

A influência do sistema nacional de inovação no surgimento de *Small Firms* no Brasil^a

The Influence of the National Innovation System on the Emergence of Small Businesses in Brazil

Kimberly Jéssica Montagner Prote^b 

Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Economia,
Cuiabá (MT), Brasil

Leonardo Flauzino de Souza^c 

Universidade Federal do Mato Grosso, Departamento de Economia, Cuiabá (MT),
Brasil

Resumo: Este trabalho teve como objetivo investigar os fatores determinantes para o surgimento de small firms no Brasil. Utilizando dados em painel para as 27 unidades da federação entre os anos 2000 a 2018, verificou-se que as teorias de transbordamento de conhecimento técnico-científico e o conhecimento tácito provenientes do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e patenteamento, bem como a disponibilidade de crédito contribuem para o surgimento de small firms no mercado brasileiro. Os resultados do modelo de Efeitos Fixos demonstram que tanto o conhecimento como o investimento público direto através de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Bolsas de Estudo quanto a intermediação do acesso ao crédito pelas *startups* através do Banco de Desenvolvimento (BNDES) trazem efeitos positivos e significativos no surgimento de small firms na economia brasileira.

Palavras-chave: Economia Evolucionária. Small Firms. Inovação.

^a Editora responsável: Maríndia Brites

Submissão: 23/07/2024 | Aprovação: 26/05/2025 | DOI: 10.5380/re.v46i88.96235

^b kimberlymonntagner@gmail.com

^c leonardo.souza@ufmt.br

Ambos os autores foram responsáveis pela concepção, pesquisa de dados e/ou documentos, análise dos dados e/ou documentos, participação ativa na discussão dos resultados e revisão e aprovação da versão final.



Abstract: This paper's main purpose is to investigate the determining factors for the emergence of small firms in Brazil. Using panel data for the 27 federation units between the years 2000 and 2018, it was verified whether the theories of spillover effects of technical and scientific knowledge and tacit knowledge originated from the investment in Research and Development (R&D) and patenting, as well as credit inflow contributes to the emergence of small firms in the Brazilian market. The results of the Fixed Effects model demonstrate how knowledge, as well as direct public investment through Research and Development (R&D), scholarships, and the intermediation of access to credit through the Development Bank (BNDES) have significant positive effects in the rise of small firms in the Brazilian economy.

Keywords: Evolutionary Economics. Small Firms. Innovation.

JEL: O38. H52. I25.

1. Introdução

A literatura de *small firms* (pequenos negócios) vem estabelecendo nos últimos anos uma relação cada vez mais direta entre o surgimento de pequenos negócios e seu potencial de gerar inovações e dinamismo econômico (Audretsch, 2002). Muitos autores relacionaram esta literatura com o conceito emergente de empreendedorismo (Acs; Audretsch; Lehmann, 2013). Outros autores preferem a denominação de *startups*, pequenas firmas entrantes e inovadoras, com elevado potencial de crescimento ou transformação dos mercados (Stam; Wennberg, 2009). Sob uma perspectiva mais ampla, os determinantes da inovação têm assumido papel cada vez mais central na emergência e na consolidação das *small firms*.

A teoria schumpeteriana da firma tem sua visão própria para compreender o processo de crescimento das firmas, ou seja, como uma empresa emerge e se torna uma grande empresa competidora em grandes mercados concentrados (Nelson; Winter, 1977, 1982). As firmas surgem no modelo *Schumpeter Mark I*, que é marcado pela “destruição criativa” com a entrada nos mercados possibilitada pelo processo de inovação; ao crescerem e se desenvolverem estas migram para o modelo *Schumpeter Mark II*, caracterizado pela “acumulação criativa” – na qual a inovação já se tornou incremental e as firmas estabeleceram fortes barreiras à entrada de novas concorrentes (Malerba, 2002; Malerba; Orsenigo, 1995).

Nessa perspectiva, as pequenas firmas inovadoras surgem a partir de uma inovação disruptiva que permite a criação de novos mercados e produtos, e à medida que a tecnologia se torna consolidada, as firmas mais lucrativas e com a tecnologia dominante crescem, transformando-se em grandes oligopólios, enquanto as firmas menos lucrativas deixam de existir (Malerba, 2002). Esse processo não depende exclusivamente da iniciativa das firmas inovadoras, mas é significativamente influenciado pelo sistema nacional de inovação (SNI) (Lundvall, 2007).

Lundvall (2007) define um sistema nacional de inovação como a interrelação de macroestruturas e microdinâmicas a nível nacional, capaz de gerar conhecimento e dispersá-lo por meio da aprendizagem. Em outras palavras, o autor busca compreender os mecanismos de produção de conhecimento pelas grandes instituições a nível nacional (macroestrutura) e como esse conhecimento se

dispersa pelas firmas, gerando inovações e modificando as estruturas dos diferentes mercados (microdinâmica). O SNI relaciona as instituições nacionais geradoras de conhecimento com a transformação deste conhecimento em novos produtos e novos mercados gerados pelas firmas.

Este artigo tem por objetivo estudar a influência do sistema nacional de inovação, ao nível de macroestrutura, no surgimento de *small firms* no Brasil utilizando-se de dados em painel para as 27 unidades da federação nos anos de 2000 a 2018. Para tal, levou-se em consideração variáveis levantadas pela literatura teórica e empírica como: conhecimento (bolsas de iniciação científica, bolsas de doutorado e concluintes no ensino superior); política pública por meio de crédito subsidiado do BNDES; investimento em inovação realizado pelas demais firmas (pesquisa e desenvolvimento e registro de patentes); e patamar de desenvolvimento econômico local (renda *per capita*).

O surgimento de *small firms* inovadoras tem se intensificado em paralelo ao avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), especialmente à medida que essas empresas conseguem explorar oportunidades de mercado negligenciadas ou inacessíveis às firmas consolidadas. Os motivos que levam ao recente aumento do número de *small firms* ainda intriga a comunidade científica (Audretsch, 2002; Stam; Wennberg, 2009). Os estudos empíricos a respeito concebem que apenas a nova economia das TICs não é motivo suficiente para justificar a crescente participação das *small firms* nos mercados (Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Allen *et al.*, 2016), sugerindo estudos com novas variáveis antes não consideradas nos modelos.

Audretsch (2002) e Acs *et al.* (2013) argumentam que existe um transbordamento de conhecimento técnico e tácito no local em que as firmas se instalam. Isso ocorre através da padronização das rotinas, pesquisas para melhorar processos e/ou produtos e treinamento dos funcionários. As pesquisas acadêmicas, igualmente, possuem parcela de contribuição para o aumento do conhecimento disponível. Elas proporcionam embasamento científico e melhoram a usabilidade das TICs. A acessibilidade desse conjunto de conhecimentos estimula o surgimento das *small firms*. O tipo de conhecimento especializado regionalmente atua como direcionador do ramo de atividade das firmas entrantes. Isso significa que regiões que possuem concentração de indústrias alimentícias, por exemplo,

apresentariam maior surgimento de *small firms* que atuam nesse mesmo setor de maneira direta ou indiretamente.

O governo pode atuar em duas frentes no estímulo ao surgimento destas empresas: disponibilização de crédito direcionado para elas; e financiamento de pesquisa científica em institutos de pesquisa e universidades (Mazzucato, 2016). O governo brasileiro atualmente dispõe de linhas de créditos para aquisição de máquinas, equipamentos e softwares relacionados com inovação para pequenas empresas. Além de dispor de diversos programas de fomento a *startups*, com priorização de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Inteligências Artificial (IA) e Cidades Inteligentes.

