

INOVAÇÃO, HABILIDADES E DESIGUALDADE SALARIAL: UMA INVESTIGAÇÃO DO MERCADO DE TRABALHO FORMAL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS¹

Bianca Villamarim²
Eduardo Gonçalves³
Juliana Gonçalves Taveira⁴

Resumo: As implicações do avanço tecnológico sobre o emprego têm sido intensamente estudadas. Evidências para economias avançadas apontam a inovação regional como fonte de disparidades de renda nas cidades e regiões, especialmente quando medida pela atividade de patenteamento. Contudo, a investigação dessa relação nos países em desenvolvimento, como o Brasil, faz necessária a consideração de outras modalidades de inovação, como a aquisição de tecnologia externa por meio do comércio. Este estudo teve como objetivo verificar a existência da relação entre a inovação regional e a desigualdade salarial no mercado formal dos municípios brasileiros entre 2003 a 2014. As estimações por efeitos fixos para o painel de dados municipais identificam a existência dessa relação e apontam que ela não se restringe às áreas urbanas. A sensibilidade dos resultados aos indicadores de inovação adotados indica a maior relevância da difusão de inovações e a aquisição de tecnologia externa para os países em desenvolvimento. Verifica-se também que a diferença de qualificação da força de trabalho é o vetor determinante para a desigualdade no mercado formal dos municípios e apresenta um comportamento não linear na forma de U invertido.

Palavras-chave: Desigualdade salarial. Mercado formal. Inovação. Habilidades. Municípios. Patentes. Bens de capital.

Abstract: The implications of technological advancement on employment have been intensively studied. Evidence for advanced economies points to regional innovation as a source of income disparities in cities and regions, especially when measured by patenting activity. However, the investigation of this relationship in developing countries, such as Brazil, makes it necessary to consider other types of innovation, such as the acquisition of foreign technology through trade. This study aimed to verify the existence of the link between regional innovation and wage inequality in the formal market in Brazilian municipalities between 2003 and 2014. Estimates by fixed effects for the municipal data panel identify the existence of this relationship and point out that it is not restricted to urban areas. The sensitivity of the results to the adopted innovation indicators indicates the greater relevance of the diffusion of innovations and the acquisition of external technology for developing countries. It is also verified that the difference in the qualification of the workforce is the key factor for inequality in the formal market of the municipalities and presents a non-linear behavior in the form of an inverted U-shaped curve.

Keywords: Wage inequality. Formal market. Innovation. Skills. Municipalities. Patents. Capital goods.

JEL Codes: J24, J31, O33, E24, D63.

Área 13: Economia do Trabalho.

1 INTRODUÇÃO

A partir do contraponto entre os benefícios econômicos da inovação e os malefícios do desemprego tecnológico, cada vez mais se põe em questão como os ganhos do crescimento econômico gerado pela inovação são distribuídos na sociedade e quais as consequências desta dinâmica distributiva.

1 Os autores agradecem o apoio da FAPEMIG, CNPq e CAPES.

2 Mestranda em Economia pelo PPGE/FE-UFJF. E-mail: biancavillamarim@gmail.com

3 Professor da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e do PPGE, pesquisador do CNPq. E-mail: eduardo.goncalves@ufjf.edu.br

4 Professora da Faculdade de Economia, UFJF, campus Governador Valadares. E-mail: julianagtaveira@gmail.com

A inovação regional, por sua vez, apresenta mecanismos que podem atenuar ou acentuar seus efeitos distributivos. Trabalhadores de uma localidade se beneficiam dos transbordamentos de conhecimentos proporcionados pelos trabalhadores empregados em firmas e setores inovadores, ainda que este benefício possa não ocorrer de maneira homogênea (LEE, 2011; SHEARMU *et al.*, 2016). Inovação de produto ou processo favorece tipos particulares de empregos e trabalhadores, alterando a composição setorial e ocupacional da economia em uma região. Setores e indústrias mais inovadoras podem fomentar maior dispersão salarial (FAGGIO; SALVANES; VAN REENEN, 2010). Além disso, os trabalhadores mais bem remunerados podem aumentar a demanda por serviços pessoais de baixo custo, sendo que isso também pode levar à polarização do mercado de trabalho (FLORIDA, 2012). Por fim, o *sorting*, fenômeno no qual trabalhadores altamente qualificados tendem a se aglomerar em áreas com mercados de trabalho mais bem remunerados (GLAESER; RESSEGER; TOBIO, 2009), incentiva a capacidade inovadora destas regiões e aumenta destes trabalhadores, levando a processos cumulativos e intensificando os efeitos locais da inovação (LEE, 2011; SHEARMU *et al.*, 2016).

As disparidades na remuneração do trabalho são o vetor determinante para a maior parte da distribuição (AUTOR, 2014). Antecipa-se, ainda, que os efeitos adversos da inovação sobre o trabalho sejam mais intensos em países em desenvolvimento, que dependem mais da difusão de inovação do que da capacidade de criá-la. Nesses países, a inovação se caracteriza principalmente por aquisição de tecnologia externa na forma de máquinas e equipamentos (VIVARELLI, 2014). Esta dependência tecnológica é problemática na medida em que os mecanismos compensatórios dos efeitos negativos advindos das inovações de processo podem agir limitadamente na economia importadora.

O objetivo deste estudo é, portanto, investigar a existência da relação entre inovação e desigualdade e de seus mecanismos operantes nos municípios brasileiros entre 2003 a 2014. Este estudo segue a abordagem típica, primeiramente proposta por Lee (2011), que consiste na desigualdade salarial estimada como uma função do nível de inovação e de um conjunto de características da região e da força de trabalho. A composição das medidas de desigualdade e das características da força de trabalho vale-se das informações dos trabalhadores ocupados em âmbito privado no mercado formal disponíveis nos registros da Relação Anual das Informações Sociais (RAIS). Os indicadores de inovação foram construídos a partir das estatísticas de depósitos de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) e das importações de bens de capital da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX). As variáveis de competências ocupacionais são fundamentadas na base desenvolvida por Maciente (2013).

Este estudo contribui para a literatura de três maneiras. Primeiro, provê evidência empírica do fenômeno para um país em desenvolvimento. Segundo, expande a análise para outras modalidades de inovação ao fazer o uso de medidas que visam refletir a aquisição de tecnologia externa, como as importações de bens de capital. Terceiro, aprofunda a análise da mudança tecnológica com viés de habilidade – *skill-biased technological change* (SBTC) – como fonte de disparidades ao fazer uso de variáveis representativas das competências ocupacionais.

Os resultados indicam que as inovações de produto e processo apresentam efeitos distintos sobre a desigualdade. Enquanto a atividade de patenteamento se relaciona a uma redução da desigualdade salarial, a aquisição de tecnologia externa, particularmente as importações de bens de capital em relação ao total importado, está associada ao aumento das disparidades. Verifica-se também que a diferença de qualificação da força de trabalho é o vetor determinante para a desigualdade no mercado formal dos municípios e apresenta um comportamento não linear na forma de U invertido, sugerindo a atuação da SBTC.

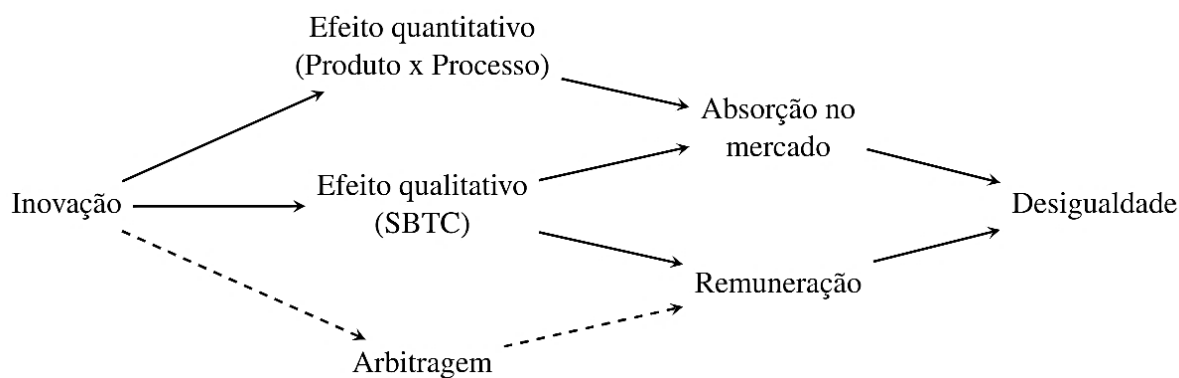
Estruturalmente este trabalho possui cinco seções. Subsequente a esta introdução, a seção 2 traça uma breve revisão da literatura, com foco nos estudos regionais, esboçando os mecanismos pelos quais a inovação pode levar a desigualdade. A seção 3 discorre sobre abordagem empírica adotada, apresentando o modelo e a definição das variáveis. Na seção 4 se encontra a análise dos resultados das estimações e suas respectivas discussões. Por fim, a seção 5 conclui o estudo com considerações sobre suas implicações e limitações.

