



ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG

Inovação, Sustentabilidade e Pandemia

10 a 14 de maio de 2021

Hiato Tecnológico entre pequenas empresas do Brasil e de países europeus: uma análise com dados da CIS e PINTEC

**Marcelo Duarte Silva (Doutorando do PPGE/Universidade Federal de Uberlândia);
Marisa dos Reis A. Botelho (Professora Titular do IERI/Universidade Federal de Uberlândia.
Pesquisadora do CNPq).**

RESUMO

A discussão sobre hiato tecnológico parte da ideia de que empresas e países com diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico atingem diferentes resultados econômicos, em termos de nível de renda, ou de competitividade. O objetivo deste trabalho é investigar a existência de hiato tecnológico entre as pequenas empresas do Brasil e países Europeus selecionados, com base nas pesquisas de inovação *Community Innovation Survey* e *Pesquisa de Inovação Tecnológica*, para 2014. Por meio de metodologia baseada no conceito de "distância euclidiana", foi desenvolvido o Índice de Inovação e Índice de Eficiência do Esforço Inovativo, ambos a partir de dados de esforço e resultado inovativo. Os principais resultados sugerem que, com referência aos pares europeus, pequenas empresas brasileiras não apenas têm elevado hiato no Índice de Inovação, como também o tem no indicador de eficiência do esforço inovativo.

Palavras-chave: Hiato Tecnológico, Pequenas Empresas, Europa, Brasil.

Technological gap between small companies of Brazil and European countries: an analysis with data from CIS and PINTEC

ABSTRACT

The debate about technological gap starts from the idea that corporations and countries with different levels of technological development have different economic results, in terms of income level or competitiveness. The aim of this article is to investigate the existence of technological gap between Brazil and select European countries based on innovation surveys, such as *Community Innovation Survey* and *Pesquisa de Inovação Tecnológica* for 2014. Through a methodology based in the concept of "Euclidean distance", we build indicators such as Innovation Index and Efficiency in Innovation Efforts Index, both from data about innovative effort and results. The main results suggests that, compared to Europeans, small firms in Brazil not only have a high gap in the Innovation Index, but also in Efficiency in Innovation Efforts Index.

Key words: Technological Gap, Small Firms, Europe, Brazil.

Código JEL: O33

Área Temática: 5.6 Inovação, competências e competitividade

1. Introdução

O conceito de hiato tecnológico deriva da percepção de que existem diferenças no nível de desenvolvimento tecnológico entre diferentes empresas, setores e países. Na literatura de referência o tema está ligado à interpretação de que esses diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico se expressam na criação de capacitações tecnológicas e, conseqüentemente, na competitividade das empresas. Dito de outra forma, o hiato tecnológico entre países pode ser expresso nas diferenças em indicadores de produtividade, participação em comércio internacional e/ou processos de internacionalização e conquistas de novos mercados, domínio tecnológico ou mesmo taxas de crescimento econômico (FAGERBERG, 1987).

Lundvall (1992) destaca o papel que Sistemas Nacionais de Inovação podem ter no desenvolvimento de processos inovativos nas empresas e, portanto, influenciando seus resultados. Fagerberg (1987) destaca que a existência de hiatos tecnológicos está na raiz da diferença de renda entre os países. Nesse sentido, o hiato tecnológico se traduz na existência de um país e/ou empresa que esteja na “fronteira tecnológica”, enquanto os demais podem estar mais próximos ou mais distantes dessa fronteira. Tal interpretação leva em consideração não apenas características do ambiente econômico, mas também aquelas inerentes às próprias empresas, uma vez que liga a capacidade de inovação de um país com seu sucesso em termos de ganhos de produtividade e expansão da produção.

Enquanto estudos que discutem o hiato tecnológico entre países considerando as especificidades da divisão setorial das atividades produtivas estão muito presentes na literatura de referência (Dosi *et al.*, 2015), são raros aqueles que discutem as diferenças do ponto de vista do porte das empresas. Em geral, a visão predominante é a de que empresas de pequeno porte apresentam debilidades estruturais, em especial para a realização de atividades inovativas, mas não se discute mais profundamente se as diferenças que se apresentam para os sistemas de inovação se reproduzem para as pequenas empresas. A partir dessas considerações, este trabalho busca responder a seguinte questão de pesquisa: qual o hiato tecnológico se apresenta para as pequenas empresas de diferentes países?

O objetivo deste trabalho é investigar a existência de hiato tecnológico entre pequenas empresas do Brasil e países europeus selecionados. Considera-se que pequenas empresas têm dificuldades inerentes à sua atividade produtiva e ao estabelecimento de processos inovativos (AUDRESTCH, 2004) e, portanto, podem ser mais sensíveis a variações ambientais. Em vista a capturar essa relação busca-se a comparação internacional com a elaboração de diversos indicadores capazes de sintetizar o esforço e o resultado inovativo destas empresas.

Para tanto se fez uso de dados de *surveys* sobre inovação no Brasil (PINTEC/IBGE) e União Europeia (CIS/Eurostat) para o ano de 2014. Dentre os principais achados identificou-se que pequenas empresas brasileiras têm elevado hiato no Índice de Inovação e na eficiência inovativa com os países europeus mais desenvolvidos. Os resultados alcançados pelo País são próximos de países com menor nível de renda da Europa, e indicam que não só as pequenas empresas brasileiras têm mais dificuldades em gerar resultados inovativos, como também têm menor eficiência nos resultados alcançados.

Para cumprir esse objetivo o trabalho conta com introdução e três seções. A seção dois apresenta o debate da bibliografia de referência sobre hiato tecnológico e se subdivide em duas partes, a primeira focada em revisão da literatura e a segunda com alguns trabalhos empíricos. A terceira seção busca apresentar a metodologia e dados a serem utilizados no trabalho e a quarta seção apresenta os resultados alcançados. Por fim as considerações finais fecham com as principais conclusões.

2. Revisão da literatura

2.1 Hiato tecnológico, competitividade e desenvolvimento

A discussão sobre hiato tecnológico é indissociável daquela sobre as diferenças no nível de desenvolvimento dos países e, conseqüentemente, de suas trajetórias de crescimento. Inicialmente, o alvo da maior parte dos estudos de modelos de crescimento centrava na análise da expansão do sistema econômico como uma função do crescimento da população e do estoque de capital, tal como apresentado nas primeiras contribuições de Solow (1956). Segundo o autor, o crescimento também estaria ligado aos aumentos da produtividade e, em desenvolvimentos posteriores, à tecnologia. Todavia o autor considera que a tecnologia é uma variável exógena ao sistema econômico.

