criado inicialmente de forma individual pelos indivíduos. É possível compartilhar competências, como o conhecimento, prática, valores, processos e culturas em favor de um projeto comum. Além disso, de acordo com Saxenian (1994) “pular empregos” (*job-hopping*) favorece o desempenho inovador das empresas presentes numa mesma região, pois há benefícios nessa troca de trabalhadores para ambas as empresas, sejam nas relações formais ou informais.

Nesta linha, políticas e meios de aumentar a troca de conhecimento devem focar em encontrar estratégias para estabelecer e fortalecer conexões entre trabalhadores qualificados e os seus demais pares diretamente ou indiretamente ligados, via redes de contato. Portanto, aproveitar o conhecimento e as redes de contatos destes funcionários para criar um canal de comunicação entre as empresas, isso facilita mesmo após a movimentação deste funcionário.

Por fim, é possível apontar limitações e agenda de pesquisas futuras. Uma das limitações do presente trabalho está relacionada ao reduzido número de empresas ligadas aos setores de indústrias extrativas e eletricidade e gás. Além disso, a desagregação do setor de indústrias de transformação poderia trazer resultados interessantes a pesquisa. Em relação ao horizonte temporal utilizado, a atualização dos dados pode fornecer resultados mais próximos da realidade dos últimos anos. Ademais, na construção da mobilidade de trabalhadores qualificados não foi controlado se a movimentação ocorreu entre empresas inovadoras ou entre empresas que patenteiam ou não patenteiam, isto é, não foi possível analisar o histórico da empresa do trabalhador que se movimentou, conforme estratégia adotada em alguns trabalhos e que podem gerar resultados relevantes para a análise da mobilidade de trabalhadores qualificados (KAISER, KONGSTED, RONDE, 2015; BRAUNERHJELM, DING, THULIN, 2020).

REFERÊNCIAS

ADAMS, P.; FREITAS, I. M. B.; FONTANA, R. Strategic orientation, innovation performance and the moderating influence of marketing management. **Journal of Business Research**, v. 97, p. 129-140, 2019.

ALBUQUERQUE, E. M. Domestic patents and developing countries: arguments for their study and data from Brazil (1980-1995). **Research Policy**, v. 29, n. 9, p. 1047- 1060, 2000.

ALMEIDA, P.; KOGUT, B. Localization of knowledge and mobility of engineers in regional networks. **Manage Science**, v. 45, n. 7, jul. 1999.

ARAÚJO, V. C. Dimensão local da inovação no Brasil: determinantes e efeitos de proximidade. Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**, 2013.

ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (Rais). **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 5, p. 16-21, dez. 2009.

BALAN, P.; LINDSAY, N. Developing innovation capability measures for the services sector: an exploratory study. **Anais Regional frontiers of entrepreneurship research**, 2007.

BARBOSA, C. A.; ZILBER, M. A.; TOLEDO, L. A. A aliança estratégica como fator de vantagens competitivas em empresas de TI—um estudo exploratório. **INMR-Innovation & Management Review**, v. 6, n. 1, p. 30-49, 2009.

BEAUDRY, C.; SCHIFFAUEROVA, A. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 318–337, 2009.

BOSCHMA, R.; ERIKSSON, R.; LINDGREN, U. How does labour mobility affect the performance of plants? The importance of relatedness and geographical proximity. **Journal of Economic Geography**, v. 9, n. 2, p. 169-190, 2009.

BLUNDELL, R. *et al.* Dynamic count data models of technological innovation. **The Economic Journal**, v. 105, n. 429, p. 333-344, 1995.

BLUNDELL, R. *et al.* Individual effects and dynamics in count data models. **Journal of econometrics**, v. 108, n. 1, p. 113-131, 2002.

BRAUNERHJELM, P.; DING, D.; THULIN, P. Labour market mobility, knowledge diffusion and innovation. **European Economic Review**, v. 123, p. 103386, 2020.

BRESCHI, S.; LISSONI, F. Mobility of skilled workers and co-invention networks: an anatomy of localized knowledge flows. **Journal of economic geography**, 2009.

BRESCHI, S.; *et al.* STEM migration, research, and innovation. **Research Policy**, 2020.

BRESCHI, S.; LENZI, Ca. Spatial patterns of inventors' mobility: Evidence on US urban areas. **Papers in Regional Science**, v. 89, n. 2, p. 235-250, 2010.

CALMANOVICI, C. E. A inovação, a competitividade e a projeção mundial das empresas brasileiras. **Revista USP**, n. 89, p. 190-203, 2011.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. Regression analysis of count data. **Cambridge university press**, 2013.

CASTELLS M. The Internet Galaxy. **New York: Oxford Univ. Press**, 2001.

CHESBROUGH, H. Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology. **Harvard Business School Publishing**, 2003.