2 INOVAÇÃO, MERCADO DE TRABALHO E DESIGUALDADE SALARIAL

O aumento da produtividade se configura como impacto direto da inovação sobre a economia. A partir deste ganho de produtividade, suas implicações no mercado de trabalho podem ser definidas em efeito quantitativo e efeito qualitativo. Enquanto o primeiro trata do potencial intensivo ou poupador de trabalho das novas tecnologias, destacando os efeitos adversos da inovação de processo em oposição à de produto (CONTE; VIVARELLI, 2005; VIVARELLI, 2014), o segundo refere-se à maneira como estas afetam as diferentes categorias de trabalhadores — a hipótese da mudança tecnológica com viés de habilidade e sua expansão, com ênfase em tarefas, na hipótese ALM de Autor, Levy e Murnane (2003) (ACEMOGLU, 2002; AUTOR, 2014; AUTOR; LEVY; MURNANE, 2003; CASELLI, 1999). Concomitante aos efeitos diretos no mercado de trabalho, dos ganhos da arbitragem oriundos do processo de destruição criativa (SCHUMPETER, 1982, 1984) podem ocorrer diferenciais entre os trabalhadores empregados em uma firma, setor ou região inovadora e os demais trabalhadores (BALKIN; MARKMAN; GOMEZ-MEJIA, 2000; FAGGIO; SALVANES; VAN REENEN, 2010; FRYDMAN; PAPANIKOLAOU, 2018).

Os efeitos do aumento da produtividade pela introdução ou difusão de uma inovação resultam em aumento da renda dos trabalhadores mais produtivos usando novas tecnologias ou empregados em setores inovadores e perda de postos de trabalho para trabalhadores em ocupações substituíveis de maneira melhor ou menos custosa pela nova tecnologia. Todos esses fatores afetam a estrutura de salários na medida em que a renda do trabalho é determinada pela absorção dos indivíduos ativos e pela remuneração dos indivíduos ocupados no mercado de trabalho. Portanto, dentro deste arcabouço, os efeitos das novas tecnologias sobre a absorção e remuneração do mercado constituem os canais essenciais da relação entre inovação, mercado de trabalho e desigualdade. O diagrama dessa relação se encontra esquematizado na figura 1. Localmente, esses fatores podem atuar por diversos mecanismos relacionados ao contexto espacial, detalhados nos tópicos a seguir e estruturados na figura 2.

Figura 1 – Inovação, mercado de trabalho e desigualdade



Fonte: Elaboração própria.

2.1 TRANSBORDAMENTOS DE CONHECIMENTO

Os transbordamentos de conhecimento são os retornos pela geração de conhecimento usufruídos por agentes que não participaram de sua produção, sem contrapartida para os proprietários. Em outras palavras, os transbordamentos ocorrem por uma incapacidade dos inovadores de internalizar o conhecimento. A proximidade física facilita a transmissão gratuita de informação e a proximidade geográfica proporcionada pelas cidades assegura uma frequente interação entre os agentes (GLAESER *et al.*, 1992). Como resultado, inovações ou outras atividades produtivas podem advir dos transbordamentos de conhecimento (AUDRETSCH; FELDMAN, 1996).

O efeito dos transbordamentos de conhecimento na distribuição de renda local dependerá de quem recebe os benefícios do conhecimento transmitido (LEE, 2011). Se somente os trabalhadores mais qualificados são capazes de absorver este conhecimento, aumentando a própria produtividade, uma versão local da SBTC ocorrerá, ampliando a disparidades da região. Outra possibilidade é que a interação entre os agentes, canal dos transbordamentos de conhecimento, ofereça maiores oportunidades de aprendizados

para os trabalhadores menos qualificados, diminuindo a desigualdade que ocorre em função da distribuição de habilidades (LEE, 2011).

2.2 COMPOSIÇÃO SETORIAL

O arranjo setorial de uma região pode afetar a estrutura de salários por meio de três canais. Primeiro, considerando a divisão entre manufatura e serviços, a inovação apresenta impacto geral negativo sobre o emprego na manufatura e impacto positivo nos setores de serviços mais inovadores e intensivos em conhecimento. Isso porque, apesar da inovação de produto apresentar um impacto positivo em ambos os setores, novas tecnologias na manufatura são caracterizadas principalmente por inovações poupadoras de trabalho, com a compensação via novos produtos recentemente tomando a forma de novos serviços, acelerando o deslocamento secular da manufatura para os serviços (VIVARELLI, 2014).

Segundo, pelas diferenças no prêmio salarial para qualificação dentro de um setor específico. Esta hipótese é reforçada pelas evidências de que a inovação está principalmente associada a disparidades entre as firmas de uma mesma indústria (FAGGIO; SALVANES; VAN REENEN, 2010). Indústrias inovadoras podem apresentar maior dispersão salarial em razão da incerteza dos retornos, novidade da indústria e falta de regulação (LEE, 2011).

Por fim, considerando que os benefícios potenciais dos transbordamentos de conhecimento não são homogêneos entre os setores (BISHOP; GRIPAIS, 2010), as diferenças na demanda por qualificação entre os setores (PERMANA; LANTU; SUHARTO, 2018) também se apresenta como canal de disparidades. A especialização tecnológica em uma região pode intensificar essas diferenças (PERMANA; LANTU; SUHARTO, 2018).

2.3 SERVIÇOS PESSOAIS

Outro mecanismo espacial pode ser entendido no apontamento de Florida (2012), no qual alega que a crescente desigualdade observada nos Estados Unidos reflete os padrões e preferências de consumo da “classe criativa”, que levam a um aumento na demanda por serviços de baixo custo e remuneração, como alimentação e limpeza (DONEGAN; LOWE, 2008).

A teoria da classe criativa é similar a uma implicação da hipótese ALM que sugere que a mudança tecnológica leva ao crescimento do emprego apenas para o limite inferior e superior da distribuição salarial e aumenta as disparidades locais, pois a maioria dos serviços não qualificados e não rotineiros exigem proximidade aos locais de trabalhos do grupo favorecido dos altamente qualificados. Por sua vez, existem evidências de maiores oportunidades de emprego e menores índices de pobreza quando trabalhadores não qualificados estão posicionados próximos aos trabalhadores qualificados. O efeito de uma expansão da demanda por serviços pessoais, portanto, vai depender das magnitudes dos ganhos dos trabalhadores nestes serviços em comparação aos ganhos dos mais qualificados (ANDREASSEN, 2018; DONEGAN; LOWE, 2008; LEE, 2011).

2.4 SORTING

As consequências da SBTC na desigualdade local são intensificadas pelo processo de *sorting*, fenômeno no qual trabalhadores altamente qualificados tendem a se aglomerar em áreas com mercados de trabalho mais bem remunerados (GLAESER; RESSEGER; TOBIO, 2009). Regiões e indústrias inovadoras apresentam maior remuneração (BALKIN; MARKMAN; GOMEZ-MEJIA, 2000; FAGGIO; SALVANES; VAN REENEN, 2010; FRYDMAN; PAPANIKOLAOU, 2018), o que pode atrair trabalhadores com melhores atributos, que por sua vez podem impulsionar a capacidade inovadora, levando a processos cumulativos e distorcendo a distribuição dos níveis de habilidade em uma população (LEE, 2011).

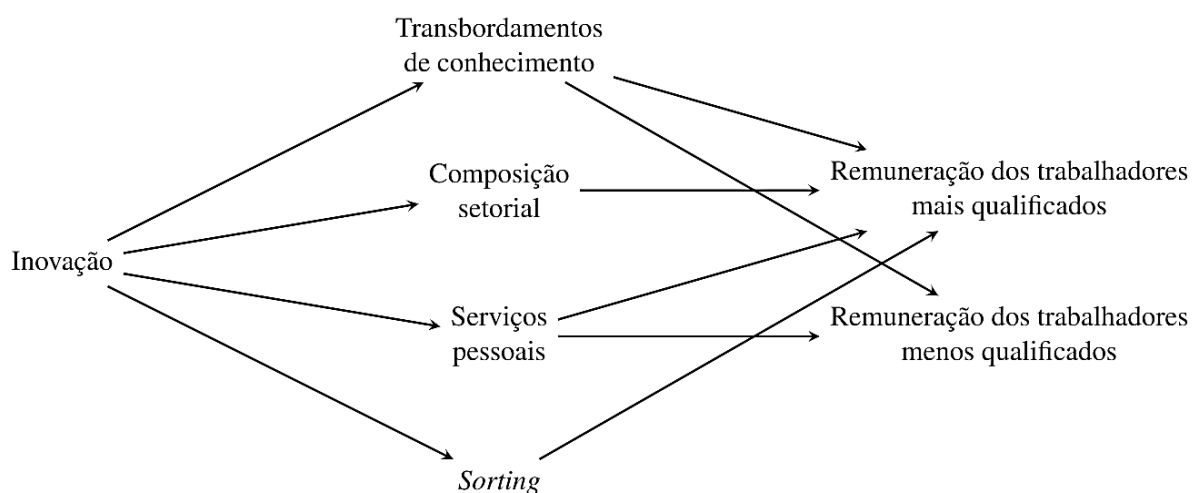
Localmente, enquanto o processo de *sorting* intensifica os efeitos das mudanças tecnológicas com viés de habilidade, este por sua vez é intensificado pelos altos rendimentos recebidos pelas regiões e indústrias inovadoras pelos ganhos da inovação, aumentando cada vez mais sua capacidade de atração de trabalhadores mais qualificados (BALKIN; MARKMAN; GOMEZ-MEJIA, 2000; FAGGIO; SALVANES; VAN REENEN, 2010; FRYDMAN; PAPANIKOLAOU, 2018; GLAESER; RESSEGER; TOBIO, 2009).