Tal consideração pode ser interpretada como limitada, principalmente com as contribuições de Schumpeter (1939; 1942) que destacam o papel do processo de destruição criativa. Esse conceito defende haver um papel central do processo inovativo na dinâmica do sistema capitalista, uma vez que seria a mudança tecnológica a principal responsável por promover uma contínua expansão do sistema econômico, de gerar constantes desequilíbrios e prover seu caráter evolutivo. Assim, o processo inovativo não seria exógeno ao sistema econômico capitalista, mas sim o núcleo duro de seu desenvolvimento.

Das proposições derivadas dos conceitos desenvolvidos por Schumpeter destaca-se a teoria evolucionária, desenvolvida pioneiramente por Nelson e Winter (1982) e inspirada na teoria evolucionista das ciências biológicas e físicas. Essa teoria considera que as empresas estão inseridas em um ambiente que seleciona as mais aptas e descarta aquelas incapazes de se adaptar, ou de desenvolver inovações que as tornem passíveis de sobreviver no ambiente de seleção do mercado. As diferenças nas estratégias empresariais no tocante às atividades inovativas levam a diferentes performances no mercado (NELSON, 1991) e geram importantes assimetrias que terão impacto para a sobrevivência e crescimento das empresas e, em nível agregado, para o crescimento e desenvolvimento econômico, estando na raiz das diferenças no nível de renda entre os países.

As perceptíveis diferenças no nível tecnológico e produtivo entre os países se expressaram na literatura por meio do conceito de *technology gap*, ou hiato tecnológico, que visa identificar fatores que explicam as distintas taxas de crescimento entre os países, e como isso se relaciona com o nível de desenvolvimento tecnológico, inovações e sua difusão no tecido produtivo dessas nações.

Fagerberg (1987) foi um dos primeiros trabalhos a explorar a hipótese de que o hiato tecnológico não apenas é resultado de trajetórias como está ligado às limitações no desenvolvimento e crescimento econômico. Para tanto, fez uso de variáveis de vinte e cinco países em um modelo *cross-section* com análise intertemporal. Os resultados indicaram que há correlação entre renda *per capita* e nível de desenvolvimento tecnológico, mensurado por patentes e P&D. Iniciativas para estreitar o hiato tecnológico, por via de investimentos em P&D e em capacidade de absorção, são variáveis explicativas importantes para o crescimento econômico, ainda que esse resultado seja mais forte em poucos dos países analisados. Esses resultados são também destacados em Fagerberg (1994), ao reforçar a proposição de que o hiato tecnológico é uma das principais causas das diferenças de renda *per capita* dos países. No entendimento do autor, o desenvolvimento tecnológico está intimamente relacionado ao desempenho econômico, principalmente em termos de crescimento.

Os constantes processos de convergência e divergência entre as economias capitalistas foram discutidos posteriormente em Fagerberg e Verspagen (2002). Para os autores a importância das inovações é crescente, e processos de imitação e difusão tecnológicas têm sido cada vez mais importantes, uma vez que a tecnologia não é, de fato, um bem público disponível a todos sem nenhum custo. Essa característica pode explicar diferenças tecnológicas entre países pobres e ricos, ou seja, existência de hiatos tecnológicos.

Na parte empírica do trabalho, os autores utilizam dados de *surveys* de países europeus e asiáticos entre meados dos anos 1970 e 1990. A estimação indica que inovação e sua difusão estão relacionados com o crescimento econômico, e que o efeito das inovações parece aumentar ao longo do tempo, destacando que inovações radicais podem ser as que melhor explicam a redução do hiato tecnológico.

A relação entre inovações e crescimento tem sido comprovada em inúmeros trabalhos recentes, dentre os quais se destacam aqueles que se inspiram na teoria sobre crescimento e restrição externa de Thirlwall (1979), como Oreiro *et al.* (2007) e Nassif *et al.* (2015). Estes estudos mostram que países mais próximos da “fronteira tecnológica” apresentam elasticidade renda das exportações maior frente aos países com maior hiato da fronteira, pois os primeiros exportam produtos de maior valor adicionado quando comparados aos últimos.

Também voltado para as divergências entre países que se explicitam no campo do comércio internacional, Cimoli (1988) desenvolve um modelo no qual aponta que o domínio tecnológico pelo Norte ocorre não apenas em produtos inovadores, mas também nas “*commodities* ricardianas”¹. Como os preços são determinados internacionalmente, o crescimento da renda dos países do Sul fica vulnerável a variações nos preços e nas elasticidades das *commodities* não inovadoras por eles exportadas. Para o autor, o processo inovativo tem ligações com a imitação em diferentes dimensões tecnológicas e nas maiores eficiências produtiva; econômica, ligada a demanda e aos salários; e social/institucional, expressa nos mecanismos de ajuste e organização do mercado.

Um processo de convergência entre países do Sul e do Norte poderia acontecer em caso de melhoria nessas condições de imitação, na redução de assimetrias institucionais e convergência produtiva, em termos de elasticidades de preço e renda. Entretanto, processos de ampliação da divergência também podem ser observados. Cimoli e Correa (2002) apontam que a adoção de políticas de liberalização da economia na América Latina levou à forte descentralização da produção e intensificação de importações e trocas comerciais, principalmente em setores de alta tecnologia. Este processo incrementou a especialização destes países em produtos não intensivos em conhecimento, com aumento de participação de produção em setores intensivos em recursos naturais, telecomunicações, energia, *commodities* industriais e *maquilas*. Ademais, a queda na participação de setores intensivos em conhecimento foi acompanhada da maior participação de empresas multinacionais nos sistemas produtivos.

A hipótese de divergência ou convergência permanece sendo um importante objeto de pesquisas, na medida em que não há sinais de que as mudanças econômicas recentes, como o crescimento da globalização dos mercados, tenham arrefecido ou modificado essa tendência. O modelo de hiato tecnológico desenvolvido por Cimoli *et al.* (2019) usando dados de Brasil, Argentina e Coreia do Sul vai nessa direção. Os autores identificam que choques de política entre final dos anos 1970 e início dos 1980 levaram a alterações em parâmetros como diversificação produtiva, taxa de aprendizado, taxa de câmbio e mercado de trabalho. Somando-se ao fim das políticas de encorajamento de diversificação nas exportações, trajetórias e capacidades tecnológicas foram interrompidas na Argentina e Brasil levando à divergência, enquanto na Coreia do Sul o aproveitamento de novos desafios tecnológicos levou à convergência com países da fronteira, expressos entre outras formas, em nível de renda e capacitações.