Através do investimento em pesquisas universitárias e aberturas de cursos acadêmicos, o governo cria efeitos de transbordamento do conhecimento para os mercados, contribuindo para a criação de inovações e surgimento de novas empresas. Os campos de especialidade de estudos das universidades podem ser um elemento direcionador com efeito regional da inovação, facilitando o surgimento de *small firms* inovadoras localizadas e altamente especializadas.

Diversos estudos empíricos abordam fatores que estimulam a prática da inovação e os benefícios que ela traz para as empresas para a economia doméstica como um todo. Com frequência a literatura se apoia no uso de dados de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e no uso de patentes para medir a atividade inovadora, enfocando por diversas vezes no setor industrial devido à sua facilidade na medição da produtividade (Sesay; Yulin; Wang, 2018).

No entanto, existe uma lacuna nesta literatura quando se trata de estudar as *small firms*. Tradicionalmente, seus artigos estão mais preocupados em compreender a participação e contribuição das *small firms* para o processo de inovação como um todo (Acs; Audretsch; Feldman, 1994; Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Audretsch; Feldman, 1996). Do outro lado, a literatura schumpeteriana se concentra nos estudos teóricos para o surgimento e crescimento das firmas a partir da inovação, desde os aspectos mais gerais (Dosi, 1982, 1988; Perez, 1985) aos estudos setoriais (Malerba, 2002; Malerba; Orsenigo, 1995, 1996; Pavitt, 1984) além dos modelos matemáticos com processos interativos sobre a microdinâmica da inovação (Fagiolo; Roventini, 2012; Possas, 2008).

Estes estudos deixam uma lacuna para compreender como um sistema nacional de inovação, e as variáveis promotoras de inovação contribuem para o surgimento de firmas emergentes. Os modelos evolucionários mais recentes apenas partem do pressuposto que as firmas surgem e avaliam como a microdinâmica interativa permite que elas se desenvolvam ou sejam removidas do mercado, sem se preocuparem com a macroestrutura que levou ao nascimento delas (Dosi *et al.*, 2013, 2017; Dosi; Fagiolo; Roventini, 2010; Melo; Possas; Dweck, 2016; Possas; Dweck, 2004). O presente artigo visa preencher essa lacuna na literatura utilizando dados do cenário brasileiro para demonstrar se os aspectos geradores de inovação são significativos para criar *small firms*.

Dessa forma, este trabalho está dividido em três seções, além desta introdução e das considerações finais. Na segunda seção são elaboradas as teorias para o surgimento, manutenção e crescimento das *small firms* ao longo dos ciclos tecnológicos, permitindo compreender quais são as principais variáveis elencadas pela teoria econômica como relevantes para explicar o aparecimento dessas firmas. Na terceira seção é apresentado um modelo de painel que explica o número de *small firms* pelas variáveis bolsas de doutorado, bolsas de iniciação científica, concluintes do ensino superior, crédito fornecido pelo BNDES para pequenas empresas, pesquisa e desenvolvimento, número de patentes e PIB *per capita*. Na quarta seção são analisados os resultados do modelo diante da literatura proposta.

2. Processo de inovação e surgimento de novas firmas

A teoria neoclássica sobre inovação afirma que as inovações são uma resultante da função de produção do conhecimento, dada por:

$$I_i = f(Kn_{ij}) \quad (1)$$

De tal forma que as (*i*) variáveis representativas das inovações (*I*), surgimento e/ou crescimento de firmas, criação de patentes e outros estão em função de um conjunto de (*j*) fatores de produção associados ao conhecimento (*Kn*), tais como produção científica, gasto em P&D, investimentos públicos diretos em inovação, para cada uma das (*i*) variáveis.

Este mesmo conceito pode ser aplicado às *small firms*, especialmente à produção técnica e científica das universidades que contribuem para explicar a sua especialização regional nos EUA (Acs; Audretsch; Feldman, 1994; Audretsch; Feldman, 1996). Logo, o surgimento e crescimento das *small firms* representa um dos componentes de (l) que serão alavancados por vários fatores de produção de conhecimento (Kn_j).

A perspectiva neoclássica trabalha com um elevado nível de agregação e considera que as inovações são geradas de forma espontânea a partir da oferta de fatores de produção. Enquanto que a teoria evolucionária é altamente crítica deste conceito de “caixa preta”, no qual fatores de produção são transformados espontaneamente em inovação. Para ela, as inovações são fruto de um esforço contínuo de governos e empresas em pesquisa, seguindo trajetórias tecnológicas com um perfil claro de crescimento entre a emergência e a maturidade, com grandes implicações sobre as estruturas de mercado e efeitos macroeconômicos decorrentes (Dosi, 1988; Nelson; Winter, 1977, 1982).

A teoria econômica evolucionária postula que as inovações são resultado de processos de pesquisa e desenvolvimento científicos feitos por múltiplas instituições (Nelson; Winter, 1977). As agendas de pesquisa inseridas dentro destes processos de P&D são responsáveis por criar trajetórias tecnológicas e paradigmas tecnológicos, ou paradigmas tecno-econômicos (Dosi, 1982; Perez, 1985, 2010). Pode-se compreender as trajetórias tecnológicas como o caminho feito pelos investimentos em pesquisa e desenvolvimento que resultaram em inovações radicais (no início da trajetória) e subsequentes inovações incrementais, que são fonte de crescimento para as firmas envolvidas nesse processo e desenvolvimento econômico de forma mais ampla (Perez, 2010).

Este conjunto de inovações sequenciais cria um paradigma tecnológico ou paradigma tecno-econômico: um amplo programa de pesquisa que irá gerar os múltiplos efeitos perversivos de inovações em variados mercados, produtos e processos. No início da trajetória de um dado paradigma tecnológico, com a emergência das primeiras inovações radicais, os efeitos perversivos são amplos, de tal forma que uma inovação gerada em uma firma e mercado específicos vai afetar múltiplas firmas e mercados, alterando desde padrões de concorrência e estrutura de mercado, padrões de consumo e preferências dos consumidores, e crescimento

econômico e aumento de produtividade (Corazza; Fracalanza, 2004; Freeman, 1984; Perez, 2010; Possas, 2008).

De forma análoga, não são apenas inovações que emergem no início de uma trajetória tecnológica, mas também novas firmas são criadas. As novas firmas emergem em um modelo de concorrência *Schumpeter Mark I* – marcado pelo intenso processo de surgimento de inovações radicais disruptivas de elevado retorno e com capacidade de modificar produtos, processos produtivos e mercados, e pela presença de uma elevada quantidade de pequenas firmas inovadoras (*small firms*) e alta concorrência entre elas. Conforme a trajetória tecnológica evolui para sua maturidade, atinge-se o modelo de concorrência *Schumpeter Mark II* – marcado pela presença de poucas inovações incrementais de baixo retorno e pela presença de grandes firmas que estabelecem fortes barreiras à entrada, baixo nível de concorrência e alta capacidade de imposição de *market-share* e *mark-up* (Malerba, 2002; Malerba; Orsenigo, 1995, 1996).

A sucessão de paradigmas e trajetórias tecnológicas não deve ser compreendida como um processo linear e harmonioso. Ao contrário, esses paradigmas frequentemente se sobrepõem, coexistindo em diferentes estágios de desenvolvimento. Mesmo antes de um determinado paradigma tecnológico alcançar sua maturidade em um mercado específico, já se observa a ascensão de um novo paradigma, acompanhado pela formação de trajetórias emergentes impulsionadas por inovações radicais e pelo surgimento de novas firmas concorrentes. Nesse contexto, é possível afirmar que novas firmas inovadoras, com potencial de crescimento sustentável no longo prazo, emergem de forma contínua.