2.5 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DA RELAÇÃO ENTRE INOVAÇÃO E DESIGUALDADE REGIONAL

A análise da relação entre inovação e desigualdade motivou diversos estudos empíricos em nível subnacional. Considerando somente os estudos que examinaram a desigualdade de renda de uma região como variável dependente e a atividade de inovação como variável independente⁵, estes podem ser divididos entre os que abordam a desigualdade de renda salarial e os que abrangem a desigualdade de renda pessoal. Considerando que a renda pessoal é em grande parte composta pela renda derivada do trabalho, a relação desta com a inovação também fornece intuições sobre este fenômeno nas regiões. Os principais parâmetros empregados são o coeficiente de Gini para a desigualdade e as estatísticas de patentes para a inovação. A maior parte das análises foi realizada para as regiões da União Europeia e dos Estados Unidos, com estudos pontuais para as demais localidades.

A literatura empírica emergente que explorou os efeitos da inovação em nível de cidades, áreas metropolitanas e outras unidades regionais encontrou uma associação entre a inovação e desigualdade para regiões americanas (AGHION *et al.*, 2019; DONEGAN; LOWE, 2008; LEE; RODRÍGUEZ-POSE, 2013), canadenses (BREAU; KOGLER; BOLTON, 2014), chinesas (GUO, 2019; LIU; LAWELL, 2015) e europeias (ANDREASSEN, 2018; DE PALO; KARAGIANNIS; RAAB, 2018; LEE, 2011; LEE; RODRÍGUEZ-POSE, 2013; PERMANA, 2017). As evidências corroboram a existência de uma associação positiva da inovação com a desigualdade salarial, especialmente para a inovação medida por patentes de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

Figura 2 – Inovação regional e desigualdade



Fonte: Elaboração própria.

3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

3.1 MODELO E MÉTODO

A fim de testar empiricamente a relação entre a inovação tecnológica e a desigualdade salarial nos municípios brasileiros, segue-se a abordagem usual, primeiramente proposta por Lee (2011), que consiste na desigualdade salarial de uma região como função da inovação regional, controlando os demais fatores. A ampla disponibilidade de dados municipais anuais possibilita a construção de um painel de dados. O uso de dados longitudinais não permite a suposição de que as observações sejam independentemente distribuídas ao longo do tempo. Portanto, para o controle dos atributos municipais não observados e constantes no tempo, opta-se por um modelo de efeitos fixos conforme a seguinte especificação:

⁵ Uma análise da relação inversa, ou seja, desigualdade de renda explicando a inovação de uma região, pode ser encontrada no estudo de Tselios (2011) no qual, usando diferentes medidas de desigualdade — Gini, Theil, índices de Atkinson e coeficiente de variação — para as regiões da União Europeia entre 1995 e 2000, encontra que a inovação passada e a desigualdade presente são determinantes para explicar o nível atual de inovação de uma região.

$$\text{desigualdade}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{inovação}_{i,t-h} + \text{outros fatores} + c_i + u_{it}, \quad (3.1)$$

na qual i é a unidade observada, municípios, t é o período de tempo e h é o termo de defasagem para as medidas de inovação⁶. A variável dependente *desigualdade* é um índice da desigualdade salarial do município. *Inovação* representa um indicador de inovação municipal, cujo coeficiente β_1 é o objetivo da estimação. Características do município e da força de trabalho do mercado formal que também afetam a desigualdade salarial de um município compõem o termo *outros fatores*. A variável c_i corresponde ao efeito não observado invariante no tempo e u_{it} é o erro idiossincrático.

Um modelo de efeitos não observados requer a escolha entre a estimação por efeitos fixos e efeitos aleatórios. Sendo improvável que os fatores regionais não observados que afetam a desigualdade de renda, c_i , não estejam correlacionados com qualquer das demais variáveis explicativas, especialmente fazendo uso de dados agregados, descarta-se a estimação por efeitos aleatórios. Além da justificação teórica, esta escolha preliminar é respaldada posteriormente com a realização dos testes descritos na seção 4⁷.

3.2 DADOS E VARIÁVEIS

A investigação se fundamenta essencialmente nos registros administrativos de vínculos empregatícios da Relação Anual das Informações Sociais (RAIS), dos registros de depósitos de patentes fornecidos pela Base de Dados Estatísticos sobre Propriedade Industrial (BADEPI) do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), das estatísticas de comércio exterior disponibilizadas pela Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) e na base de dados de competências ocupacionais desenvolvida por Maciente (2013). As demais características socioeconômicas e demográficas são estatísticas públicas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados analisados abrangem 5570 municípios brasileiros no período de 2000 a 2014 agregados em 5479 áreas mínimas comparáveis (AMC)⁸. A definição e as estatísticas descritivas das variáveis se encontram na tabela 1.

3.2.1 Desigualdade de renda

Os índices de desigualdade aplicados neste estudo foram construídos com base nas informações de rendimentos do trabalho fornecidas pela RAIS. Especificamente, a variável econômica de interesse é o salário-hora declarado no mês de dezembro, enquanto a unidade observada é, inicialmente, os indivíduos ocupados no trabalho formal⁹. Com base na remuneração-hora individual do trabalho, mediu-se a desigualdade dentro dos municípios. A grande vantagem do cálculo da desigualdade em nível de municípios é que, ao se comparar a renda de um indivíduo com os demais de uma mesma região, evita-se a imputação indireta nos indicadores de efeitos como diferenças nos padrões de vida entre as localidades.

O principal indicador de desigualdade empregado é o coeficiente de Gini. O coeficiente de Gini é o índice convencional de desigualdade e pode ser definido como a razão entre a área delimitada pela curva de Lorenz e a linha de perfeita igualdade sobre a área total abaixo dessa linha (JENKINS; VAN KERM, 2009). Seu valor varia no intervalo de 0 (zero), perfeita igualdade, a 1 (um), perfeita desigualdade.

Visando prover maior robustez à análise, também é empregado o índice de Theil como medida alternativa. Os índices de Gini e Theil se distinguem por demonstrarem diferentes sensibilidades a diferentes aspectos da distribuição. Isto é, enquanto o Gini é uma medida mais sensível às disparidades na

⁶ O termo de defasagem para os indicadores de inovação é empregado como um atenuante para a possibilidade de causalidade reversa entre desigualdade e inovação indicada por Tselios (2011).

⁷ A estimação por efeitos fixos também é um segundo atenuante para o problema de endogeneidade ao eliminar efeitos de características não observadas e invariantes no tempo que podem ser determinantes do nível de desigualdade salarial e inovação de um município.

⁸ A agregação dos municípios em AMC é realizada a fim de viabilizar comparações intertemporais consistentes, considerando as alterações nas estruturas municipais ocorridas ao longo do período observado (CARVALHO *et al.*, 2009; REIS *et al.*, 2011).

⁹ A partir de seu número do Cadastro de Pessoa Física (CPF), cada indivíduo foi associado a um único vínculo principal, atendendo aos seguintes critérios: vínculos ativos em 31 de dezembro que declararam remuneração positiva, idade entre 18 e 65, mínimo de 20 horas semanais contratadas e empregado no setor privado. Nos casos em que mais de um vínculo atendesse a esses critérios, optou-se pelo vínculo com maior quantidade de horas contratada e com maior tempo de emprego, similarmente a Neves Jr.; Azzoni e Chagas (2019). Por fim, para os vínculos restantes, selecionou-se conforme a ordem de cadastro original.

renda ao redor da moda, o Theil é mais sensível às diferenças de renda no topo da distribuição (JENKINS; VAN KERM, 2009). Adicionalmente, o índice de Theil tem a vantagem de permitir sua decomposição para subgrupos da população em uma parcela relativa à desigualdade entre grupos e outra relativa à desigualdade dentro dos grupos.

3.2.2 Inovação tecnológica

A determinação do fenômeno da inovação se encerra como principal desafio metodológico para a verificação de seu impacto na economia. Além da dificuldade na captura do progresso tecnológico, outro obstáculo se encontra na disponibilidade de indicadores para a espacialidade municipal. A fim de determinar o efeito da inovação sobre a desigualdade salarial municipal, este estudo vale-se de estatísticas de patentes e de aquisição de tecnologia externa por meio do comércio como indicadores de inovação para os municípios. Os diferentes indicadores medem diferentes aspectos do processo tecnológico e estes, por sua vez, apresentam diferentes efeitos no mercado de trabalho. Patentes são relacionadas principalmente às inovações de produto, que tendem a ser intensivas em trabalho, enquanto a aquisição de tecnologia externa é mais relacionada às inovações de processo, em geral poupadoras de trabalho (CONTE; VIVARELLI, 2005; VIVARELLI, 2014).

O primeiro indicador para inovação tecnológica é a contagem dos depósitos de patentes por milhão de habitantes. A BADEPI versão 1 disponibiliza informações sobre o(s) inventor(es) da patente depositada, o ano do depósito e modalidade da patente para cada processo registrado. A análise presente se limita aos depósitos efetuados no período de 2000 a 2011. O banco de dados final totaliza 80.604 depósitos de patentes distribuídas por 1.786 municípios brasileiros. Devido à alta parcela de zeros na contagem de patentes, a transformação linear foi realizada somando-se um. Essa variável apresenta uma defasagem de 3 anos. O uso do indicador de patentes com defasagem não é incomum, mas inclusive recomendado (AGHION et al., 2019; NAGAOKA; MOTOHASHI; GOTO, 2010; PERMANA, 2017), se justificando pela defasagem esperada no impacto econômico das patentes sobre uma região, visto que passam por um moroso processo institucional.