Buscando investigar a heterogeneidade em nível micro, Dosi *et al.* (2010) sugerem que há persistente assimetria nas performances empresariais, e que esses fatores microeconômicos podem estar ligados a fatores macroeconômicos. Para os autores, a produtividade das empresas pode ser explicada por diversos fatores, não apenas financeiros, mas também com ingresso de tecnologias da informação e comunicação, atividades de P&D e questões organizacionais da firma. Nesse sentido Fagerberg *et al.* (2012) sugerem que diferentes empresas podem ter resultados inovativos distintos, mas apenas uma pequena fração desta diferença se explica pelo setor ou país, sendo necessário melhor investigação sobre fatores em nível da firma. Inovações organizacionais também devem ser consideradas como determinantes para explicar assimetrias e heterogeneidade.

¹ Esse aspecto é reforçado em Castaldi *et al.* (2009). Os autores mostram que o processo de divergência do nível de desenvolvimento entre os países tem se ampliado com a difusão das novas tecnologias e o ambiente de crescente globalização dos mercados. Entretanto, dados seculares apresentados pelos autores mostram que os países ainda apresentam grande divergência quando se comparam indicadores de difusão tecnológica de bens da II Revolução Industrial (como eletricidade e uso de tratores, por ex.).

Essa heterogeneidade pode ser interpretada como diferenças em alguns fatores como fontes de inovação, como usuários, fontes externas, P&D interno. Usando dados da *Community Innovation Survey* para 13 países, Srholec e Verspagen (2012) apontam que a seleção de mercado, no sentido da economia evolucionária, pode ser feita enfatizando fatores financeiros, assim como organizacionais, promovendo uma coevolução que leva a resultados parecidos entre firmas de diferentes setores ou países. Os autores identificam que apesar de a taxonomia de Pavitt (1984) e do arcabouço do Sistema Nacional de Inovação serem insuficientes para explicar a heterogeneidade, eles ainda têm importância em explicar hiatos tecnológicos

Destacando fatores internos à firma, Imbriani *et al* (2014) investigam como o hiato tecnológico pode afetar a capacidade de absorção de empresas italianas, destacando i) tamanho do hiato tecnológico entre empresas domésticas e estrangeiras, ii) tamanho das empresas e iii) distribuição regional das empresas. Os resultados indicam que os dois primeiros são relevantes para explicar a capacidade de absorção de *spillovers* de produtividade gerado por investimentos de empresas estrangeiras, mas distribuição regional não. Se há elevado hiato tecnológico entre as empresas domésticas e as estrangeiras que atuam no país, as primeiras têm baixa capacidade de absorção e assim o investimento estrangeiro gera poucos efeitos para trás na cadeia produtiva e maiores efeitos para frente. Isso ocorre em parte pois quando são fornecedores, as firmas estrangeiras na fronteira tecnológica podem oferecer produtos de melhor qualidade a preços menores.

Esses diferenciais entre países e firmas têm levado a diversas tentativas de classificação. Por meio de indicadores de esforço de inovação em países europeus, Matei e Aldea (2012) divide os países em quatro grupos: (i) *Innovation leaders*, os de melhor performance entre os 27 países analisados (Dinamarca, Finlândia, Alemanha e Suécia; (ii) *Innovation followers*, com performance próxima à média (Áustria, Bélgica, Estônia, França, Irlanda, Holanda e União Soviética, dentre outros); (iii) *Moderate innovators*, países com performance abaixo da média dos países europeus (República Tcheca, Grécia, Itália e Hungria são exemplos); (iv) *Modest innovators*, com a pior performance (Romênia, Bulgária e Lituânia).

Fillipetti e Archibughi (2011) também classificam os países europeus com indicadores de inovação, mas tomam como referência dois períodos, pré e pós crise de 2008, o que os permite analisar processos de convergência e divergência dos sistemas de inovação. Os países também são agrupados em 4 grupos quando se considera os dados referentes ao período pré-crise: 1) *Catching-up countries* (Romênia, Bulgária, Polônia, etc.); 2) *Frontrunners* (Finlândia, Alemanha, Suécia, etc.); 3) *Declining* (Dinamarca, Holanda, Reino Unido, etc.); 4) *Lagging-behind* (Hungria, Itália, Espanha, etc.). Os dados analisados pelos autores mostram que a crise afetou a disposição das empresas em investir em inovação. No entanto, essa tendência não é distribuída uniformemente entre os países da UE, sendo mais afetados os *Catching-up countries* e menos os *Frontrunners*, o que significa ampliar as divergências entre países.

2.2 Hiato Tecnológico para o Brasil

As discussões sobre hiato tecnológico desde a perspectiva da economia brasileira tem sido um tema importante de pesquisa desde os desenvolvimentos pioneiros da literatura cepalina. Nessa literatura, as diferenças no ritmo de incorporação do progresso técnico entre países desenvolvidos e em desenvolvimento está na raiz da heterogeneidade estrutural das economias latino-americanas em geral, e da brasileira em particular (CIMOLI, 2005; CEPAL, 2007; GUSSO *et al.*, 2011).

Analisando o caso brasileiro no período mais recente, Ruiz (2008) e Arend e Fonseca (2012) argumentam que o país passou por um período de *catching up* e redução do hiato tecnológico com os países mais próximos da fronteira entre 1955 e 1980, mas com posterior reversão desse processo. Para Arend e Fonseca (2012) a reversão da convergência a partir da década de 1980 se deve em grande medida aos processos de internacionalização e abertura econômica, bem como pelo controle de setores chave por empresas multinacionais. A convergência tecnológica e redução do hiato, para

ser um processo autônomo, precisam de forte presença de empresas locais e redução da dependência de capitais internacionais (AREND e FONSECA, 2012).

Ruiz (2008) compara latino-americanos, asiáticos e europeus por meio de dados dos órgãos de registro de patentes da Europa (EPO), Estados Unidos (USPTO) e Japão. A autora calcula o índice de Vantagem Tecnológica Revelada em distintos setores e conclui que, a partir dos anos 1990, o Brasil se aproxima da trajetória dos demais países latinos ao promover especialização em setores menos inovativos, e se distancia dos países asiáticos e dos desenvolvidos, que continuam a apresentar acumulação de capacitações.