Os modelos teórico-matemáticos evolucionários atuais compreendem o processo de geração de inovação como promovido pelo lado da oferta, mas fundamentalmente estimulado pela demanda (Dosi *et al.*, 2013, 2015, 2017; Dosi; Fagiolo; Roventini, 2010; Melo; Possas; Dweck, 2016; Possas; Dweck, 2004):

$$RD_{it} = vS_{it-1} \quad (2)$$

$$IN_{it} = \xi RD_{it} \quad (2.1)$$

$$IM_{it} = (1 - \xi) RD_{it} \quad (2.2)$$

$$RD_{it} = vS_{it-1} \quad (2)$$

$$IN_{it} = \xi RD_{it} \quad (2.1)$$

$$IM_{it} = (1 - \xi)RD_{it} \quad (2.2)$$

O sistema de equações 2 demonstra os conceitos acima. As firmas investem uma constante pré-determinada (v) do seu volume de vendas diferido no tempo (S_{it-1}) em pesquisa e desenvolvimento corrente (RD_{it}). O gasto em P&D é direcionado por proporções fixas e complementares ($1 - \xi$) e em inovação (IN_{it}) e imitação (IM_{it}). O sucesso em inovar dependerá de um sorteio aleatório (θ_{it}^{in}) definido por uma distribuição de Bernoulli:

$$\theta_{it}^{in} = 1 - e^{-\zeta_1 IN_{it}} \quad (3)$$

Quanto mais elevado o coeficiente de transmissão de gasto em inovação para geração de inovação (ζ_1) e mais elevado o gasto em inovação (IN_{it}), mais (θ_{it}^{in}) se aproxima do valor unitário ($\theta_{it}^{in} \approx 1$), que representa o sucesso em inovar.

$$A_{it}^{in} = (1 + x_i^A)A_{it-1}^{in} \quad (4)$$

$$B_{it}^{in} = (1 + x_i^B)B_{it-1}^{in} \quad (5)$$

Quando a firma é bem-sucedida em inovar ($\theta_{it}^{in} \approx 1$), esta avança nas trajetórias tecnológicas associadas das firmas produtoras de bens de consumo (A_{it}^{in}) e/ou nas trajetórias tecnológicas das firmas produtoras de bens de capital (B_{it}^{in}), a taxas constantes definidas pelos coeficientes (x_i^A) e (x_i^B). O processo imitativo funciona de forma similar:

$$\theta_{it}^{im} = 1 - e^{-\zeta_2 IM_{it}} \quad (6)$$

O coeficiente de transmissão de gasto em inovação para geração de inovação e volume de gastos realizados em imitação definem a chance de sucesso imitativo, de tal forma que, quando, a firma é bem-sucedida em imitar avançando nas trajetórias tecnológicas, imitando a tecnologia mais próxima:

O coeficiente de transmissão de gasto em inovação para geração de inovação (ζ_2) e volume de gastos realizados em imitação (IM_{it}) definem a chance de sucesso imitativo (θ_{it}^{im}), de tal forma que, quando ($\theta_{it}^{im} \approx 1$), a firma é bem-sucedida em imitar avançando nas trajetórias tecnológicas, imitando a tecnologia mais próxima:

$$A_{it}^{im} = A_{jt-1}^r \quad (7)$$

$$B_{it}^{im} = B_{jt-1}^r \quad (8)$$

As equações 7 e 8 representam uma solução em espaço euclidiano, na qual o avanço na trajetória tecnológica das empresas produtoras de bens de consumo (A_{it}^{im}) e das empresas produtoras de bens de capital (B_{it}^{im}) foi definido pelo ponto mais próximo de cada uma dessas firmas (A_{jt-1}^r) ou (B_{jt-1}^r). Qualquer avanço nas trajetórias tecnológicas, seja por inovação ou por imitação, resulta no aumento da produtividade e na redução dos custos médios unitários de produção de bens de consumo e/ou de bens de capital.

É neste contexto que a teoria evolucionária aborda as *small firms*. Firmas de pequeno porte introduzidas no início do ciclo tecnológico dentro de um padrão de concorrência *Schumpeter Mark I*, como decorrência do próprio processo inovativo (quando os valores máximos de (A_{it}^{in}), (A_{it}^{im}), (B_{it}^{in}), (B_{it}^{im}) ainda estão baixos). No entanto, ao longo da trajetória tecnológica e do processo de transição do modelo de concorrência de *Schumpeter Mark I* para *Schumpeter Mark II*, as *small firms* também podem surgir como novas competidoras em mercados relativamente estabelecidos (quando os valores máximos de (A_{it}^{im}), (A_{it}^{in}), (B_{it}^{im}), (B_{it}^{in}) estão elevados), uma vez que são capazes de prover inovações de processo ou produto, não planejadas em primeira instância pelas firmas estabelecidas.

As *small firms* emergentes não são necessariamente réplicas das firmas estabelecidas. São dotadas de agentes que enxergaram oportunidades de atuação através da inovação, utilizando-se do conhecimento adquirido para tentar dirimir os riscos inerentes à sua entrada no mercado e quebrar as barreiras estabelecidas pelas empresas estabelecidas. O conhecimento tecnológico que as *small firms* utilizam em seu desenvolvimento é proveniente de registros públicos que empresas e centros de pesquisas possuem, somados aos treinamentos ofertados. Além dos lucros, o conhecimento e informação, e a visão de oportunidades nos mercados motivam os empreendedores a encarar as empresas consolidadas (Audretsch, 2002; Freeman, 1984; Nelson; Winter, 1982). A capacidade de absorver este conhecimento tecnológico e inovar em produto ou processo é definido pelas equações de imitação e inovação.

É importante ressaltar que nem sempre as inovações trazidas por essas empresas ao mercado geram inovações radicais ou revoluções tecnológicas schumpeterianas. Muitas vezes, as pequenas firmas estão entrando no mercado por meio de inovações incrementais, mudando a forma que entregam o produto ou serviço ao consumidor final para captarem parte do mercado das firmas tradicionais. Isso acontece pautado no processo natural de as firmas consolidadas se acomodarem em seus processos de rotina, levando as novas empresas a encontrarem potenciais de inovação. Ao entrarem nos mercados, as *small firms* encaram duas possibilidades: I.) A nova empresa não será uma *small firm* para todo o sempre, em determinado momento se tornará uma empresa consolidada, com processos e rotinas definidas, assim como suas concorrentes ou, II.) irá perecer frente à concorrência do oligopólio já bem estabelecido e com lucros suficientes para criar barreiras à entrada de novos concorrentes (Markides; Geroski, 2004; Zheng; Liu; George, 2010).

A ocorrência dos cenários (I) ou (II) depende da capacidade da *small firm* de progredir rapidamente ao longo de sua trajetória tecnológica. Quando o avanço tecnológico, seja por meio de inovação ou imitação (conforme representado no sistema de equações 2 a 8), é limitado, os ganhos de produtividade tendem para níveis menores, resultando em uma redução pouco significativa dos custos médios unitários de produção. Consequentemente, a firma oferece produtos a preços relativamente elevados, o que dificulta a ampliação de sua participação de mercado e restringe o crescimento das receitas, limitando, assim, os recursos disponíveis

para reinvestimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Em contrapartida, quando a *small firm* avança de forma acelerada em sua trajetória tecnológica, esta registra um aumento substancial na produtividade, redução dos custos médios, e há a possibilidade de ofertar produtos a preços mais competitivos. Esse processo favorece a expansão do *market share*, impulsiona as vendas e contribui para que a firma, gradualmente, deixe de ser caracterizada como uma *small firm*.