O uso de patentes como indicador de inovação se fundamenta na função de produção de conhecimento¹⁰ (GRILICHES, 1990). A implicação desse modelo é a sustentação do uso de dados de patentes como indicador tanto de insumo quanto de produto inventivo. No entanto, o vínculo entre P&D e patentes apresentado pela função de produção do conhecimento é uma associação simplificada¹¹ e historicamente justificada pela disponibilidade de dados, sendo a medida, portanto, imperfeita.

Diversamente, a maior parte do progresso tecnológico em países em desenvolvimento ocorre por meio da “mudança tecnológica incorporada” que é introduzida principalmente pela aquisição de tecnologia externa. Assim, a inovação nestes países está direta e indiretamente, na forma de transbordamentos de conhecimento, conectada à atividade internacional via comércio, investimento estrangeiro direto e contratos de transferências de tecnologia (KELLER, 2010). O comércio internacional é canal de “mudança tecnológica incorporada” tanto por seu fluxo de importações quanto de exportações, mas a aquisição de tecnologia estrangeira como insumo tecnológico é modalidade predominante para pequenas empresas e para setores de baixa tecnologia, além de ser o principal canal para inovações de processos (CONTE; VIVARELLI, 2005; VIVARELLI, 2014). Dessa forma, as estatísticas de importações de tecnologia estrangeira se configuram como fontes alternativas de informações para mensuração do progresso tecnológico.

As estatísticas de comércio exterior empregadas foram construídas com base nos registros administrativos da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX). A partir dos dados da SECEX duas medidas de aquisição de tecnologia externa foram compostas: as importações de bens de capital como proporção do total importado (MK/M) e as importações de bens de capital (MK) como proporção do PIB total (MK/PIB). A primeira medida representa a intensidade das importações de bem de capital em

¹⁰ Considerando os gastos em P&D como insumo da inovação e patentes como seu produto, mas também insumo na função de produção da firma, Griliches (1990) formula um modelo de três equações para representar a relação insumo-produto da inovação.

¹¹ Esta correspondência é imperfeita uma vez que (i) nem todas as inovações são patenteadas e (ii) nem todas patentes representam inovações.

relação ao total importado (US\$/US\$). No entanto, municípios com um pequeno montante importado e unicamente de bens de capital podem apresentar um alto valor desta medida, enquanto municípios com maior importação de bens de capital, mas também maior variedade de bens total importados apresentará menor valor. Em vista disso, a segunda medida é complementar ao representar as importações de bens de capital para cada real do PIB (R\$/R\$). A categorização das importações em bens de capital (BK) seguiu a listas de códigos NCM da classificação do Mercosul (BRASIL, 2019). A atribuição espacial das estatísticas de importação se baseou na informação de município domicílio fiscal da empresa importadora.

3.2.3 Características do município

Consoante ao estudo seminal de Kuznets (1955), a relação entre desenvolvimento econômico e desigualdade é explorada pela transformação logarítmica do PIB per capita, principal indicador do desempenho econômico municipal. O PIB per capita foi calculado com base nas estimativas do Produto Interno Bruto dos Municípios publicadas pelo IBGE. A taxa de crescimento populacional é adotada buscando refletir a migração dos trabalhadores por emprego, no sentido que menos emprego em uma cidade resulta em uma maior emigração. A taxa de crescimento da população dos municípios foi calculada pela diferença dos logs das estimativas da população residente realizadas pelo IBGE. A densidade populacional reflete o tamanho da força de trabalho e foi inserida para o controle das vantagens aglomerativas advindas do processo de urbanização (GLAESER; RESSEGER; TOBIO, 2009). É medida como a razão entre a população residente e a área em quilômetros quadrado de um município, conforme o Censo de 2010 disponibilizado pelo IBGE.

3.2.4 Características da força de trabalho formal

A variável para o controle da mão de obra qualificada (MINCER, 1958, 1974a, b) é a proporção da força de trabalho com ensino superior completo, gerada a partir das informações sobre o nível educacional declaradas na RAIS. Diferenças na distribuição local de capital humano são apontadas como determinante da desigualdade nas cidades (GLAESER; RESSEGER; TOBIO, 2009) e de acordo com a SBTC, a escassez de trabalhadores qualificados constitui uma restrição à adoção e difusão de novas tecnologias e pode gerar desemprego entre os não qualificados (VIVARELLI, 2014). Para abordar estes aspectos da participação da mão de obra qualificada, inclui-se também o termo ao quadrado da proporção da força de trabalho com ensino superior completo.

Considerando a abordagem ALM, também são incluídas medidas dos requisitos de habilidades técnicas das ocupações. As competências requeridas por cada ocupação do mercado formal brasileiro foram associadas aos seus respectivos códigos da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) 2002 por meio do trabalho de Maciente (2013)¹². As habilidades são categorizadas nas dimensões cognitiva, social e motora. Seguindo uma das abordagens sugeridas por Neves Jr., Azzoni e Chagas (2019), foram usadas as habilidades raciocínio dedutivo, manuseio de objetos e persuasão para designar, respectivamente, as dimensões cognitiva, motora e social. Apesar de simplificada, essa abordagem alcança intuitivamente o mesmo ordenamento das ocupações conforme a exigência de competências (NEVES JR; AZZONI; CHAGAS, 2019). Repartindo cada dimensão em cinco quantis, calculou-se a proporção da mão de obra empregada nas ocupações do quintil superior de cada uma das três dimensões.

Além das desigualdades reveladas pelo mercado de trabalho em razão das diferenças de qualificação entre os trabalhadores, a desigualdade salarial também advém das distinções geradas pelo mercado de trabalho. Para o controle da discriminação por gênero e raça são incluídas a proporção da força de trabalho feminina e a proporção de trabalhadores de minoria visível. São considerados minoria visível trabalhadores declarados como indígenas, pretos e pardos na RAIS. Para consideração das desigualdades originadas da segmentação setorial e dos diferentes efeitos da inovação sobre o emprego na indústria e serviços, inclui-se a proporção da força de trabalho empregada nos dois setores, fundamentada na informação da RAIS do código Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) versão 1 das atividades econômicas.

¹² A partir da *Occupational Information Network (ONET4)*, levantamento ocupacional dos Estados Unidos, Maciente (2013) desenvolveu uma base de medidas do nível geral de habilidades demandadas no mercado de trabalho nacional ao associar 263 das variáveis da ONET para 2702 ocupações da CBO 2002.

Tabela 1 – Definição, fonte e estatísticas descritivas das variáveis

Variável	Descrição	Fonte	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Medidas de desigualdade							
<i>Gini</i> _t	Coeficiente de Gini do salário-hora de dezembro da população formal ocupada.	RAIS	65.119	0,31	0,10	0,00	0,80
<i>Theil</i> _t	Índice de Theil do salário-hora de dezembro da população formal ocupada.	RAIS	65.119	0,25	0,15	0,00	2,12
Medidas de inovação							
<i>Patentes</i> _{t-3}	Log da contagem de depósitos de patentes por milhão de habitantes.	INPI	65.748	0,47	1,32	0,00	8,30
<i>MK/M</i> _{t-1}	Importações de bens de capital como proporção do total importado.	SECEX	65.748	0,08	0,22	0,00	1,00
<i>MK/PIB</i> _{t-1}	Importações de bens de capital como proporção do PIB.	SECEX/IBGE	65.748	0,00	0,04	-1,14	6,69
Características do município							
<i>PIB per capita</i> _t	Log do PIB per capita.	IBGE	65.747	8,62	0,85	5,42	13,27
<i>População</i> _t	Taxa de crescimento populacional.	IBGE	65.748	0,01	0,05	-0,66	2,71
<i>Densidade</i> _t	Log dos habitantes por quilômetros quadrados.	IBGE	65.748	3,22	1,41	-2,58	9,50
Características da força de trabalho formal							
<i>Ensino superior</i> _t	Proporção da população formal ocupada com superior completo ou pós graduação.	RAIS	65.439	0,06	0,06	0,00	1,00
<i>Cognitiva</i> _t	Proporção da população formal empregada nas ocupações do quintil superior da dimensão cognitiva.	RAIS/ Maciente (2013)	65.439	0,02	0,04	0,00	1,00
<i>Social</i> _t	Proporção da população formal empregada nas ocupações do quintil superior da dimensão social.	RAIS/ Maciente (2013)	65.439	0,15	0,11	0,00	1,00
<i>Motora</i> _t	Proporção da população formal empregada nas ocupações do quintil superior da dimensão motora.	RAIS/ Maciente (2013)	65.439	0,27	0,14	0,00	1,00
<i>Feminino</i> _t	Proporção da força de trabalho feminina no mercado formal.	RAIS	65.439	0,30	0,14	0,00	1,00
<i>Minoria</i> _t	Proporção de minoria visível na força de trabalho formal.	RAIS	65.439	0,38	0,28	0,00	1,00
<i>Indústria</i> _t	Proporção da população formal empregada na indústria.	RAIS	65.439	0,28	0,23	0,00	1,00
<i>Serviços</i> _t	Proporção da população formal empregada nos serviços.	RAIS	65.439	0,52	0,25	0,00	1,00

4 RESULTADOS

A hipótese deste estudo, a existência de uma relação positiva entre a inovação tecnológica e a desigualdade salarial, pode ser fragmentada em hipóteses secundárias: a inovação de processo por meio da aquisição de tecnologia externa, majoritária em países em desenvolvimento como o Brasil, aumenta a desigualdade da renda; por sua vez, inovações de produtos, como as capturadas por patentes, diminuiriam a desigualdade.