Melo *et al* (2015) fazem uso de dados da CIS² e PINTEC para 2010 e constroem indicadores de hiato tecnológico do Brasil e países europeus com base em variáveis como atividades internas de P&D, atividades externas de P&D, empresas inovadoras em produto e/ou processo, e outras variáveis que foram classificadas em indicadores de esforço inovativo e densidade tecnológica. A conclusão dos autores aponta para elevado hiato tecnológico entre Brasil e países mais desenvolvidos da Europa, principalmente em setores de alta e média-alta intensidade tecnológica, o que pode se traduzir em perda de competitividade exportadora. Também é apontado que o foco das políticas em formação de recursos humanos e pesquisa acadêmica não tem gerado desenvolvimento de capacitações tecnológicas em agentes privados capazes de reduzir o hiato tecnológico de fato.

Outro trabalho que também busca comparar Brasil com países europeus é o de Caria Junior (2015), também usando dados da CIS (2004, 2006, 2008 e 2010) e PINTEC (2003, 2005, 2008, 2011). Dentre os resultados, destaca-se que o Brasil tem elevado hiato tecnológico com os países mais desenvolvidos da Europa, bem como apresenta baixo nível de produção de inovações. As atividades inovativas brasileiras parecem estar intimamente ligadas à absorção de tecnologias desenvolvidas externamente, em detrimento da produção interna.

Como apontando na seção anterior, o hiato tecnológico também está relacionado com características macroeconômicas, em nível de firma. Nesse sentido a ocorrência de hiatos tecnológicos pode ser registrada também entre empresas que tenham diferentes características e resultados, como nível de competitividade. Para Melo *et al* (2015), a busca por inovações que gerem capacitações tecnológicas, promovendo redução do hiato tecnológico, e que permitam melhora na competitividade e nas condições de concorrência em termos, por exemplo, de ampliação das exportações, devem ser o alvo de políticas públicas no Brasil.

Nesse sentido, Carvalho e Avellar (2013) investigam variáveis que podem explicar as diferenças em termos de produtividade do trabalho e produtividade total dos fatores para empresas brasileiras, e para tanto usam dados da PINTEC³ de 2003, 2005 e 2008. As autoras usam uma análise *cross-section* para 2008 e dados em painel para todos os anos, com objetivo de identificar como a ocorrência de inovações pode aumentar os indicadores de produtividade. O trabalho faz esforço em aferir o impacto da redução de hiato tecnológico pela firma inovadora. Algumas variáveis analisadas nos modelos são características da empresa (tamanho, origem do capital e pessoal ocupado), capacitação tecnológica (financiamento, cooperação, treinamento etc.), características do setor em termos da tecnologia e indicadores de inovação. Os resultados indicam que não há relação significativa entre os indicadores de produtividade e inovação para empresas brasileiras, apontando que o esforço inovativo nem sempre gera resultados positivos sobre melhora de competitividade das empresas. Variáveis como crescimento da empresa e participação de capital estrangeiro têm influência positiva na produtividade da empresa, assim como o setor onde a empresa está inserida, sendo que setores de média intensidade tecnológica têm coeficiente positivo e significativo.

Kannebley Jr. *et al.* (2004) analisam dados da PINTEC de 2000 para empresas inovadoras com o objetivo de explicar seu comportamento inovativo a partir de características das próprias firmas, do mercado e de condições de apropriabilidade. Os autores fazem uso de um modelo Logit e variáveis como tamanho da empresa, orientação exportadora, origem do capital, efeitos setoriais

² *Community Innovation Survey*, elaborada pela Eurostat.

³ Pesquisa de Inovação Tecnológica, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

dentre outros. Os resultados sugerem que firmas exportadoras, de capital estrangeiro e de grande porte têm maior probabilidade de ser inovadoras. De certa forma, firmas exportadoras tem maior probabilidade de inovar, posto que estão em concorrência em mercados internacionais, sendo assim, essas empresas devem estar mais próximas da “fronteira tecnológica”.

Enquanto os aspectos inerentes à distância tecnológica entre grandes e pequenas empresas têm sido bastante tratados na literatura, a análise das diferenças das atividades inovativas entre empresas de pequeno porte de diferentes países é bastante escassa. Em geral, se atribui às pequenas empresas características genéricas, como as dificuldades para realizar gastos em P&D, por exemplo. Entretanto, a literatura recente de sistemas nacionais de inovação realça as diferenças decorrentes do aparato político-institucional de apoio às empresas como um aspecto importante na explicação das divergências nas performances inovativas de países (NELSON, 2006; CIMOLI *et al.*, 2006). Esse referencial orientou a definição do objetivo e metodologia desse estudo, que pretende avançar no entendimento das diferenças no comportamento inovativo das pequenas empresas por meio de dados e indicadores de hiato tecnológico em diferentes países.

3. Metodologia e Dados

Em vista a apresentar indicadores sobre esforço e resultado inovativo para pequenas empresas, com a finalidade de se alcançar um indicador final de hiato tecnológico, o presente trabalho faz uso de dois *surveys* de inovação. Foi utilizado dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e da *Community Innovation Survey* (CIS) elaborada pela agência de estatística da União Europeia, Eurostat.

Foi considerada a edição PINTEC de 2014, com referência aos anos de 2012 a 2014. Para pareamento com a pesquisa do IBGE, foi considerada a CIS2014 que tem como referência o mesmo período (2012-2014). Ambas as pesquisas são elaboradas com base em metodologia do Manual de Oslo o que permite comparação entre os resultados.

O recorte por tamanho da empresa considera como pequenas empresas aquelas entre 10 e 49 funcionários. Os países selecionados para análise são: Brasil, Alemanha, Áustria, Bélgica, Espanha, Finlândia, França, Hungria, Itália, Polônia, Portugal, República Tcheca e Suécia. Os indicadores calculados consideram esforço e resultado inovativo conforme o quadro abaixo.

Quadro 1: Indicadores de esforço e resultado inovativo

Esforço inovativo	Resultado inovativo
$\text{Ind1} = \frac{\text{Empresas que realizam P\&D}}{\text{Total de empresas}}$	$\text{Ind5} = \frac{\text{Empresas inovadoras}}{\text{Total de empresas}}$
$\text{Ind2} = \frac{\text{Gastos em atividades inovativas}}{\text{Receitas líquidas de vendas}}$	$\text{Ind6} = \frac{\text{Empresas que implementaram inovação de produto}}{\text{Empresas inovadoras}}$
$\text{Ind3} = \frac{\text{Empresas que realizam P\&D contínuo}}{\text{Empresas inovadoras}}$	$\text{Ind7} = \frac{\text{Empresas que implementaram inovação de processo}}{\text{Empresas inovadoras}}$
$\text{Ind4} = \frac{\text{Gastos em P\&D}}{\text{Receitas líquidas de vendas}}$	

Fonte: Elaboração própria.