Há outros efeitos e cenários relevantes que não são captados pela estrutura do modelo padrão. À medida que as *small firms* estão gerando inovações incrementais, e não inovações radicais a nível de *Schumpeter Mark I*, estas passam a concorrer por lucros com as firmas consolidadas através de fatores de mercado. Isso significa que sua entrada nos setores pode sofrer retaliação, como baixa nos preços ou estratégias pesadas de marketing. Além disso, terão de disputar espaço com marcas conhecidas pelos consumidores e muitas vezes bem estabelecidas. Isso leva a crer que as *small firms*, mesmo as inovadoras, não terão acesso a lucros extraordinários pela imposição de *market share* e *mark up*, dependendo de outros fatores para fazer crescer sua participação no mercado.

Evidências sugerem que as *small firms* escolhem o mercado de acordo com a ampla experiência setorial do empreendedor. Por terem trabalhado para as grandes firmas, há a crença de que possuem conhecimentos suficientes sobre a funcionalidade do mercado para a empreitada. Se apoiam no conhecimento empírico, uma vez que nem todo o conhecimento está totalmente detalhado, mesmo aqueles estabelecidos em rotinas pelas firmas consolidadas. Contudo, percepções individuais, níveis culturais e racionalidade limitada podem influenciar no padrão das rotinas levando a visões enviesadas de comportamentos de mercado. Em consequência, a tomada de decisão do empreendedor pode não levar em consideração todas as informações necessárias para garantir o sucesso da *small firm* (Audretsch, 2002; Gelderen; Thurik; Bosma, 2005; Nelson; Winter, 1982).

O nível de concentração do setor de atuação e tipo de atuação de mercado identicamente são passíveis de influência no sucesso dessas novas empresas. Setores oligopolizados têm um maior poder de organização a ponto de criar barreiras naturais ou intencionais a novas empresas entrantes, dificultando e gerando dúvidas sobre a existência da demanda suficiente a garantir retornos que sustentem as *small firms* em fase inicial (Audretsch, 2002).

Em mercados caracterizados por baixa densidade de empresas, mas com muitos consumidores, o surgimento de *small firms* é frequentemente impulsionado pelo conhecimento econômico prévio dos empreendedores, conforme já mencionado. Essas firmas identificam nichos de oportunidade e se beneficiam da adoção de novas tecnologias, as quais demandam modelos de negócios inovadores. Seu objetivo é transpor barreiras de entrada e operacionais, mesmo diante dos riscos inerentes, visando à obtenção de lucros e consolidação no mercado.

A modernização do sistema econômico através do uso de tecnologias da informação intensifica a geração de conhecimento técnico e tácito. A grande quantidade de informação disponível na internet compõe os vetores de ação dos empreendedores. Estes entram nos mercados motivados pelos lucros (Gelderen; Thurik; Bosma, 2005). As restrições para acesso a mercados inovadores que o uso das patentes anteriormente trazia consigo ficam cada vez menores, mesmo em setores intensivos em capital físico. Isso torna atrativo às *small firms* o risco de se aventurarem nos diversos mercados através de inovações incrementais.

Em suma, todo esse conjunto de fatores discutidos gera conhecimento, que transborda pelas fontes que o produzem. As empresas, através das rotinas, criam padrões visuais que auxiliam a compreensão de como fazer. Universidades e centros de pesquisas tornam acessíveis insumos e produzem conjuntos de caminhos e possibilidades a serem explorados. As falhas de mercado produzem demandas não atendidas pelos consumidores. Visualizando oportunidades no somatório dos fatores, e embasada no conhecimento tácito que possui além dos padrões, a *small firm* emerge no mercado com o processo *learning-by-doing*. Todos estes elementos de microdinâmica são importantes para definir a capacidade de crescimento de uma *small firm* e não são captados pela estrutura padrão dos modelos teóricos evolucionários descritos nas equações 2 a 8.

É importante compreender que tanto as *small firms* que produziram inovações radicais e iniciaram uma trajetória tecnológica própria concorrendo em mercados do tipo *Schumpeter Mark I* quanto as *small firms* que produziram inovações incrementais e passam a concorrer em mercados oligopolizados do tipo *Schumpeter Mark II* precisaram ser abastecidas pelo conhecimento gerado por um conjunto de instituições privadas e públicas, capazes de fazer e financiar pesquisa e desenvolvimento. Este conjunto de instituições é denominado Sistema Nacional de Inovação (SNI), que assume importância relevante tanto para que as firmas

estabelecidas no mercado continuem inovando, quanto contribui para o surgimento e potencial crescimento das *small firms* (Lundvall, 2007).

O sistema nacional de inovação brasileiro é composto por universidades responsáveis pela produção de conhecimento e pesquisa científica, poucas empresas de grande porte com elevado nível de registro de patentes, como a Petrobrás, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) como principal financiador a preencher a lacuna de falta de financiamento privado para inovação. A literatura compreende que este sistema nacional de inovação brasileiro não é suficientemente maduro, mas compatível com o que se observa em países de industrialização incompleta (Albuquerque, 1996). Embora nos últimos anos avanços tenham sido realizados para expandir o SNI brasileiro, a nível internacional este continua não tão maduro e semelhante ao de outros países presos na “armadilha da renda média” (Lee; Lee; Lee, 2021).

A literatura que trabalha a relação entre sistema nacional de inovação e as *small firms* está preocupada em compreender se a geração de conhecimento por parte do SNI é capaz de gerar aprendizado nas *small firms*. Em outras palavras, a literatura busca entender a conexão entre a macroestrutura (pesquisa científica a nível nacional) e a microdinâmica (pesquisa e desenvolvimento a nível de firma) (Fukugawa, 2016; Jung; Andrew, 2014; Sternberg; Arndt, 2001). Por outro lado, há poucos trabalhos que abordam o crescimento do número de *small firms* (Audretsch, 2002) e as políticas públicas mais adequadas para incentivar o surgimento e crescimento destas empresas (Mason; Brown, 2013).

Os modelos teórico-matemáticos evolucionários avançaram significativamente em compreender o funcionamento da microdinâmica (demonstrado no sistema de equações de 2 a 8), mas há poucos trabalhos teóricos e aplicados que se concentram em estudar os efeitos da macroestrutura. A maior parte destes trabalhos focam na compreensão dos efeitos do mercado de crédito sobre a microdinâmica de inovação e imitação das firmas (Dosi *et al.*, 2013, 2015). Dosi *et al.* (2013, 2015) desenvolvem um mercado de crédito concentrado que operam sob formas de restrição quantitativa de crédito, reproduzindo em um modelo evolucionário estruturas de restrição de financiamento por assimetria de informação (Stiglitz; Weiss, 1981).

À vista disso, o crédito subsidiado promovido por instituições como o BNDES se porta como uma importante política pública de captação forçada de

poupança, com o intuito de prover financiamento a mercados que operam com elevada assimetria de informação, alto custo de financiamento e restrição quantitativa no provimento de crédito (Dosi *et al.*, 2013, 2015). Sendo assim, o financiamento promovido pelo BNDES alivia a restrição quantitativa de crédito existente para *small firms* inovadoras.

A experiência internacional demonstra a capacidade das *small firms* em gerar empregos e inovar, muitas vezes em patamares superiores às firmas de grande porte (Audretsch, 2002). Devido a isso, muitos países estabelecem políticas públicas de isenção tributária ou regimes diferenciados para estas firmas (Mason; Brown, 2013). O cenário brasileiro não é diferente: as *small firms* recebem um elevado volume de renúncia fiscal por parte dos governos, mas geram um elevado número de empregos (Paes, 2014, 2015). No entanto, há questionamentos se essas são as políticas mais adequadas para se preservar estas firmas e incentivar a geração de empregos (Mason; Brown, 2013; Paes, 2014).

Diferentemente dos estudos anteriores, a proposta deste artigo é compreender se as variáveis de conhecimento do sistema nacional de inovação e as variáveis de políticas públicas para crédito acessível ajudam a explicar a quantidade de *small firms* dispersas regionalmente no Brasil. Desta forma, contribui para o debate internacional analisando a capacidade de a macroestrutura influenciar na criação de *small firms*, e para o debate nacional, uma vez que boa parte das variáveis analisadas estão relacionadas a políticas públicas educacionais e a fornecimento de crédito subsidiado.