A adequação do método de estimação foi formalmente verificada primeiro com o teste do multiplicador de Lagrange de Breusch e Pagan (B-P LM), no qual a rejeição da hipótese nula indica que um modelo de regressão por efeitos aleatórios é mais adequado em comparação ao de mínimos quadrados agrupados. A especificação por efeitos fixos testada pelo teste F indicou a existência de um efeito fixo significativo no modelo. A decisão final entre efeitos aleatórios e efeitos fixos foi feita pelo resultado do teste de Hausman, no qual a rejeição da hipótese nula indicou correlação do efeito não observado com ao menos uma das variáveis independentes, tornando a estimação por efeitos aleatórios viesada e inconsistente. Portanto, o método de estimação por efeitos fixos se mostra o mais adequado. Em razão da heterocedasticidade capturada pelo teste modificado de Wald foram introduzidos erros padrões robustos para a especificação.

A tabela 2 reporta os resultados das estimações por efeitos fixos da desigualdade salarial do trabalho formal por três indicadores de inovação, controlando por características do mercado de trabalho formal e do município em si. Foram incluídas, quando indicado, *dummies* anuais para o controle de tendências seculares que alteraram a desigualdade em todos os municípios brasileiros ao longo do período observado. A desigualdade salarial é medida pelo coeficiente de Gini e pelo índice de Theil. Os indicadores de inovação empregados são o log da contagem depósitos de patentes por milhão de habitantes, as importações de bens de capital em proporção do total importado e em proporção do PIB.

Iniciando com uma especificação mais parcimoniosa, os modelos 1 e 5 da tabela 2 são compostos somente pelos indicadores de inovação explicando a desigualdade municipal. Os modelos 2 e 6 adicionam efeitos fixos anuais e os modelos 3 e 7 apresentam a especificação com todas as covariadas. Por fim, os modelos 4 e 8 exploram a possibilidade de um comportamento não linear entre a desigualdade e a inovação com a inclusão dos termos ao quadrado das medidas de patentes e importações de bens de capital.

A inovação medida pelo log da contagem de patentes por milhão de habitantes apresentou uma relação negativa com a desigualdade a um nível de significância de 0,01 no modelo 1, mas a magnitude de seu coeficiente indica que este efeito é ínfimo. Observa-se que esse efeito é mais intenso para a desigualdade medida pelo Theil no modelo 5, ainda que continue próximo de zero. O sinal negativo desse resultado corrobora o apontamento de Conte e Vivarelli (2005) e Vivarelli (2014) de que inovações de produto e processo possuem impactos distintos no emprego e está alinhado aos estudos de Liu e Lawell (2015) e De Palo, Karagiannis e Raab (2018) que encontraram uma relação negativa entre a medida de patentes e a desigualdade.

No entanto, essa relação carece de robustez. Com a inclusão dos controles para efeitos fixos temporais, modelos 2 e 6, e para as demais covariadas, modelos 3 e 7, seu p-valor não mais rejeita a H_0 . A inclusão do termo ao quadrado da medida de patentes nos modelos 4 e 8 também não apresenta efeito significativo sobre a desigualdade.

A importação de bens de capital sobre a total importado está associada a uma redução da desigualdade nos modelos 1 e 5, mas seu sinal é invertido ao se controlar por demais fatores atuantes. Observando a especificação completa com controles para efeitos anuais e características da força de trabalho e do município, modelos 3 e 7, espera-se que um aumento na proporção de bens de capital importados aumente o coeficiente de Gini em 0,004 pontos e o índice de Theil em 0,005. Com a inclusão de sua medida ao quadrado nos modelos 4 e 8, é possível observar uma intensificação de seu efeito ampliador da desigualdade para aproximadamente 0,01. Esses resultados se alinham aos estudos que enfatizam o caráter poupador de trabalho das inovações de processo e seu papel como canal da SBTC (CONTE; VIVARELLI, 2005; DE PALO; KARAGIANNIS; RAAB, 2018; VIVARELLI, 2014).

Tabela 2 – Desigualdade salarial e inovação nos municípios: estimação por efeitos fixos, 2003 a 2014

	Gini _t				Theil _t			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Patentes _{t-3}	-0,000*** (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,001)	-0,001*** (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,001 (0,001)
MK/M _{t-1}	-0,003** (0,001)	0,005*** (0,001)	0,004*** (0,001)	0,010** (0,004)	-0,009*** (0,002)	0,005*** (0,002)	0,005*** (0,002)	0,013* (0,007)
MK/PIB _{t-1}	0,009 (0,009)	0,013 (0,008)	0,003 (0,006)	0,011 (0,013)	0,002 (0,014)	0,008 (0,013)	-0,001 (0,012)	-0,003 (0,025)
Patentes ² _{t-3}				0,000 (0,000)				0,000 (0,000)
MK/M ² _{t-1}				-0,007* (0,004)				-0,009 (0,008)
MK/PIB ² _{t-1}				-0,002 (0,002)				0,000 (0,003)
PIB per capita _t			0,012*** (0,002)	0,012*** (0,002)			0,007** (0,003)	0,007** (0,003)
População _t			-0,012*** (0,005)	-0,012*** (0,005)			-0,019** (0,008)	-0,019** (0,008)
Densidade _t			0,030*** (0,006)	0,030*** (0,006)			0,037*** (0,009)	0,037*** (0,009)
Ensino superior _t			0,730*** (0,035)	0,730*** (0,035)			0,811*** (0,050)	0,811*** (0,050)
Ensino superior ² _t			-1,071*** (0,088)	-1,071*** (0,088)			-1,273*** (0,125)	-1,273*** (0,125)
Cognitiva _t			0,098*** (0,025)	0,098*** (0,025)			0,169*** (0,034)	0,169*** (0,034)
Social _t			0,047*** (0,009)	0,047*** (0,009)			0,114*** (0,012)	0,115*** (0,012)
Motora _t			-0,022*** (0,006)	-0,022*** (0,006)			-0,015* (0,008)	-0,015* (0,008)
Feminino _t			-0,071*** (0,008)	-0,071*** (0,008)			-0,072*** (0,010)	-0,072*** (0,010)
Minoria _t			-0,005 (0,004)	-0,005 (0,004)			-0,003 (0,006)	-0,003 (0,006)
Indústria _t			0,038*** (0,006)	0,038*** (0,006)			0,014* (0,008)	0,014* (0,008)
Serviços _t			0,024*** (0,006)	0,024*** (0,006)			0,002 (0,009)	0,002 (0,009)
Constante	0,311*** (0,000)	0,346*** (0,001)	0,127*** (0,026)	0,128*** (0,026)	0,248*** (0,000)	0,308*** (0,002)	0,103** (0,044)	0,104** (0,044)
Efeitos fixos anuais	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
N	65.119	65.119	65.118	65.118	65.119	65.119	65.118	65.118
Municípios	5.476	5.476	5.476	5.476	5.476	5.476	5.476	5.476
R ²	0,0002	0,1186	0,2342	0,2342	0,0004	0,1320	0,1896	0,1896
R ² ajustado	0,0001	0,1184	0,2338	0,2339	0,0003	0,1318	0,1892	0,1892

Erros padrão robustos entre parênteses.

*p<0,10, **p<0,05, ***p<0,01.

O quadrado da proporção de bens de capital sobre o total importado apresenta um efeito de redução de 0,007 do índice de Gini, o que sugere uma relação não linear na forma de U invertido entre a desigualdade salarial e a inovação, similar ao encontrado por Guo (2019). Guo (2019) propõe como explicação que, em um estágio inicial, a inovação beneficia principalmente os trabalhadores mais qualificados por meio do aumento de produtividade, retorno dos ganhos da inovação, SBTC e o sorting (BREAU; KOGLER; BOLTON, 2014; LEE, 2011). Contudo, à medida que a inovação continua a aumentar, os efeitos do crescimento geral da produtividade, dos transbordamentos de conhecimento e do aumento da demanda por trabalho menos qualificado impactam positivamente na renda dos trabalhadores menos qualificados (DONEGAN; LOWE, 2008; LEE, 2011), minimizando a desigualdade no mercado de trabalho. Esse comportamento na forma de U invertido, no entanto, não é robusto visto que é significativo apenas a um nível de significância de 0,1 e não se replica para a desigualdade medida pelo índice de Theil.

A importação de bens de capital sobre o PIB, segunda medida de intensidade de aquisição de tecnologia externa, não apresentou relevância para nenhuma das especificações. O mesmo ocorreu para seu termo ao quadrado. A omissão desses indicadores na especificação não altera o ajustamento do modelo.

A fim de examinar as particularidades da interação dos indicadores de inovação sobre a desigualdade salarial nos municípios, repete-se as especificações dos modelos 3 e 7 da tabela 2 para diferentes agrupamentos dos municípios. A tabela 3 apresenta os resultados para a classificação dos municípios seguindo a tipologia rural-urbana do IBGE, que se fundamenta na densidade demográfica dos municípios¹³ (IBGE, 2017). Na tabela 4 se encontram as estimações por efeitos fixos para as cinco regiões brasileiras.