Uma vez que a literatura aponta que o hiato tecnológico ocorre devido a condições tecnológicas distintas entre empresas e/ou países, sendo expresso quando há alguma empresa/país na fronteira enquanto os demais podem estar mais ou menos próximos, de acordo com os critérios analisados. Para chegar a esse resultado o presente trabalho utiliza o conceito de “Distância Euclidiana”, que faz referência ao cálculo capaz de mostrar a distância entre dois pontos determinados.

Especificamente, será utilizado metodologia desenvolvida por Caria Junior (2015), com algumas adaptações em vista ao objetivo de analisar o hiato tecnológico de pequenas empresas nos

países selecionados. Em metodologia desenvolvida com base na “Distância Euclidiana” (DE), o autor constrói uma série de indicadores capazes de apresentar o cálculo final do hiato para empresas em diferentes países e em um recorte por setor.

A metodologia parte da a noção básica de DE descrita por Cormak (1971) como a distância entre duas situações (i e j) dada pela a raiz quadrada da somatória dos quadrados das diferenças entre os valores de i e j para todas as variáveis k (para $k = 1, 2, 3 \dots, n$). A DE é utilizada com frequência para realizar análise de agrupamentos.

$$DE_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (1)$$

onde X_{ik} representa a característica do indivíduo i do critério k , enquanto X_{jk} a característica do indivíduo j do critério k ; n é o número de variáveis na amostra. A adaptação para o modelo do hiato tecnológico está posta abaixo e considera o recorte de porte das empresas. Nesta adaptação também se considera a necessidade de que todas as variáveis estejam em uma mesma escala, entre 0 e 100, indicando a capacidade de comparação e a correta medição da DE entre os pontos dos distintos indicadores analisados. Para tanto apresenta-se a equação abaixo:

$$DE_{Porte_{base\ zero}} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (0 - X_{jk})^2} \quad (2)$$

A equação (2) apresenta a mesma DE, porém com base zero. A adaptação de X_{ik} em zero se deve a necessidade de representar o pior valor possível para o indicador, eliminando assim o problema de haver países com desempenho absoluto zero (CARIA JUNIOR, 2015). Dessa forma é possível trazer os indicadores para a “mesma régua”, e compará-los em termos relativos, que varia de zero a um.

O esforço de construir indicadores para serem aplicados ao recorte de porte das empresas considera duas facetas do processo inovativo: esforço e resultado. O conjunto de indicadores para esforço inovativo considerará participação de empresas que realizam P&D no total, gastos em atividades inovativas nas receitas, empresas que realizam P&D contínuo sobre inovadoras e gastos em P&D sobre receitas. Por outro lado, os indicadores capazes de apresentar o dinamismo e/ou resultado inovativo são: empresas inovadoras sobre total de empresas, inovadoras de produto sobre inovadoras e, por fim, inovadoras de processo sobre inovadoras. Os indicadores são organizados e calculados pelo método da DE.

$$DE \text{ Esforço} = \frac{\sqrt{(0-Ind1j)^2 + (0-Ind2j)^2 + (0-Ind3j)^2 + (0-Ind4j)^2}}{\sqrt{4}} \quad (3)$$

$$DE \text{ Resultado} = \frac{\sqrt{(0-Ind5j)^2 + (0-Ind6j)^2 + (0-Ind7j)^2}}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

Nesse sentido é possível que todos os indicadores citados estejam em uma mesma escala, que varie de zero a um. Em complemento a equação (2) a DE total será dada em função da somatória de todos os indicadores de esforço inovativo e, posteriormente, do somatório de todos os indicadores de resultado inovativo.

$$DE_{Total} = \frac{\sqrt{\sum (0 - X_{ij})^2}}{\sqrt{\sum [(0 - 1)^2]}} = \frac{\sqrt{\sum [(0 - X_{ij})^2]}}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Nesses termos a distância de cada país da base é relativa ao melhor desempenho indicada no denominador da equação (5). Como um é o valor máximo alcançado por cada indicador o resultado máximo seria a soma do número de indicadores ponderados pela raiz do número de indicadores. Por

fim, calcula-se o Índice de Inovação para as empresas por meio de média geométrica, considerando os índices de esforço e resultado inovativo. A média geométrica permite que ambos tenham o mesmo peso, conforme apresentado abaixo:

$$\text{Índice de Inovação} = \sqrt{DEEsforço * DEResultado} \quad (6)$$

Em uma última etapa é possível aferir o hiato tecnológico. Para isso é necessário se considerar o país cujas empresas tiveram o maior Índice de Inovação e, portanto, aquele situado em fronteira. Os demais países serão comparados ao país da fronteira, apresentando em termos percentuais a distância positiva da fronteira, o que indica se o país está mais distante ou mais próximo do país de fronteira. O cálculo do Hiato é apresentado abaixo.

$$\text{Hiato por Porte} = \left[\frac{I_{\text{observado}}}{I_{\text{máximo}}} - 1 \right] * 100 \quad (7)$$

Assim se mensura a distância dos países com indicadores menores aos que estão em fronteira. Nesse contexto os países ficam em uma mesma escala, permitindo entender o hiato tecnológico mensurado pelos indicadores de esforço e resultado inovativo apresentados anteriormente. Na equação (7) os países com resultado menor, ou seja, mais próximo de zero, são aqueles em melhor posição frente ao país fronteira, enquanto os mais próximos de cem são os mais distantes.

Complementarmente será medido a eficiência do esforço inovativo, que tem por objetivo observar os resultados alcançados em termos dos esforços para inovação, de acordo com indicadores apresentados no Quadro 1. A eficiência do esforço inovativo considera a razão entre a DE dos indicadores de dinamismo e a DE dos indicadores de esforço, conforme abaixo.

$$\text{Eficiência do Esforço Inovativo} = \frac{DE \text{ Dinamismo}}{DE \text{ Esforço}} \quad (8)$$

Uma vez apresentadas as equações e a metodologia do trabalho, a próxima seção irá apresentar os resultados para pequenas empresas do Brasil e países europeus selecionados.