3. Modelo de dados em painel

Algumas das vantagens da utilização dos dados em painel incluem: o controle individual da heterogeneidade das variáveis, a geração de dados mais informativos, além de maior variabilidade e menor colinearidade entre variáveis devido à combinação entre séries temporais e seccionais, gerando maior eficiência e número de graus de liberdade; a facilidade para análise das dinâmicas de ajuste. Somado a isso, o método evidencia a heterogeneidade das variáveis estudadas, o que pode gerar a violação do pressuposto de mínima variância dos estimadores do modelo.

O objetivo dos dados em painel é obter os estimadores consistentes de β com propriedades desejadas de eficiência, ou seja, com o modelo apresentando parâmetros livres de tendência. Outra vantagem do uso de dados em painel em séries históricas em relação ao método regressão de séries temporais se deve ao primeiro considerar duas dimensões das séries: o fator individual da unidade amostral – no caso desse trabalho as 27 unidades federativas; e o tempo da série – 2000 a 2018. Enquanto o método de séries temporais, como o próprio nome sugere, considera apenas o tempo nos dados.

As séries utilizadas no trabalho para testar as hipóteses são dados secundários provenientes de fontes oficiais governamentais (conforme descrito na Tabela 1). Foram extraídos dados anuais para as 27 unidades da federação brasileira entre os anos de 2000 a 2018, totalizando 19 observações por federação, e 513 observações no total de cada série histórica. As variáveis utilizadas no modelo foram coletadas com base na literatura econômica teórica e empírica, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais variáveis e estudos teóricos e empíricos sobre inovação e surgimento de *small firms*

Fatores	Escala	Referências Teóricas	Estudos Empíricos	Fonte dos Dados
Número de empresas	Nº	(Acs; Audretsch; Feldman, 1994; Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Audretsch; Feldman, 1996; Gelderen; Thurik; Bosma, 2005; Lundvall, 1999; Markides; Geroski, 2004)	(Sedláček; Sterk, 2017; Sesay; Yulin; Wang, 2018; Zheng; Liu; George, 2010)	Cadastro Central de Empresas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020)
Bolsas de Doutorado	Nº	(Acs; Audretsch; Feldman, 1994; Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Markides; Geroski, 2004)	(Sesay; Yulin; Wang, 2018; Zheng; Liu; George, 2010)	(CAPES, 2019)
Bolsas Iniciação Científica	Nº	(Acs; Audretsch; Feldman, 1994; Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002)	(Sesay; Yulin; Wang, 2018; Zheng; Liu; George, 2010)	(CAPES, 2019)
Concluintes do Ensino Superior	Nº	(Acs; Audretsch; Feldman, 1994; Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Gelderen; Thurik; Bosma, 2005; Ranga; Etzkowitz, 2013)	(Sesay; Yulin; Wang, 2018; Zheng; Liu; George, 2010)	(INEP, 2019)
Crédito	R\$	(Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Dosi, 1990; Lundvall, 1999; Nelson; Winter, 1982)	(Sesay; Yulin; Wang, 2018; Zheng; Liu; George, 2010)	(BNDES, 2020)
P&D	R\$	(Acs; Audretsch; Feldman, 1994; Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Audretsch; Feldman, 1996; Dosi, 1988; Freeman, 1984; Markides; Geroski, 2004; Nelson; Winter, 1977, 1982)	(Sesay; Yulin; Wang, 2018; Yim, 2008)	(CAPES, 2019)
Número de Patentes	Nº	(Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Markides; Geroski, 2004; Nelson; Winter, 1977, 1982; Ranga; Etzkowitz, 2013)	(Schneider, 2005; Sesay; Yulin; Wang, 2018)	(CAPES, 2019)
PIB per Capita	R\$	(Acs; Audretsch; Lehmann, 2013; Audretsch, 2002; Gelderen; Thurik; Bosma, 2005; Lundvall, 1999; Ranga; Etzkowitz, 2013)	(Sedláček; Sterk, 2017; Sesay; Yulin; Wang, 2018)	(IBGE, 2018)

Fonte: elaboração própria.

A partir da Tabela 1 é possível elencar algumas características relevantes sobre as pesquisas que relacionam *small firms* e inovação. Em primeiro lugar, estas teorias se concentram em estudos de natureza ortodoxa inaugurados por Acs *et al* (1994), que altera a função de produção de conhecimento, acrescentando os gastos com pesquisa e produção de conhecimento por parte de universidades e as diferenças regionais e geográficas na produção de conhecimento. Em segundo lugar, a teoria evolucionária se destaca em compreender a relação entre as variáveis representativas da inovação, patentes e P&D, e as variáveis de maior nível de agregação, crédito e PIB *per capita*. Em terceiro lugar, os testes empíricos normalmente focam em compreender o crescimento das *small firms* (Sedláček; Sterk, 2017; Zheng; Liu; George, 2010), ou o crescimento do PIB *per capita* e/ou emprego explicado pelas *small firms* (Sedláček; Sterk, 2017; Sesay; Yulin; Wang, 2018).

Neste aspecto, o modelo trabalhado neste artigo apresenta a relação das variáveis de inovação (P&D e patentes), das variáveis de produção de conhecimento científico e formação de profissionais qualificados (bolsas de doutorado, bolsas de iniciação científica, concluintes do ensino superior), e das variáveis agregadas de fornecimento de crédito e nível de desenvolvimento (PIB *per capita*) no número de *small firms*. A importância de se relacionar estas variáveis reside no fato de que muitas das variáveis independentes estão relacionadas a políticas públicas de amplo aspecto que têm papel relevante na criação das *small firms*, contribuindo para o debate dos incentivos mais adequados para criação e manutenção de *small firms*, sem se concentrar em benefícios tributários (Paes, 2014, 2015).

O modelo trabalhado se configura como um painel balanceado, ou seja, as observações de todas as variáveis estão disponíveis para todos os indivíduos ao longo do tempo estudado. No entanto, quando observados individualmente e por estado, é possível notar uma concentração latente nas regiões Sudeste e Sul brasileiras dos números levantados. O que corrobora para a escolha do uso de dados em painel para estudar os efeitos de forma individual e no tempo das variáveis.

Algumas das séries estudadas no modelo não apresentam distribuição normal e o uso de transformações logarítmicas não foi suficiente para corrigir a distribuição da série. Para tanto, utilizou-se a transformação de Box Cox (1964),

que também é bastante utilizada para enfrentar problemas de heterocedasticidade. O modelo a ser estudado consiste em:

$$\begin{aligned} \ln \ln (\text{Empresas})_{it} = & \alpha + \beta_1 \text{Bolsas Inic. Cient}_{it} + \ln \beta_2 \ln (\text{Num. Patentes})_{it} + \\ & \beta_3 \text{Credito}_{it} + \left(\frac{PD_{it}}{PIB \text{ per Capita}_{it}} \right) + \beta_5 \ln (\text{Concluintes})_{it} + \\ & \beta_6 \ln (\text{Bolsas de Doutorado})_{it} + \eta_i + u_{it} \end{aligned} \quad (9)$$

No qual (i) corresponde a cada unidade da federação, totalizando 27; (t) representa o período de 2000 a 2018; (η_i) é o valor não observado para cada unidade da federação, e (u_{it}) é o termo de erro. O painel se configura de forma balanceada. Sua estimação se apoia nas significâncias estatísticas gerais do modelo pelo teste F e pelas significâncias individuais de cada variável estudada (p -valor). Além disso, espera-se que os erros do modelo sejam homecedásticos e normalidade dos resíduos.