Sejam os municípios categorizados pela tipologia rural-urbana ou por regiões, o log da contagem de patentes por milhão não apresenta efeito sobre a desigualdade salarial municipal. A exceção são os municípios intermediários – municípios nem predominantemente rurais nem predominantemente urbanos –, nos quais as patentes resultaram em uma redução da desigualdade salarial medida pelo Gini a um nível de significância de 0,05, mas não para o Theil. Resultado similar é encontrado para a proporção das importações de bens de capital em relação ao PIB. Essa medida, contudo, apresenta uma relação positiva robusta com a desigualdade salarial nos municípios da região Nordeste, como mostra a tabela 4. Um aumento dessa proporção está associado a um acréscimo de aproximadamente 0,03 no índice de Gini e 0,06 no índice de Theil dos municípios nordestinos.

A proporção de importações de bens de capital em relação às importações totais foi um indicador que se mostrou significativo para a explicação da desigualdade salarial dos municípios brasileiros, conforme tabela 2. Observando seus resultados para a tipologia rural-urbana na tabela 3, constata-se que a magnitude de seus coeficientes se manteve similar aos encontrados previamente, com menor significância para a desigualdade medida pelo índice de Theil. Sua relação positiva com a desigualdade parece ser especialmente significativa para os municípios predominantemente urbanos. No tocante às regiões, as estimativas da tabela 4 indicam que essa associação existe para todas as regiões, exceto a região Sul, para a desigualdade calculada pelo Gini. Entretanto, para o Theil essa associação se verifica apenas para a região Centro-Oeste a um nível de 0,1 de significância.

Observando os resultados para as variáveis de controle das características municipais, o log do PIB per capita, representativo do desempenho econômico do município, apresenta na tabela 2 uma associação positiva com a desigualdade, seja esta medida pelo Gini ou Theil. Este resultado sugere que os ganhos de produtividades dos municípios são desigualmente distribuídos no mercado de trabalho. Analisando a tabela 3, verifica-se que esse efeito está associado ao aumento da desigualdade salarial somente nos municípios predominantemente rurais. Ainda que se mostre significativo para o índice de Gini dos municípios de todas as regiões na tabela 4, com maior efeito na região Norte, a significância não se sustenta para o índice de Theil.

¹³ Os critérios para a classificação dos espaços rurais e urbanos para o recorte territorial municipal são a população em áreas de ocupação densa e a proporção da população em áreas de ocupação densa em relação à população total. O critério de localização foi desconsiderado para os propósitos deste estudo. Para maiores detalhes, ver IBGE (2017).

Tabela 3 – Desigualdade salarial e inovação nos municípios: estimação por efeitos fixos para a tipologia rural-urbana, 2003 a 2014

	Gini _t			Theil _t		
	Rurais	Intermediários	Urbanos	Rurais	Intermediários	Urbanos
Patentes _{t-3}	-0,000 (0,000)	-0,001** (0,000)	0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,001 (0,001)	0,000 (0,000)
MK/M _{t-1}	0,004** (0,002)	0,004** (0,002)	0,004*** (0,001)	0,005* (0,003)	0,006 (0,004)	0,006** (0,003)
MK/PIB _{t-1}	0,020 (0,014)	0,032*** (0,011)	-0,001 (0,007)	0,013 (0,025)	0,033 (0,022)	-0,006 (0,014)
PIB per capita _t	0,016*** (0,003)	0,005 (0,004)	0,006 (0,004)	0,013*** (0,005)	-0,004 (0,007)	-0,001 (0,008)
População _t	-0,015** (0,006)	0,003 (0,008)	-0,032*** (0,009)	-0,016 (0,010)	-0,000 (0,012)	-0,079*** (0,018)
Densidade _t	0,037*** (0,007)	0,017 (0,014)	0,040*** (0,010)	0,044*** (0,011)	0,029 (0,023)	0,059*** (0,019)
Ensino superior _t	0,708*** (0,037)	1,005*** (0,094)	0,915*** (0,080)	0,760*** (0,052)	1,306*** (0,159)	1,195*** (0,140)
Ensino superior ² _t	-1,026*** (0,088)	-2,030*** (0,305)	-1,573*** (0,276)	-1,182*** (0,122)	-2,798*** (0,553)	-2,208*** (0,466)
Cognitiva _t	0,094*** (0,027)	0,060 (0,069)	0,254*** (0,061)	0,174*** (0,036)	0,026 (0,101)	0,375*** (0,111)
Social _t	0,040*** (0,010)	0,124*** (0,029)	0,080*** (0,027)	0,095*** (0,012)	0,300*** (0,037)	0,229*** (0,049)
Motora _t	-0,019*** (0,007)	-0,046*** (0,015)	-0,027** (0,012)	-0,009 (0,010)	-0,056** (0,026)	-0,017 (0,018)
Feminino _t	-0,066*** (0,009)	-0,113*** (0,021)	-0,078*** (0,016)	-0,070*** (0,011)	-0,130*** (0,031)	-0,025 (0,027)
Minoria _t	-0,006 (0,005)	0,004 (0,012)	0,005 (0,010)	-0,005 (0,007)	0,015 (0,020)	0,009 (0,016)
Indústria _t	0,035*** (0,007)	0,062*** (0,011)	0,029** (0,013)	0,009 (0,010)	0,042** (0,018)	0,010 (0,020)
Serviços _t	0,022*** (0,008)	0,043*** (0,014)	0,007 (0,015)	-0,000 (0,010)	0,010 (0,023)	-0,035 (0,025)
Constante	0,077** (0,032)	0,214*** (0,057)	0,124** (0,058)	0,035 (0,052)	0,215** (0,094)	0,040 (0,118)
Efeitos fixos anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
N	38.832	8.914	17.372	38.832	8.914	17.372
Municípios	3.285	743	1.448	3.285	743	1.448
R ²	0,1968	0,3540	0,4071	0,1523	0,2910	0,3285
R ² ajustado	0,1963	0,3521	0,4062	0,1518	0,2890	0,3274

Erros padrão robustos entre parênteses. *p<0,10, **p<0,05, ***p<0,01.

Nota: Critérios para classificação dos espaços rurais e urbanos conforme IBGE (2017). (a) Município predominantemente rural: entre 25 mil e 50 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização inferior a 25%; entre 10 mil e 25 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização inferior a 50%; e entre 3 mil e 10 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização inferior a 75%. (b) Município intermediário: entre 25 mil e 50 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização entre 25 e 50%; entre 10 mil e 25 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização entre 50 e 75%; e entre 3 mil e 10 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização superior a 75%. (c) Município predominantemente urbano: mais de 50 mil habitantes em área de ocupação densa; entre 25 mil e 50 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização superior a 50%; e entre 10 mil e 25 mil habitantes em área de ocupação densa com grau de urbanização superior a 75%.

Tabela 4 – Desigualdade salarial e inovação nos municípios: estimação por efeitos fixos para as regiões, 2003 a 2014

	Gini _t					Theil _t				
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Patentes _{t-3}	0,001 (0,001)	-0,001 (0,001)	-0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	-0,000 (0,001)	0,002 (0,002)	-0,001 (0,001)	-0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	-0,000 (0,001)
MK/M _{t-1}	0,011** (0,005)	0,005* (0,003)	0,003* (0,001)	0,002 (0,002)	0,005** (0,002)	0,011 (0,009)	0,003 (0,005)	0,004 (0,003)	0,003 (0,003)	0,007* (0,004)
MK/PIB _{t-1}	0,010 (0,041)	0,034*** (0,006)	-0,008 (0,005)	0,007 (0,024)	0,008 (0,020)	-0,050 (0,089)	0,058*** (0,009)	-0,017 (0,013)	0,009 (0,038)	-0,020 (0,035)
PIB per capita _t	0,026** (0,010)	0,012*** (0,004)	0,009*** (0,003)	0,008** (0,004)	0,015*** (0,006)	0,028 (0,019)	-0,001 (0,007)	0,007 (0,005)	0,009 (0,007)	0,008 (0,010)
População _t	-0,002 (0,011)	-0,022** (0,011)	-0,017* (0,009)	-0,010 (0,009)	0,001 (0,006)	-0,007 (0,019)	-0,022 (0,016)	-0,041** (0,018)	-0,001 (0,021)	-0,010 (0,009)
Densidade _t	0,021 (0,014)	0,033*** (0,011)	0,047*** (0,010)	0,002 (0,011)	0,022* (0,012)	0,008 (0,024)	0,033* (0,018)	0,078*** (0,017)	-0,002 (0,018)	0,044** (0,021)
Ensino superior _t	1,099*** (0,110)	0,632*** (0,039)	0,930*** (0,085)	0,981*** (0,082)	0,682*** (0,108)	1,563*** (0,208)	0,629*** (0,052)	1,087*** (0,120)	1,256*** (0,134)	0,955*** (0,171)
Ensino superior ² _t	-2,321*** (0,361)	-0,915*** (0,088)	-1,474*** (0,347)	-1,580*** (0,292)	-1,082*** (0,336)	-3,568*** (0,636)	-0,990*** (0,118)	-1,946*** (0,461)	-2,048*** (0,378)	-1,556*** (0,499)
Cognitiva _t	0,022 (0,048)	0,062** (0,031)	0,312*** (0,054)	0,094 (0,064)	0,748*** (0,142)	0,013 (0,079)	0,106*** (0,040)	0,492*** (0,091)	0,241*** (0,086)	1,114*** (0,230)
Social _t	0,083** (0,032)	0,054*** (0,012)	0,021 (0,021)	0,011 (0,026)	0,100** (0,038)	0,172*** (0,039)	0,126*** (0,014)	0,093*** (0,031)	0,031 (0,035)	0,173** (0,068)
Motora _t	-0,021 (0,018)	-0,020** (0,009)	-0,017 (0,012)	-0,031*** (0,012)	-0,025 (0,016)	-0,033 (0,029)	0,002 (0,012)	-0,012 (0,020)	-0,041** (0,019)	-0,020 (0,028)
Feminino _t	-0,081*** (0,027)	-0,068*** (0,011)	-0,051*** (0,015)	-0,088*** (0,015)	-0,107*** (0,027)	-0,112*** (0,035)	-0,085*** (0,015)	-0,006 (0,022)	-0,068*** (0,022)	-0,103** (0,044)
Minoria _t	0,012 (0,010)	-0,012** (0,006)	0,002 (0,010)	-0,023 (0,015)	-0,009 (0,013)	0,026* (0,016)	-0,016** (0,008)	0,013 (0,014)	-0,060** (0,025)	-0,014 (0,023)
Indústria _t	0,049*** (0,014)	0,032*** (0,010)	0,051*** (0,009)	0,039*** (0,012)	0,029** (0,014)	0,022 (0,024)	0,004 (0,014)	0,024* (0,015)	0,034* (0,019)	0,025 (0,025)
Serviços _t	0,029* (0,016)	0,019* (0,011)	0,012 (0,012)	0,050*** (0,014)	-0,013 (0,021)	0,024 (0,025)	0,006 (0,014)	-0,046*** (0,017)	0,028 (0,022)	-0,032 (0,037)
Constante	0,062 (0,089)	0,121** (0,052)	0,066 (0,045)	0,223*** (0,054)	0,170*** (0,059)	-0,014 (0,162)	0,212** (0,086)	-0,068 (0,076)	0,163* (0,096)	0,114 (0,104)
Efeitos fixos anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
N	5.366	20.832	19.984	13.668	5.268	5.366	20.832	19.984	13.668	5.268
Municípios	449	1.783	1.666	1.139	439	449	1.783	1.666	1.139	439
R ²	0,1759	0,2232	0,3065	0,3184	0,2798	0,1288	0,1935	0,2422	0,2435	0,2449
R ² ajustado	0,1719	0,2223	0,3056	0,3171	0,2762	0,1245	0,1925	0,2412	0,2421	0,2412