4. Análise dos resultados

A necessidade de classificar os indicadores entre aqueles de esforço e de resultado inovativo deriva da diferença em termos de *input* e *output* de um processo de inovação. Segundo Soete (1981) a necessidade de se considerar ambos os tipos de indicadores, de entrada e de saída do processo inovativo, podem tornar os resultados mais ajustados.

Enquanto os indicadores de esforço mostram aquilo que as empresas fazem com vistas a gerar inovações (como contratar mais pessoal qualificado, ter gastos em P&D, realizar cooperação com distintos parceiros, participar de programas de apoio estatal), os indicadores de resultado inovativo focam na capacidade de geração de inovações, ou dito de outra forma, se a empresa se tornou ou não inovadora ao realizar esforços anteriores.

A consideração de diversos tipos de atividades inovativas é essencial quando se trata de pequenas empresas, foco deste trabalho. Acs e Audretsch (1990) partem da tradição neoschumpeteriana argumentando que pequenas empresas têm especificidades no processo inovativo. Nootboom (1994), Rothwell (1989) e Audretsch (2004) apontam que pequenas empresas podem ter maior dificuldade de realizar atividades internas de P&D e que têm maior probabilidade de se engajar em atividades de cooperação para P&D e aquisição externa de máquinas, enquanto encontram dificuldades de registro de patentes, para se adequar a regulações estatais e obter financiamento.

Tendo como referência as diferenças das atividades inovativas interportes e as que se manifestam em nível dos sistemas de inovação, apresenta-se, na sequência, a parte empírica do trabalho.

A tabela abaixo apresenta os índices de esforço inovativo. Conforme o Quadro 1, os indicadores focam em empresas que realizam P&D, gastos em atividades inovativas, empresas que realizam P&D contínuo e gastos em P&D.

Tabela 1 – Indicadores de esforço inovativo PEs (2014)

País	IND1	IND2	IND3	IND4
Alemanha	0,197	0,013	0,188	0,004
Áustria	0,167	0,014	0,156	0,008
Bélgica	0,275	0,017	0,240	0,007
Brasil	0,035	0,032	0,070	0,004
Espanha	0,068	0,008	0,154	0,005
Finlândia	0,315	0,014	0,226	0,008
França	0,222	0,016	0,225	0,009
Hungria	0,072	0,009	0,141	0,003
Itália	0,114	0,010	0,130	0,003
Polônia	0,030	0,008	0,067	0,001
Portugal	0,128	0,011	0,108	0,003
Suécia	0,245	0,023	0,223	0,012
Rep. Tcheca	0,134	0,011	0,141	0,002

Fonte: CIS e PINTEC. Elaboração própria.

Conforme apresentado na Tabela 1, observa-se que os indicadores que mostram a participação de empresas que realizam P&D (IND1) e que realizam P&D contínuo (IND3) se destacam, enquanto aqueles que mostram a parcela do total das vendas destinadas a atividades inovativas (IND2) e em gastos em P&D (IND4) tem valor menor. As pequenas empresas da Finlândia, Bélgica, Suécia são as que mais se engajam em atividades de P&D, sendo também desses países as empresas que mais se engajam em atividades de P&D contínuo.

Entre os países com empresas que mais realizam gastos em P&D estão Suécia e França, enquanto gastos em atividades contínuas de P&D são mais relevantes para Suécia e Finlândia. A Tabela 2 abaixo apresenta o resultado dos indicadores de resultado inovativo em relação à taxa de inovação, empresas inovadoras que o fizeram em produto e empresas inovadoras que o fizeram em processo.

Tabela 2 – Indicadores de resultado inovativo PEs (2014)

País	IND5	IND6	IND7
Alemanha	0,629	0,491	0,308
Áustria	0,541	0,462	0,515
Bélgica	0,594	0,489	0,587
Brasil	0,329	0,390	0,825
Espanha	0,320	0,255	0,356
Finlândia	0,516	0,599	0,559
França	0,519	0,445	0,455
Hungria	0,217	0,446	0,329
Itália	0,450	0,483	0,478
Polônia	0,157	0,395	0,459
Portugal	0,507	0,496	0,636
Suécia	0,505	0,559	0,452
Rep. Tcheca	0,352	0,563	0,467

Fonte: CIS e PINTEC. Elaboração Própria.

Alemanha, Bélgica, Áustria são os países com maiores taxas de inovação para pequenas empresas, sendo que há maior parcela dessas empresas inovadoras gerando resultado em produto na Suécia, Rep. Tcheca e Alemanha. Já inovações de processo são mais frequentes em Brasil, Portugal e Bélgica. A taxa de inovação para pequenas empresas brasileiras é significativamente menor que a maior parte dos pares europeus.

Também se observa que as pequenas empresas brasileiras têm seu resultado inovativo concentrado em inovações de processo, o que pode estar ligado a dificuldades destas empresas em realizar outros tipos de inovação face a obstáculos enfrentados por esse tipo de firma. Todavia, no caso brasileiro a concentração em resultado inovativo de processo é muito maior que nas pequenas empresas de outro país.

Nesse sentido, e utilizando dos indicadores desenvolvidos, a tabela 3 apresenta o cálculo da Distância Euclidiana nos indicadores de esforço e resultado. Nele é possível sintetizar os indicadores apresentados anteriormente de modo que se perceba quais países tem maior e menor esforço e resultados inovativos.

Tabela 3 – Distância euclidiana para o esforço e o resultado inovativo PEs (2014)

País	DE esforço	Hiato esforço	DE resultado	Hiato resultado
Alemanha	0,421	10,5	0,566	12,3
Áustria	0,044	90,7	0,646	Fronteira
Bélgica	0,201	57,1	0,642	0,5
Brasil	0,364	22,5	0,560	13,3
Espanha	0,296	37,1	0,471	27,1
Finlândia	0,470	Fronteira	0,623	3,5
França	0,244	48,1	0,607	6,0
Hungria	0,187	60,3	0,481	25,6
Itália	0,375	20,3	0,590	8,6
Polônia	0,092	80,4	0,527	18,4
Portugal	0,198	57,9	0,643	0,5
Suécia	0,381	19,0	0,594	8,1
Rep. Tcheca	0,340	27,7	0,559	13,4

Fonte: CIS e PINTEC. Elaboração Própria.

Nota-se que dos países analisados Polônia, Hungria e Áustria apresentam os menores indicadores de esforço inovativo. O hiato indica que o país de fronteira é a Finlândia, sendo os mais próximos em termos de esforço a Suécia e Itália. Esses resultados denotam diferenças com os indicadores anteriores, trazendo assim as características dos sete indicadores inovativos de forma sintética em dois indicadores gerais. Esforços para empreender atividades inovativas levam em consideração gastos e execução de atividades de P&D, ambos com objetivos de longo prazo.