O teste de detecção de heterocedasticidade dos resíduos é o teste de Breusch Pagan. Para testar a hipótese de normalidade dos resíduos do modelo estimado, utiliza-se o Shapiro Test, baseado na estatística W:

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (x_{(i)} - \bar{x})^2} \quad (10)$$

em que x_i são os valores da amostra ordenados e $x_{(i)}$ é o menor. A constante b é determinada da seguinte forma:

$$b = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n/2} a_{n-i+1} \times x_{(n-i+1)} - x_{(i)} & \text{se } n \text{ é par} \\ \sum_{i=1}^{(n+1)/2} a_{n-i+1} \times x_{(n-i+1)} - x_{(i)} & \text{se } n \text{ é impar} \end{cases} \quad (11)$$

Onde (a_{n-i+1}) são as constantes geradas pelas médias, variâncias e covariâncias das estatísticas de ordem de uma amostra de tamanho n de uma distribuição normal. A hipótese nula do teste é que a amostra provém de uma população normal.

Todas as séries do modelo apresentaram padrões não estacionários, não podendo rejeitar a hipótese nula de raiz unitária a 1% de significância, dado que os valores calculados da estatística t (t -value) foram maiores que os valores críticos de τ_3 . Nenhuma das séries apresentou tendência no teste.

Para corrigir o problema e garantir estimadores consistentes, na equação do modelo empírico foi inserido o número de defasagens no tempo de lags (Anexo). Com o número de lags incluídas à equação do modelo, passou-se à estimação dos modelos *Pooled*, Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios. O teste F foi realizado para avaliar qual o modelo melhor se ajusta, evidenciando que o modelo de efeitos fixos proporciona um desempenho estatístico superior em relação aos demais modelos estimados.

Os modelos foram gerados e testados através do Software R.

4. Análise de resultados

Em investigação sobre o comportamento das séries estudadas no modelo, foi aplicado o teste de Dickey Fuller Aumentado (Tabela A1) para verificar a possível não estacionariedade devido a ciclos, tendências, sazonalidade e outros comportamentos que prejudicam a estimação do modelo. A estacionariedade é uma condição importante em séries ao longo do tempo no cumprimento de padrões estatísticos, como variância constante ao longo do tempo, para garantir estimadores robustos. Todas as séries do modelo apresentaram padrões não estacionários (Tabela A1), assim não é possível rejeitar a hipótese nula de raiz unitária a 1% de significância, dado que os valores calculados da estatística t (t -value) foram maiores que os valores críticos. Nenhuma das séries apresentou tendência no teste. Para corrigir o problema e garantir estimadores consistentes, na equação do modelo empírico foi inserido o número de defasagens no tempo (Tabela A2).

Tabela 2 – Resultados das estimações em Painel

Variáveis	Modelo <i>Pooled</i>	Efeitos Fixos	Efeitos Aleatórios
Intercepto	4.620856***	n/a	5.0008891***
Inic. Cient	0.2448402*	0.259504**	0.2571836**
Núm.Patentes	0.2223245***	0.091292*	0.1761925***
Crédito	0.0983146***	0.077295***	0.0755873***
PD/PIB <i>per capita</i>	0.0393112***	0.047213***	0.0480674***
Concluintes	0.1816331***	0.150509**	0.2316727***
Doutorado	0.1119132***	0.121318**	0.1289861***
Observações	297	297	297
R ²	0.9497900	0.59784	0.80259
R ² Ajustado	0.94875	0.5491	0.79851

Fonte: elaboração própria.

Nota: ***, ** e * indicam o nível de significância das estatísticas individuais (p-valor) das variáveis dos modelos em 1%, 5% e 10% de significância, respectivamente. n/a – Não se aplica.

O teste F foi realizado para avaliar qual θ modelo melhor se ajusta entre o *Pooled* e o de Efeitos Fixos. A hipótese nula do teste é de que há igualdade nos interceptos e nas inclinações para todos os indivíduos, caracterizando o modelo de dados agrupados (*pooled*). O *p-valor* calculado do teste foi menor que 0,05, indicando que se deve rejeitar a hipótese nula de que há igualdade nos interceptos e nas inclinações do modelo a 5% de significância. O modelo de efeitos fixos é melhor que o *pooled*, ou seja, os resultados dos estimadores do modelo de efeitos fixos se mostraram melhor que o de *pooled*. Os resultados do teste de especificação de Hausman calcularam um *p-valor* inferior a 0,05, rejeitando a hipótese nula a 5% de significância de que o modelo de Efeitos Aleatórios tem regressores eficientes e consistentes. A sugestão é de que o modelo de efeitos fixos é o preferível dos modelos estimados, portanto utiliza-se apenas esse modelo nas análises das hipóteses do trabalho.

Entre os modelos estimados, os testes indicaram que o preferível é o de efeitos fixos. Isso significa que os interceptos para cada regressão variam de acordo com o efeito de cada unidade da federação analisada e que os coeficientes das variáveis independentes para cada equação são os mesmos para cada estado.

Tabela 3 – Resultados da estimação do painel para efeitos fixos

Variáveis Explicativas	Parâmetro	Desvio Padrão	t-value	P-Value
lag(Inic.Cient, 5)	0.259504	0.087275	2.9734	0.0032**
lag(Núm.Patentes, 4)	0.091292	0.035918	2.5417	0.0116*
lag(Crédito, 4)	0.077295	0.011871	6.5114	0.0000***
lag(PD.PIB, 8)	0.047213	0.010933	4.3182	0.0000***
lag(Concluintes, 2)	0.150509	0.049066	3.0675	0.0024**
lag(Doutorado, 4)	0.121318	0.036844	3.2928	0.0011**
R ²	0.59784			
R ² Ajustado	0.5491			
F-statistic	65.4101			

Fonte: elaboração própria.

A regressão do modelo se mostrou significativa, com um coeficiente de determinação indicando que as variáveis explicativas correspondem a 54,91% do modelo proposto (R²-Ajustado). Os preditores se mostram significativos a um nível de significância de 1% (***) e 5% (**), com exceção do Número de Patentes, que se mostra significativo a um nível de 10% (*), conforme pode-se observar pela estatística do p-valor na Tabela 3. Ademais, os desvios padrões das variáveis se mostraram baixos para todas as variáveis.

5. Discussões

A regressão de efeitos fixos indica que existe uma variação dos efeitos das variáveis entre as unidades federativas brasileiras (i), mas que elas não variam com o tempo (t). Isso significa que as questões individuais regionais podem interferir no surgimento das *small firms*. Em regiões em que há maior abundância de investimento em pesquisas, públicas e privadas, facilitação do acesso ao crédito e alocação de universidades, o surgimento de *small firms* será mais provável do que em relação àquelas que não possuem os mesmos recursos disponíveis.

Os valores dos regressores do modelo de efeitos fixos, bem como seus sinais, corroboram com os estudos teóricos e empíricos abordados neste trabalho. Cada aumento percentual nas variáveis explicativas aumenta significativamente o percentual de *small firms* a níveis regionais (Tabela 3). No entanto, as variáveis que representam o transbordamento de conhecimento técnico-científico nas pesquisas provenientes de universidades públicas são as mais impactantes: um

aumento de 1% no número de bolsas de Iniciação Científica e de Doutorado e no número de estudantes concluintes de graduação elevam o número de *small firms* a regionalmente em 26%, 12% e 15%, respectivamente.

Esses valores corroboram com os estudos de transbordamento de conhecimento aplicados na economia norte-americana pelos autores Acs *et al* (1994), Audretsch & Feldman (1996), Audretsch (2002), Acs *et al* (2013). Isso sugere que a pesquisa acadêmica gerada nas universidades públicas possui potencial de ser aplicado na diminuição dos riscos que as *small firms* enfrentam em sua criação, manutenção e possibilidade de crescimento.