Erros padrão robustos entre parênteses. *p<0,10, **p<0,05, ***p<0,01.

Os resultados para o crescimento populacional apontam que o crescimento de 1% da população do município está associado a uma redução de 0,01 e 0,02 dos índices de Gini e Theil, respectivamente. Os resultados das tabelas 3 e 4 apontam que essa relação é especialmente significativa para os municípios urbanos e para os municípios da região Sudeste. Partindo da suposição que a taxa de crescimento populacional reflete a migração dos trabalhadores por emprego, esse resultado indica que mais emprego está inversamente relacionado com a desigualdade de renda. Esse resultado é compatível aos previamente encontrados na literatura (LEE, 2011; LEE; RODRÍGUEZ-POSE, 2013; PERMANA; LANTU; SUHARTO, 2018).

O log da densidade populacional apresentou uma associação positiva significativa com a desigualdade. Esse resultado está em linha com estudos que sugerem que os retornos salariais derivados desse processo de aprendizado diferem de acordo com o conjunto de habilidade dos trabalhadores (BREAU; KOGLER; BOLTON, 2014; LEE, 2011; LEE; RODRÍGUEZ-POSE, 2013). Enquanto esse efeito se mostrou significativo na tabela 3 tanto para os municípios rurais quanto os urbanos, os resultados para os intermediários indicam que a densidade não é um fator relevante para explicar a desigualdade salarial nesses municípios. Observando sua atuação nas regiões, constata-se que a seu efeito é particularmente maior e mais significativo para os municípios da região Sudeste.

A hipótese da *skill-biased technological change* (SBTC) aponta que o crescimento da produtividade dos trabalhadores mais qualificados proporcionado pelas novas tecnologias aumenta a demanda por estes trabalhadores e, conseqüentemente, aumenta seus prêmios salariais relativamente aos menos qualificados, enquanto substitui trabalhos possíveis de serem feitos de maneira melhor ou menos custosa pela nova tecnologia (ACEMOGLU, 1998, 2002; CASELLI, 1999; VIVARELLI, 2014). O efeito positivo e significativo da proporção dos trabalhadores com educação superior com a desigualdade sugere a atuação do mecanismo da SBTC. A maior magnitude do coeficiente da variável de escolaridade em relação às demais favorece o apontamento de que a desigualdades de capital humano são o vetor determinante para a desigualdade nas cidades (GLAESER; RESSEGER; TOBIO, 2009). Contudo, é interessante notar que, tal como conjecturado, a relação da inovação com a qualificação dos trabalhadores não é linear. Ao contrário, observando o seu termo ao quadrado, após um certo nível o aumento na proporção de trabalhadores com ensino superior reduz a desigualdade medida pelo Gini a uma grandeza maior do que seu efeito inicialmente ampliador. Ou seja, a partir do momento que a escassez de trabalhadores qualificados não mais constitui uma restrição à adoção e difusão de novas tecnologias, o aumento da qualificação se torna determinante para a redução da desigualdade. Esses resultados são consistentes para todas as regiões e tipologias municipais, apresentando efeitos particularmente altos nos municípios da região Norte e nos municípios intermediários.

A expansão da SBTC na chamada hipótese ALM se fundamenta nas diferenças de complexidade entre as tarefas exigidas por cada ocupação e aponta duas grandes categorias de tarefas não rotineiras que não podem ser substituídas pelo trabalho automatizado: tarefas abstratas, analíticas e complexas que requerem alta qualificação e habilidade, e tarefas manuais que requerem certa destreza/habilidade física, mas não necessariamente qualificação cognitiva (AUTOR; LEVY; MURNANE, 2003). Considerando as duas grandes categorias de tarefas não substituíveis pelo trabalho automatizado indicadas pela ALM, a proporção da força de trabalho nas ocupações com maiores exigências de competências cognitivas e sociais se enquadram no primeiro grupo das tarefas abstratas e analíticas, enquanto a competência motora encaixa no grupo das habilidades físicas. Os resultados apontam que o crescimento na proporção de trabalhadores em ocupações que requerem maior nível de raciocínio dedutivo e de persuasão está associado a um aumento na desigualdade salarial, em particular quando esta é medida pelo Theil. Por sua vez, o aumento das ocupações que requerem maior habilidade em manuseio de objetos está associada a uma redução de 0,02 pontos do Gini. Os resultados encontrados corroboram o prognóstico da hipótese ALM ao encontrar uma relação positiva para as competências do primeiro grupo e negativa para a competência do segundo.

Analisando os resultados das tabelas 3 e 4, a parcela de trabalhadores em ocupações do quintil superior da dimensão cognitiva apresenta efeitos maiores nos municípios urbanos e nos municípios localizados nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Para a dimensão social, percebe-se que sua associação positiva com a desigualdade salarial é positiva para todos os municípios, independentemente se urbanos

ou não. Essa relação, no entanto, não é válida para todas as regiões, apresentando efeitos mais robustos para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Por fim, os resultados para a dimensão motora demonstrem uma relação negativa desta com a desigualdade salarial dos municípios intermediários e da região Sul.

No tocante às demais características da força de trabalho, o aumento da participação da força de trabalho feminina está associado a uma redução de 0,07 pontos na desigualdade para ambos indicadores. Esse efeito é consistente para todas as regiões. A redução na desigualdade pode ser em razão do aumento da participação feminina reduzir a desigualdade entre os sexos ou pela homogeneidade da renda entre as mulheres estar se sobressaindo à desigualdade entre os gêneros. A proporção da força de trabalho pertence a minorias visíveis não apresentou efeito significativo para a desigualdade, ainda que seu coeficiente apresente sinal negativo. A relação dessa variável com a desigualdade se mostra robusta apenas para a região Nordeste, na qual o aumento da proporção de trabalhadores minoritários está associado a uma redução de aproximadamente 0,01 ponto nos índices de desigualdade.

As proporções da força de trabalho empregada na indústria e nos serviços reforçam a hipótese do papel da composição setorial como canal de desigualdade. Ambas as medidas estão positivamente relacionada com o índice de Gini, com a indústria apresentando maior efeito ampliador de desigualdade. O efeito da indústria é também encontrado para as regiões e para os tipos de municípios. Contudo, os resultados para os serviços se mostraram pouco significativos e divergentes para as regiões, apresentando um efeito redutor da desigualdade salarial dos municípios do Sudeste quando esta é calculada pelo índice de Theil.

Por fim, o ajustamento dos modelos “completos”, 3 e 7, medido pelo R^2 ajustado resultou por volta de 0,23 para a estimação com o coeficiente de Gini e 0,19 para a estimação com o índice de Theil que, como apontado anteriormente, apesar de altamente correlacionado com o Gini, é sensível a diferentes aspectos da desigualdade. O ajustamento do modelo é alto em comparação a estudos similares (LEE, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi investigar a relação entre a inovação e a desigualdade salarial no mercado formal dos municípios brasileiros no período de 2003 a 2014. Para tal fim, construiu-se um painel de dados municipais e foram realizadas estimações por efeitos fixos dos modelos de efeitos não observados. Além disso, estimou-se essa relação para os municípios agrupados pela tipologia rural-urbana e para as regiões brasileiras.