Faz-se necessário apontar se tal esforço é efetivo em apresentar resultados, ou seja, se torna as empresas mais inovadoras, seja em produto ou em processo. O resultado da DE apresenta de forma sintética os indicadores (5), (6) e (7), e a coluna à direita o hiato. Destaca-se Áustria por estar na fronteira, indicando maior capacidade de atingir resultados mesmo que com esforço relativamente menor que dos demais países.

Bélgica e Finlândia tem resultados inovativos próximos do nível de fronteira, enquanto Hungria, Espanha, Polônia e Brasil estão mais distantes. Esse resultado reforça achados da literatura que indicam a dificuldade das empresas desses países em atingir o mesmo nível de resultado inovativo dos países mais ricos da Europa. Pequenas empresas já enfrentam dificuldades inerentes ao seu funcionamento como restrições financeiras, falta de pessoal qualificado e dificuldade em manter

programas de P&D internamente, tais dificuldades são potencializadas em países menos desenvolvidos (ROTHWELL, 1989).

A Tabela 4 apresenta o cálculo do Índice de Inovação que, conforme apresentado pela equação (6) é uma média ponderada entre DEesforço e DResultado, portanto, uma tentativa de juntar os dois indicadores e apontar de maneira simplificada qual país pode ter melhor desempenho em buscar e efetivar atividades inovativas.

Tabela 4 – Índice de Inovação e Hiato inovativo para PEs (2014)

País	Índice de Inovação	Hiato de inovação
Alemanha	0,089	31,389
Áustria	0,090	30,869
Bélgica	0,130	Fronteira
Brasil	0,024	81,822
Espanha	0,064	50,697
Finlândia	0,128	1,572
França	0,119	8,514
Hungria	0,052	59,946
Itália	0,062	52,303
Polônia	0,028	78,750
Portugal	0,059	54,144
Suécia	0,110	15,097
Rep. Tcheca	0,061	52,753

Fonte: CIS e PINTEC. Elaboração Própria.

Os resultados indicam que países ricos da Europa têm maior Índice de Inovação, sendo Bélgica o país na fronteira, outros países em destaque são Finlândia, Suécia e França. Os países mais distantes da fronteira são Brasil, Hungria, Polônia e República Tcheca, exatamente os países menos desenvolvidos. Ainda que Brasil e República Tcheca tenham parques industriais relativamente diversificados não conseguem apresentar índices de inovação comparáveis ao de países menores como Finlândia.

Esses resultados reforçam que pequenas empresas têm dificuldades maiores em países com Sistemas Nacionais de Inovação menos desenvolvidos. Enfim a Tabela 5 apresenta resultados para o cálculo de Eficiência do Esforço Inovativo. Este indicador difere do Índice de Inovação pois relaciona a DE esforço com a DE resultado inovativo de forma distinta, conforme apresentado na equação (8), considera resultado alcançado em termos de taxa de inovação (produto e processo) ponderado pelo esforço empreendido em realizar atividades inovativas.

Tabela 5 – Eficiência do esforço inovativo e Hiato do esforço para PEs (2014)

País	Eficiência do esforço	Hiato de Esforço
Alemanha	0,277711	15,55021
Áustria	0,215166	34,56982
Bélgica	0,31456	4,344758
Brasil	0,075208	77,12984
Espanha	0,28897	12,12657
Finlândia	0,328848	Fronteira
França	0,322528	1,921759
Hungria	0,224962	31,59089

Itália	0,177886	45,90617
Polônia	0,099419	69,76751
Portugal	0,144107	56,17831
Suécia	0,312716	4,905428
Rep. Tcheca	0,196105	40,36603

Fonte: CIS e PINTEC. Elaboração Própria.

Finlândia é o país de fronteira, onde as pequenas empresas tiveram desempenho melhor em termos dos resultados alcançados e dos esforços empreendidos, ou seja, onde houve maior produtividade dos esforços em atividades inovativas. De acordo com o hiato do esforço, pode-se compreender quais países estão mais próximos ou distantes da fronteira, sendo França, Espanha, Suécia e Alemanha os países com melhor produtividade dos esforços empreendidos. Brasil, Polônia e Itália têm resultados que indicam baixa produtividade do esforço inovativo.

Em linhas gerais, pode-se dizer que os resultados de esforço e resultados inovativos para as pequenas empresas europeias e brasileiras estão em linha com a literatura que encontra divergências entre países decorrentes do hiato tecnológico. Pode-se dizer que as diferenças tecnológicas encontradas entre os países analisados são semelhantes àquelas que analisam indicadores de sistemas de inovação, sem diferenciar pelo porte das empresas (FILIPPETTI e ARCHIBUGHI, 2011; MATEI e ALDEA, 2012). Apesar de perceber-se algumas diferenças nas atividades inovativas das pequenas empresas (ACS e AUDRETSCH, 1990; AUDRETSCH, 2004), a relação dos países de fronteira e próximos reproduzem as classificações de sistemas de inovação feitas com outros indicadores. Percebe-se então que, no geral, os países classificados com sistemas de inovação de fronteira são também aqueles que estão à frente quando se consideram os indicadores de inovação para as pequenas empresas.

5. Considerações Finais

O presente trabalho buscou somar-se à discussão de hiato tecnológico, especificamente na análise sobre pequenas empresas. Para tanto foi utilizada metodologia baseada no conceito de Distância Euclidiana, com a finalidade de sintetizar vários indicadores de esforço e resultado inovativo e mensurar o hiato tecnológico entre as pequenas empresas brasileiras e de países europeus selecionados.

Os resultados, em grande medida, confirmam os achados da literatura de referência. As pequenas empresas do Brasil têm hiato tecnológico significativamente alto com os pares europeus, principalmente com as economias mais avançadas como Alemanha, Finlândia, Suécia e França. Em termos dos indicadores de esforço inovativo as empresas brasileiras se destacam, mas o desempenho em resultado inovativo é baixo. A análise da DE Esforço Inovativo indica que o país não está tão distante da fronteira, ainda que essa distância se amplie, em termos relativos, com os indicadores de resultado.