Os resultados também evidenciam a importância do investimento público em P&D e na educação, bem como a disponibilidade de crédito para essas empresas nascentes (Mazzucato, 2016). O aumento de 1% no valor disponível de crédito contribuiu para o aumento de 7% das empresas, que trazem retorno positivo à economia através da geração de emprego e renda. Este resultado é relevante, uma vez que os custos tributários de concessão de crédito barato são significativamente menores do que a aplicação de subsídios diretos (Paes, 2014, 2015).

Apesar de seu efeito positivo, o número de patentes é a variável com menor significância no modelo em termos estatísticos (90%*, enquanto as demais apresentam 99%*** e 95%** de confiabilidade). Um possível fator que explica esse nível de confiabilidade mais baixo em relação aos demais é que as *small firms* têm menor acesso ao mercado de patentes, que se concentra em grandes instituições de pesquisa e grandes empresas, além das dificuldades gerenciais do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) no Brasil (Buainain; Souza, 2019).

Além disso, os resultados da investigação de Schneider (2005) evidenciam que em países em desenvolvimento a proteção de propriedade intelectual privilegia empresas estrangeiras em detrimento das empresas nacionais, e esse pode ser o caso brasileiro. À medida que as *small firms* focam seus modelos de negócios em inovações incrementais buscando capturar mercados existentes de maneiras diferentes, a proteção intelectual pode ser um fator de entrave no uso das tecnologias disponíveis para que a rotina de inovação seja possível.

Cabe ressaltar que neste estudo não é possível avaliar se a proteção proveniente do patenteamento possui outros efeitos negativos na economia

conforme sugerido por Dutta e Sharma (2008), como aumento de preços relativos da economia e a qualidade dos serviços ofertados.

Ademais, os modelos de dados em painel focam em efeitos de curto prazo, por terem padrões lineares. Os fenômenos dinâmicos da economia, como seus ciclos, choques tecnológicos, depressões econômicas, possuem padrões não lineares, que podem afetar o surgimento de *small firms*, e não são capturados pelo modelo utilizado neste trabalho.

Outros fatores abordados na teoria econômica e indicados nos estudos empíricos devem também ser estudados para se compreender melhor o surgimento dessas empresas inovadoras, como a atuação do marketing, concentração industrial regional, informação tácita proveniente das rotinas, entre outros. O modelo se limita a avaliar a relação entre as variáveis do SNI associadas à macroestrutura, considerando que a literatura evolucionária já fez muitos avanços quando à microdinâmica, como demonstrado no referencial teórico.

A teoria evolucionária afirma que a capacidade de agentes inovadores incrementais está limitada ao seu conhecimento do mercado e às tecnologias existentes (Malerba, 2002). O modelo indica a relação clara entre o surgimento de *small firms* em função das universidades e o crédito, contudo o modelo não leva em consideração qual tipo de tecnologias as empresas nascentes estão utilizando.

Não há também uma trajetória clara do crédito disponibilizado para inovação pelo BNDES no Brasil. Mesmo com uma linha específica para tanto, não há acompanhamento dos dispêndios das empresas, o que dificulta a mensuração da efetividade das linhas de créditos no incremento do fator de inovação de maneira regional, o que corrobora para com as discussões de que o Sistema Nacional Brasileiro continua imaturo, apesar de ter iniciado sua trajetória investindo em pesquisa básica (Lee; Lee; Lee, 2021). O estudo também não contempla a efetividade das *small firms*, uma vez que a base de dados não permite avaliar os lucros obtidos por elas nos mercados regionais.

Mesmo assim, os avanços do modelo empírico são significativos ao demonstrar que as variáveis da macroestrutura do SNI relacionadas à educação e fornecimento de crédito subsidiado impactam significativamente no surgimento de *small firms*. Toda a microdinâmica teórica tratada pela economia evolucionária parte do pressuposto que as *small firms* apenas surgem, e o processo interativo de inovação e imitação definem o seu sucesso. No entanto, o modelo empírico

desenvolvido neste trabalho demonstra que a macroestrutura do SNI tem papel extremamente relevante para explicar o surgimento das *small firms*, mesmo que não avalie se isso altera a microdinâmica do processo interativo de inovação e imitação.

6. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo investigar os fatores determinantes para o surgimento de *small firms* no Brasil. Utilizando dados em painel para as 27 unidades da federação entre os anos 2000 a 2018, verificou-se se as teorias de transbordamento de conhecimento técnico-científico e o conhecimento tácito provenientes do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e patenteamento, bem como a disponibilidade de crédito, contribuem para o surgimento de *small firms* nos mercados brasileiros.

A regressão de efeitos fixos indica que existe uma variação dos efeitos das variáveis entre as unidades federativas brasileiras (i), mas que elas não variam com o tempo (t). Isso significa que as questões individuais regionais podem interferir no surgimento das *startups*. Em regiões em que há mais abundância de investimento em pesquisas, públicas e privadas, facilitação do acesso ao crédito e alocação de universidades, o surgimento de *startups* será mais provável do que em relação àquelas que não possuem os mesmos recursos disponíveis.

Os resultados do modelo de Efeitos Fixos demonstram que tanto o conhecimento como o investimento público direto através de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Bolsas de Estudo quanto a intermediação do acesso ao crédito para as *startups* através do Banco de Desenvolvimento (BNDES) trazem efeitos positivos e significativos no surgimento de *startups* na economia brasileira, e conseqüentemente estimula os processos inovativos que muito têm a contribuir para com o crescimento do país.

Esses resultados podem contribuir para a tomada de decisão de executores de políticas públicas no que tange a que o estímulo e fortalecimento à inovação sejam mais disseminados em regiões onde faltam fatores que facilitem o surgimento de *small firms*, buscando o desenvolvimento econômico nacional. As literaturas nacional e internacional consolidadas concordam quanto ao impacto das *small firms* na geração de empregos (Paes, 2015; Sedláček; Sterk, 2017), porém

estas empresas - substituir este pronome, do contrário parece que são as literaturas que sofrem os efeitos da desoneração tributária são dependentes de políticas de desoneração tributária extremamente custosas do ponto de vista fiscal e não necessariamente tão determinantes para o surgimento, manutenção e crescimento delas, quanto as políticas de estímulo técnico-científico e crédito facilitado.

Novos estudos, incluindo variáveis com detalhamento tecnológico utilizado pelas *small firms*, os lucros obtidos nos mercados, tempo de maturidade tecnológica e mercados e a trajetória de aplicação das linhas de crédito públicas que estimulam a inovação devem ser abordados para contribuir com o tema e compreender se os elementos da macroestrutura no SNI também alteram a microdinâmica do processo interativo de inovação e imitação, e não apenas explicam o surgimento das *small firms*.

Referências

ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D spillovers and innovative activity. *Managerial and Decision Economics*, v. 15, n. 2, p. 131-138, 1994.

ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B.; LEHMANN, E. E. The knowledge spillover theory of entrepreneurship. *Small Business Economics*, v. 41, n. 4, p. 757-774, 2013.

ALBUQUERQUE, E. D. M. E. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 16, p. 387-404, 1996.

ALLEN, T. J. *et al.* The power of reciprocal knowledge sharing relationships for startup success. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, v. 23, n. 3, p. 636-651, 2016.

AUDRETSCH, D. B. The Dynamic Role of Small Firms: Evidence from the U.S. *Small Business Economics*, v. 18, n. 1, p. 13-40, 2002.

AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, v. 86, n. 3, p. 630-640, 1996.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Estatísticas Operacionais*. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/consulta-operacoes-bndes/consulta-a-operacoes-bndes>>.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA, R. F. *Propriedade intelectual e desenvolvimento no Brasil*. 1. ed. Rio de Janeiro: Idea, 2019.