No tocante aos indicadores de inovação, a proporção de importações de bens de capital em relação ao total importado apresentou o efeito mais robusto de aumento da desigualdade salarial. A importação de bens de capital em relação ao PIB também está positivamente associada com a desigualdade, mas este efeito se limita aos municípios da região nordeste. A inovação representada por patentes se relaciona a uma redução da desigualdade, mas esse efeito não é significativo ao se controlar por demais fatores. A hipótese de uma relação não linear entre a inovação e a desigualdade se verificou apenas para a estimação do índice de Gini pela proporção de importações de bens de capital em relação ao total importado.

Os resultados sugerem que no Brasil, diversamente ao observado para as economias avançadas, a aquisição de tecnologia externa por meio do comércio é mais determinante para a desigualdade na distribuição dos ganhos do trabalho do que a atividade de patenteamento. A sensibilidade dos resultados às medidas de inovação adotadas indica que diferentes modalidades de inovação resultam em diferentes efeitos sobre a desigualdade. Mais ainda, os diferentes efeitos identificados para o indicador de patentes e para os indicadores de importações de bens de capital corroboram a distinção entre inovações de produtos e processos e apontam que a desigualdade é mais afetada pela difusão do que pela criação de inovações.

A partir das estimações constata-se que a desigualdade salarial no mercado formal dos municípios é fortemente influenciada pelas diferenças de qualificação da força de trabalho. Particularmente, a escolaridade é o vetor determinante e apresenta um comportamento não linear na forma de U invertido, sugerindo a atuação da SBTC. Esse comportamento é robusto para todos os agrupamentos dos municípios. A análise das competências ocupacionais encontra que o aumento da proporção da força de trabalho empregada em ocupações com maior requerimento de habilidades cognitivas e sociais está

associado ao aumento da desigualdade, enquanto a habilidade motora tem efeito negativo, corroborando a hipótese ALM.

A investigação realizada contribui para a literatura de quatro maneiras. Primeiro, identifica a existência de uma relação entre inovação e desigualdade salarial para os municípios brasileiros. Segundo, aponta a sensibilidade dos resultados às definições de inovação. Terceiro, indica que a difusão de inovação e a aquisição de tecnologia por meio do comércio são mais relevantes para o contexto de países em desenvolvimento. Por fim, amplia o escopo de investigação ao encontrar que os efeitos não são exclusivos para as áreas urbanas.

A principal limitação deste estudo está na restrição da observação ao mercado de trabalho formal. A investigação do fenômeno em nível micro e a expansão da análise para o mercado informal se apresentam como oportunidade para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D. Technical Change, Inequality, and the Labor Market. *Journal of Economic Literature*, v. 40, n. 1, p. 7–72, 2002.

AGHION, P. *et al.* Innovation and Top Income Inequality. *Review of Economic Studies*, 2019.

ANDREASSEN, G. L. *Innovation and wage inequality in Norwegian regions: Is there a link?* 2018. 98 f. University of Oslo, 2018. Disponível em: <<http://urn.nb.no/URN:NBN:no-66357>>.

AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *American Economic Review*, 1996.

AUTOR, D. H. Skills, education, and the rise of earnings inequality among the “other 99 percent”. *Science*, 2014.

AUTOR, D. H.; LEVY, F.; MURNANE, R. J. The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, v. 118, n. 4, p. 1279–1333, 2003.

BALKIN, D. B.; MARKMAN, G. D.; GOMEZ-MEJIA, L. R. Is CEO pay in high-technology firms related to innovation? *Academy of Management Journal*, 2000.

BISHOP, P.; GRIPAIS, P. Spatial externalities, relatedness and sector employment growth in Great Britain. *Regional Studies*, 2010.

BRASIL. *Universo BK*. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/secex/deint/cgam/tec/TEC_2017/maio-universo-bk.xls>. Acesso em: 21 ago. 2019.

BREAU, S.; KOGLER, D. F.; BOLTON, K. C. On the Relationship between Innovation and Wage Inequality: New Evidence from Canadian Cities. *Economic Geography*, 2014.

CARVALHO, A. X. Y. *et al.* TD 1428 - Clusterização Hierárquica Espacial com Atributos Binários. , Texto para discussão., n° 1428. Brasília: [s.n.], out. 2009. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1428.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

CASELLI, F. Technological revolutions. *American Economic Review*, 1999.

CONTE, A.; VIVARELLI, M. *One or Many Knowledge Production Functions? Mapping Innovative Activity Using Microdata*. , IZA Discussion Papers., n° 1878. Bonn, Germany: [s.n.], 2005. Disponível em: <<http://ftp.iza.org/dp1878.pdf>>.

DE PALO, C.; KARAGIANNIS, S.; RAAB, R. *Innovation and inequality in the EU: for better or for worse?* . Luxembourg: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/jrc>>.

DONEGAN, M.; LOWE, N. Inequality in the creative City: Is there still a place for “Old-fashioned” institutions? *Economic Development Quarterly*, 2008.

FAGGIO, G.; SALVANES, K. G.; VAN REENEN, J. The evolution of inequality in productivity and wages: Panel data evidence. *Industrial and Corporate Change*, 2010.

FLORIDA, R. *The Rise of the Creative Class, Revisited*. New York: Basic Books, 2012.

FRYDMAN, C.; PAPANIKOLAOU, D. In search of ideas: Technological innovation and executive pay inequality. *Journal of Financial Economics*, 2018.

GLAESER, E. L. *et al.* Growth in Cities. *Journal of Political Economy*, v. 100, n. 6, p. 1126–52, 1992.

GLAESER, E. L.; RESSEGER, M.; TOBIO, K. Inequality in cities. *Journal of Regional Science*,

2009.

GRILICHES, Z. *Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey*. [S.l: s.n.], 1990. v. 28.

GUO, Q. Analysis on the Relationship between Regional Innovation and Income Inequality in Chinese City Regions. *The Professional Geographer*, 2019.

IBGE. *Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação*. [S.l: s.n.], 2017. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf>><http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/espacos_rurais_e_urbanos/default.shtm>.

JENKINS, S. P.; VAN KERM, P. The measurement of economic inequality. In: SALVERDA, W.; NOLAN, B.; SMEEDING, T. M. (Org.). *Oxford Handbook on Economic Inequality*. [S.l.]: Oxford University Press, 2009. p. 40–67.

KELLER, W. International trade, foreign direct investment, and technology spillovers. *Handbook of the Economics of Innovation*. [S.l: s.n.], 2010. .

KUZNETS, S. Economic Growth and Income Inequality. *American Economic Review*, v. 45, n. 1, p. 1–28, 1955. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1811581>>.

LEE, N. Are innovative regions more unequal? evidence from Europe. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 2011.

LEE, N.; RODRÍGUEZ-POSE, A. Innovation and spatial inequality in europe and USA. *Journal of Economic Geography*, v. 13, n. 1, p. 1–22, jan. 2013.

LIU, Q.; LAWELL, C.-Y. C. L. *The effects of innovation on income inequality in China*. . [S.l: s.n.], 2015.

MACIENTE, A. *The determinants of agglomeration in Brazil: input-output, labor and knowledge externalities*. 2013. 2013.

MINCER, J. Distribution Analysis. *Schooling, Experience, and Earnings*. [S.l: s.n.], 1974a. p. 24–40. Disponível em: <<https://www.nber.org/chapters/c1767.pdf>>.

MINCER, J. Investment in Human Capital and Personal Income Distribution. *Journal of Political Economy*, v. 66, n. 4, p. 281–302, 1958.

MINCER, J. The Human Capital Earnings Function. *Schooling, Experience, and Earnings*. [S.l: s.n.], 1974b. p. 83–96. Disponível em: <<https://www.nber.org/chapters/c1767.pdf>>.

NAGAOKA, S.; MOTOHASHI, K.; GOTO, A. Patent statistics as an innovation indicator. *Handbook of the Economics of Innovation*. [S.l: s.n.], 2010. .

NEVES JR, E.; AZZONI, C. R.; CHAGAS, A. *Habilidades e Premio Salarial Urbano. Texto para Discussão, NEREUS*. [S.l: s.n.], 2019.

PERMANA, M. Y. *Innovation, technological specialization, and income inequality: new evidence from EU countries and regions*. 2017. 110 f. Eindhoven University of Technology, 2017.

PERMANA, M. Y.; LANTU, D. C.; SUHARTO, Y. The effect of innovation and technological specialization on income inequality. *Problems and Perspectives in Management*, v. 16, n. 4, p. 51–63, 23 out. 2018. Disponível em: <<https://businessperspectives.org/problems-and-perspectives-in-management/issue-297/the-effect-of-innovation-and-technological-specialization-on-income-inequality>>.

REIS, E. J. *et al. Áreas Mínimas Comparáveis Para Os Períodos Intercensitários. 1o Simpósio Brasileiro de Cartografia Histórica*, 2011.

SCHUMPETER, J. A. O fenômeno fundamental do desenvolvimento econômico. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. Os economi ed. São Paulo: Abril Cultural, 1982. p. 43–66.

SCHUMPETER, J. A. Processo de destruição criativa. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Bibliot. C ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984. p. 110–116.

SHEARMU, R. *et al. Growth with inequality? The local consequences of innovation and creativity. Handbook on the Geographies of Innovation*. [S.l: s.n.], 2016. .

TSELIOS, V. Is inequality good for innovation? *International Regional Science Review*, 2011.

VIVARELLI, M. Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature. *Journal of Economic Issues*, v. 48, n. 1, p. 123–154, 1 mar. 2014.