CINCERA, Michele. Patents, R&D, and technological spillovers at the firm level: some evidence from econometric count models for panel data. **Journal of Applied econometrics**, v. 12, n. 3, p. 265-280, 1997.

CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. Open Innovation: Researching a New Paradigm. **Oxford: Oxford University Press**, 2006.

COHEN, W. M.; KLEPPER, S. Firm size and the nature of innovation within industries: the case of process and product R&D. **The review of Economics and Statistics**, p. 232-243, 1996.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, A. D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative science quarterly**, 1990.

CORREDOIRA, R. A.; ROSENKOPF, L. Should auld acquaintance be forgot? The reverse transfer of knowledge through mobility ties. **Strategic Management Journal**, v. 31, n. 2, p. 159-181, 2010.

COSTA, A. R. Mobilidade de trabalhadores qualificados e a inovação regional no Brasil. Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**, 2019.

COSTA, A. R.; *et al.* The mobility of skilled workers and innovation in Brazil. In: **XLVII Encontro Nacional de Economia, ANPEC**, 2019.

CRÉPON, B.; DUGUET, E. Estimating the innovation function from patent numbers: GMM on count panel data. **Journal of Applied Econometrics**, v. 12, n. 3, p. 243-263, 1997.

DAHLANDER, L.; GANN, D. M. How open is innovation? **Research Policy**, v.39, p.699-709, 2010.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

- GLAESER, E. L. *et al.* Growth in cities. **Journal of political economy**, v. 100, n. 6, p. 1126-1152, 1992.
- GONÇALVES, E. O padrão espacial da atividade inovadora Brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007.
- GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **The Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1, p. 92-116, 1979.
- HALL, B. H. Innovation and diffusion. **Cambridge, MA: The National Bureau of Economic Research**, 2004.
- HANSEN, M. T.; BIRKINSHAW, J. The innovation value chain. **Harvard business review**, v. 85, n. 6, p. 121, 2007.
- HILBE, J. M. Negative binomial regression. **Cambridge University Press**, 2011.
- JAFFE, A. B. Real effects of academic research. **American Economic Review**, v. 79, n. 5, p. 957-970, 1989.
- JACOBS, J. The Economics of Cities Random House. **New York, NY**, 1969.
- JAFFE A. B.; TRAJTENBERG, M.; HENDERSON, R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. **Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577-598, 1993.
- KAISER, U.; KONGSTED, H. C.; RONDE, T. Does the mobility of R&D labor increase innovation? **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 110, p. 91-105, 2015.
- KAISER, U. *et al.* Experience matters: The role of academic scientist mobility for industrial innovation. **Strategic Management Journal**, v. 39, n. 7, p. 1935-1958, 2018.
- KIM, J.; MARSCHKE, G. Labor mobility of scientists, technological diffusion, and the firm's patenting decision. **RAND Journal of Economics**, p. 298-317, 2005.
- LENZI, C. Workers' mobility and patterns of knowledge diffusion: evidence from Italian data. **The Journal of Technology Transfer**, v. 35, n. 6, p. 651-670, 2010.
- LINDSEY, J. K. On the use of corrections for overdispersion. **Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)**, v. 48, n. 4, p. 553-561, 1999.
- LUNDEVALL, B. (ed.) National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning, **London: Pinter**, 1992.
- LUNDEVALL, B. The social dimension of the learning economy. **DRUID Working Paper**, n.96, abr., 1996.
- LUNDEVALL, B. *et al.* National systems of production, innovation and competence building. **Research policy**, v. 31, n. 2, p. 213-231, 2002.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. In search of a useful theory of innovation. In: **Innovation, economic change and technology policies**. Birkhäuser, Basel, 1977. p. 215-245.

NELSON, R. R.; WINTER, S.G. An Evolutionary Theory of Economic Change. **Cambridge (MA), Belknap**, 1982.

MARÔCO, J. **Análise de equações estruturais: Fundamentos teóricos, software e aplicações**. ReportNumber, Lda, 2010.

MASCARINI, S. Inovação e território: análise dos fatores locais que afetam a inovação no Brasil. Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**, 2017.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J.A. Generalized Linear Models. **Chapman & Hall**, London, 1989.

MERRILL S. A.; COOPER R. S. Trends in industrial research and development: evidence from national data sources. In **Securing America's Industrial Strength**. pp. 99-116. Washington, DC: Board Sci., Technol., Econ. Policy. Natl. Res. Counc, 1999.

MIGUELEZ, E.; TEMGOUA, C. N. Inventor migration and knowledge flows: A two-way communication channel? **Research Policy**, v. 49, n. 9, p. 103914, 2020.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)**, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.

NICOLETTI, G.; SCARPETTA, S. Regulation, productivity and growth: OECD evidence. **Economic policy**, v. 18, n. 36, p. 9-72, 2003.