Disponível em:

<https://www.eco.unicamp.br/images/publicacoes/Livros/docentes/antonio-buainain/propriedade-intelectual-e-desenvolvimento-no-brasil.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2024.

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. *Sistema de informações georreferenciadas*. Concessão de bolsas de pós-graduação no Brasil. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://geocapes.capes.gov.br/geocapes>>.

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. *Conjunto de Dados Abertos: Investimento em P&D e Pedidos de Patentes*. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://dadosabertos.capes.gov.br/dataset>>.

CORAZZA, R. I.; FRACALANZA, P. S. Caminhos do pensamento neoschumpeteriano: para além das analogias biológicas. *Nova Economia*, v. 14, n. 2, 2004. Disponível em:

<https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/434>.

Acesso em: 28 mar. 2020.

DOSI, G. Finance, innovation and industrial change. *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 13, n. 3, p. 299-319, 1990.

DOSI, G. *et al.* Fiscal and monetary policies in complex evolving economies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 52, p. 166-189, 2015.

DOSI, G. *et al.* Income distribution, credit and fiscal policies in an agent-based Keynesian model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 37, n. 8, p. 1598-1625, 2013.

DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, p. 1120–1171, 1988.

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.

DOSI, G. *et al.* When more flexibility yields more fragility: The microfoundations of Keynesian aggregate unemployment. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 81, p. 162-186, 2017.

DOSI, G.; FAGIOLO, G.; ROVENTINI, A. Schumpeter meeting Keynes: A policy-friendly model of endogenous growth and business cycles. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 34, n. 9, p. 1748-1767, 2010.

FAGIOLO, G.; ROVENTINI, A. Macroeconomic Policy in DSGE and Agent-Based Models. *Revue de l'OFCE*, v. 124, n. 5, p. 67, 2012.

FREEMAN, C. Prometheus unbound. *Futures*, v. 16, n. 5, p. 494-507, 1984.

FUKUGAWA, N. Knowledge spillover from university research before the national innovation system reform in Japan: localisation, mechanisms, and intermediaries. *Asian Journal of Technology Innovation*, v. 24, n. 1, p. 100-122, 2016.

GELDEREN, M. van; THURIK, R.; BOSMA, N. Success and Risk Factors in the Pre-Startup Phase. *Small Business Economics*, v. 24, n. 4, p. 365-380, 2005.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Economia e Cadastro central de Empresas. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>>.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopses Estatísticas da Educação Superior – Graduação. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>.

JUNG, K.; ANDREW, S. Building R&D collaboration between university-research institutes and small medium-sized enterprises. *International Journal of Social Economics*, v. 41, n. 12, p. 1174–1193, 2014.

LEE, K.; LEE, J.; LEE, J. Variety of national innovation systems (NIS) and alternative pathways to growth beyond the middle-income stage: Balanced, imbalanced, catching-up, and trapped NIS. *World Development*, v. 144, p. 105472, 2021.

LUNDEVALL, B.-Å. National Business Systems and National Systems of Innovation. *International Studies of Management & Organization*, v. 29, n. 2, p. 60-77, 1999.

LUNDEVALL, B. National Innovation Systems – Analytical Concept and Development Tool. *Industry and Innovation*, v. 14, n. 1, p. 95-119, 2007.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Schumpeterian Patterns of Innovation. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n. 1, p. 47-65, 1995.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific. *Research Policy*, v. 25, n. 3, p. 451-478, 1996.

MARKIDES, C. C.; GEROSKI, P. A. *Fast Second: How Smart Companies Bypass Radical Innovation to Enter and Dominate New Markets*. San Francisco: Jossey-Bass, 2004.

MASON, C.; BROWN, R. Creating good public policy to support high-growth firms. *Small Business Economics*, v. 40, n. 2, p. 211-225, 2013.

MAZZUCATO, M. From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. *Industry and Innovation*, v. 23, n. 2, p. 140-156, 2016.

MELO, T. M.; POSSAS, M. L.; DWECK, E. Um modelo setorial baseado na abordagem kaleckiana da distribuição setorial funcional da renda e na teoria schumpeteriana da concorrência. *Economia e Sociedade*, v. 25, n. 1, p. 109-145, 2016.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, v. 6, p. 36-76, 1977.

PAES, N. L. Reflexos do SIMPLES nacional no emprego e na formalização do mercado de trabalho no Brasil. *Economía, sociedad y territorio*, v. 15, n. 49, p. 639-663, 2015.

PAES, N. L. Simples Nacional no Brasil: o difícil balanço entre estímulos às pequenas empresas e aos gastos tributários. *Nova Economia*, v. 24, p. 541-554, 2014.

PAVITT, K. Sectoral patterns of innovation; Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 1984, p. 343-374, 1984.

PEREZ, C. Microelectronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries. *World Development*, v. 13, n. 3, p. 441-463, 1985.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010.

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

POSSAS, M. L.; DWECK, E. A Multisectoral Micro-Macrodynamic Model e Crescimento Econômico: Uma Resenha Temática sobre a Nova Economia Institucional. *Economia*, v. 5, n. 3, p. 1-43, 2004.

RANGA, M.; ETZKOWITZ, H. Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society. *Industry and Higher Education*, v. 27, n. 4, p. 237-262, 2013.

SCHNEIDER, P. H. International trade, economic growth and intellectual property rights: A panel data study of developed and developing countries. *Journal of Development Economics*, v. 78, n. 2, p. 529-547, 2005.

SEDLÁČEK, P.; STERK, V. The Growth Potential of *Startups* over the Business Cycle. *American Economic Review*, v. 107, n. 10, p. 3182-3210, 2017.

SESAY, B.; YULIN, Z.; WANG, F. Does the national innovation system spur economic growth in Brazil, Russia, India, China and South Africa economies? Evidence from panel data. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2018.

STAM, E.; WENNERBERG, K. The roles of R&D in new firm growth. *Small Business Economics*, v. 33, n. 1, p. 77-89, 2009.

STERNBERG, R.; ARNDT, O. The Firm or the Region: What Determines the Innovation Behavior of European Firms? *Economic Geography*, v. 77, n. 4, p. 364-382, 2001.

STIGLITZ, J. E.; WEISS, A. Credit Rationing in Markets with Imperfect Information. *American Economic Review*, v. 71, n. 3, p. 393-410, 1981.

YIM, H. R. Quality shock vs. market shock: Lessons from recently established rapidly growing U.S. startups. *Journal of Business Venturing*, v. 23, n. 2, p. 141-164, 2008.

ZHENG, Y.; LIU, J.; GEORGE, G. The dynamic impact of innovative capability and inter-firm network on firm valuation: A longitudinal study of biotechnology start-ups. *Journal of Business Venturing*, v. 25, n. 6, p. 593-609, 2010.

Anexos

Tabela A1 - Teste de raiz unitária - Dickey Fuller Aumentado (ADF)

Variáveis	t Value > tau3
Empresas	4.397***
Inic. Cient	3.769***
Núm.Patentes	3.519***
Crédito	5.387***
PD/PIB <i>per capita</i>	4.378***
Concluintes	7.792***
Doutorado	4.530***

Fonte: elaboração própria.

Nota: Valores críticos de tau3: -3.96 - 3.41 -3.12, para 1%***, 5%** e 10%* de significância, respectivamente.

Tabela A2 - Número de lags utilizadas no modelo para correção da não-estacionariedade das séries)

Variáveis	Número de Lags
Empresas	1
Inic. Cient	5
Núm.Patentes	4
Crédito	4
PD/PIB <i>per capita</i>	8
Concluintes	2
Doutorado	4

Fonte: elaboração própria