OCDE, Manual de Oslo. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. **Organizações para cooperação e desenvolvimento econômico e gabinete estatístico das comunidades Europeias: 3ª edição**, 2005.

PATRUCCO, P. P. Social and contractual interactions in the production of technological knowledge. **Information Economics and Policy**, v. 14, n. 3, p. 405-416, 2002.

PAULA, G. A. Modelos de Regressão: com apoio computacional. **IME-USP São Paulo**; 2013.

PORTER, M. E. The competitive advantage of nations. **New York: Free Press**, 1990.

PORTER, M. E. Clusters and new economics of competition. **Harvard Business Review**, p. 77-90, November-December 1998.

PORTER, M. E. Competição (on competition): estratégias competitivas essenciais. 10. ed. **Rio de Janeiro: Campus**, 1999. 515 p.

PORTER, M. E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. **New York: Free Press**, 1980.

POSSAS, M. L. Economia evolucionária neo-schumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 281-305, 2008.

POWELL, W. W.; 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.

POWELL, W. W.; SNELLMAN, K. The Knowledge Economy. **Annual Review of Sociology**, 2004.

QUINTANE, E, *et al.* Innovation as a knowledge-based outcome. **Journal of knowledge management**, 2011.

RAHKO, J. Knowledge spillovers through inventor mobility: the effect on firm-level patenting. **The Journal of Technology Transfer**, v. 42, n. 3, p. 585-614, 2017.

ROGERS, E. M. Diffusion of innovations. **New York: The Free Press**, 1962.

ROSENBERG, N. Perspectives on technology. **Cambridge: Cambridge University Press**, 1976.

ROSENKOPF, L.; ALMEIDA, P. Overcoming local search through alliances and mobility. **Management science**, v. 49, n. 6, p. 751-766, 2003.

ROPER, S.; LOVE, J. H. Knowledge context, learning and innovation: an integrating framework. **Industry and Innovation**, v. 25, n. 4, p. 339-364, 2018.

SAXENIAN, A. Regional advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128. **Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press**, 1994.

SAXENIAN, A. From brain drain to brain circulation: transnational communities and regional upgrading in India and China. **Studies in comparative international development**, 2005.

SCHMITZ, H. Collective efficiency: growth path for small-scale industry. **Journal of Development Studies**, v. 31, n. 4, 1995.

SCHUMPETER, J. The Theory of Economic Development. **Harvard University Press, Cambridge Massachusetts**, 1934.

SCHUMPETER, J. Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico (1 ed., 1934). Tradução de Maria Sílvia Possas. Coleção Os Economistas. **São Paulo: Nova Cultural**, 1997.

SCHMITZ, H; NADVI, K. Clustering and industrialization: introduction. **World Development**, v. 27, n. 9, p. 1503-1514, 1999.

SONG, J. *et al.* Learning-by-hiring: When is mobility more likely to facilitate interfirm knowledge transfer?. **Management science**, v. 49, n. 4, p. 351-365, 2003.

STANIEWSKI, M. W.; NOWACKI, R.; AWRUK, K. Entrepreneurship and innovativeness of small and medium-sized construction enterprises. **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 12, n. 3, p. 861-877, 2016.

STORPER, M.; VENABLES, A. J. Buzz: face-to-face contact and the urban economy. **Journal of economic geography**, v. 4, n. 4, p. 351-370, 2004.

TIGRE, P. B. Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma. **Revista brasileira de inovação**, v. 4, n. 1, p. 187-223, 2005.

TIGRE, P. B. Gestão da inovação. **A economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Campus**, 2006.

TURKMAN, M. A.; SILVA, G. L. **Modelos Lineares Generalizados: da teoria a prática**. Lisboa: Edições SPE, 2000.

VANHAVERBEKE, W.; CLOODT, M. VAN DE VRANDE, V. Connecting absorptive capacity and Open Innovation. **Proceedings of the XX ISPIM Conference**, Viena, 2009.

WIBE, M. D.; NARULA, R. Interactive learning in an innovation system: The case of Norwegian software Companies. **MERIT, Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology**, 2001.

WRIGHT, M. *et al.* Knowledge worker mobility in context: Pushing the boundaries of theory and methods. **Journal of Management Studies**, v. 55, n. 1, p. 1-26, 2018.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à Econometria: Uma Abordagem Moderna. 4. ed, **Editora Cengage**, 2010.

ZIZLAVSKY, O. Innovation performance measurement: research into Czech business practice. **Economic research-Ekonomska istraživanja**, v. 29, n. 1, p. 816-838, 2016.

ZUCKER, L. G.; ARMSTRONG, J. Intellectual capital and the firm: The technology of geographically localized knowledge spillovers. **National Bureau of Economic Research**, 1994.

ZUUR, A. *et al.* Mixed effects models and extensions in ecology with R. **Springer Science & Business Media**, 2009.