A análise do hiato do Índice de Inovação, que sintetiza todos os indicadores apresentados anteriormente, mostra que o Brasil está bastante distante da fronteira, representada pela Bélgica. Esse indicador apresenta, de maneira ponderada, os indicadores de resultado e esforço inovativo, e mostra que pequenas empresas brasileiras estão próximas aos países europeus mais mal situados nas classificações de sistemas de inovação, como os de Filippetti e Archibughi (2011) e Matei e Aldea (2012). O resultado encontrado para as pequenas empresas é semelhante ao de outros trabalhos que identificam um processo de *falling behind* do Brasil, como Arend e Fonseca (2012), Ruiz (2008) e Melo *et al.* (2015).

O hiato de eficiência inovativa deixa ainda mais evidente a dificuldade das pequenas empresas brasileiras de se aproximar da fronteira tecnológica, neste caso representada pelas pequenas empresas finlandesas. Os esforços realizados pelas empresas brasileiras não têm conseguido alcançar os resultados de outros países colocando o Brasil na posição mais distante da fronteira.

Esse resultado pode estar ligado à menor capacidade das empresas brasileiras de se engajar em atividades de P&D interno, quando comparadas aos pares escandinavos ou britânicos. Atividades de P&D interno são determinantes para gerar capacidade de absorção das firmas (AUDRESTSCH, 2004), que tem papel relevante para impulsionar processos de *catching up*. Tal conclusão pode apontar para a necessidade de aprofundamento de pesquisas futuras na importância de fatores ligados à capacidade de absorção, bem como consideração de variáveis ambientais que possam desenvolver a capacidade inovativas das empresas. Essas variáveis podem englobar análise de políticas de apoio à inovação, cooperação, desenvolvimento de P&D interno, uso de mão de obra qualificada e melhorias institucionais.

O trabalho ainda aponta para outras necessidades futuras de investigação, seja agregando maior quantidade de países ou analisando um período maior, ou ainda tratando com mais foco a questão da Eficiência do Esforço Inovativo, e quais variáveis podem ter impacto para explicar países com maior ou menor nível de eficiência dos gastos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACS, Z. J.; AUDRESTSCH, D. B. *Innovation and small firms*. Mit Press, 1990.
- AREND, M.; FONSECA, P. C. D. Brasil (1955-2005): 25 anos de *catching up*, 25 anos de *falling behind*. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 32, n. 1, p. 33-54, 2012.
- AUDRESTSCH, D. B. Sustaining innovation and growth: Public policy support for entrepreneurship. *Industry and Innovation*, v. 11, n. 3, 2004.
- CARIA JUNIOR, S. de. Hiato tecnológico e *catching-up*: uma abordagem a partir da inovação. 2015. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Economia). UNESP, Araraquara.
- CARVALHO, L.; AVELLAR, A. P. Inovação e produtividade: evidências empíricas para empresas brasileiras. *Encontro Nacional de Economia*, v. 41, 2013.
- CASTALDI, C., CIMOLI, M., CORREA, N.; DOSI, G. Technological learning, policy regimes, and growth: the long-term patterns and some specificities of a 'globalized' economy. *Industrial Policy and Development: The Political Economy of Capabilities Accumulation*. Oxford University Press. Oxford, 2009.
- CEPAL – Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Progreso técnico y cambio estructural en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL, 2007.
- CIMOLI, M. Technological gaps and institutional asymmetries in a North-South model with a continuum of goods. *Metroeconomica*, v. 39, n. 3, p. 245-274, 1988.
- CIMOLI, M.; CORREA, N. Trade openness and technological gaps in Latin America: A "low growth trap". *LEM Working Paper Series*, 2002.
- CIMOLI, M. *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago: CEPAL, 2005.
- CIMOLI, M., DOSI, G., NELSON, R. R., & STIGLITZ, J. *Institutions and policies shaping industrial development: an introductory note* (No. 2006/02). Lem Working paper series, 2006.
- CIMOLI, M.; PEREIRA, J. B.; PORCILE, G. A technology gap interpretation of growth paths in Asia and Latin America. *Research Policy*, v. 48, n. 1, p. 125-136, 2019.
- CORMACK, R. M. A review of classification. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, v. 134, n. 3, p. 321-353, 1971.
- 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.
- DOSI, G.; FAGIOLO, G.; NAPOLETANO, M.; ROVENTINI, A.; TREIBICH, T. Fiscal and monetary policies in complex evolving economies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 52, 166-189, 2015.
- FAGERBERG, J. A technology gap approach to why growth rates differ. *Research Policy*, v. 16, n. 2-4, p. 87-99, 1987.

- FAGERBERG, J. Technology and international differences in growth rates. *Journal of economic Literature*, v. 32, n. 3, p. 1147-1175, 1994.
- FAGERBERG, J.; VERSPAGEN, B. Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation. *Research Policy*, v. 31, n. 8-9, p. 1291-1304, 2002.
- FAGERBERG, J.; FOSAAS, M.; SAPPRASERT, K. Innovation: Exploring the knowledge base. *Research policy*, v. 41, n. 7, p. 1132-1153, 2012.
- FILIPPETTI, A.; ARCHIBUGI, D. Innovation in times of crisis: National Systems of Innovation, structure, and demand. *Research policy*, v. 40, n. 2, p. 179-192, 2011.
- GUSSO, D. A.; NOGUEIRA, M. O.; VASCONCELOS, L. F. Heterogeneidade Estrutural: uma retomada conceitual. *Boletim Radar - Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, n. 14, Brasília: Ipea, 2011.
- IMBRIANI, C., PITTIGLIO, R., REGANATI, F., & SICA, E. How much do technological gap, firm size, and regional characteristics matter for the absorptive capacity of Italian enterprises? *International Advances in Economic Research*, v. 20, n. 1, p. 57-72, 2014.
- KANNEBLEY JR., S.; PORTO, G. S.; PAZELLO, E. T. Inovação na indústria brasileira: uma análise exploratória a partir da PINTEC. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, n. 1, p. 87-128, 2004.
- LUNDEVALL, B. National systems of innovation: An analytical framework. *London: Pinter*, 1992.
- MATEI, M. M.; ALDEA, A. Ranking national innovation systems according to their technical efficiency. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 62, p. 968-974, 2012.
- MELO, T. M.; FUCIDJI, J. R.; POSSAS, M. L. Política industrial como política de inovação: notas sobre hiato tecnológico, políticas, recursos e atividades inovativas no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 14, p. 11-36, 2015.
- NASSIF, A.; FEIJÓ, C.; ARAÚJO, E. Overvaluation trend of the Brazilian currency in the 2000s: empirical estimation. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 35, n. 1, p. 3-27, 2015.
- NELSON, R. R. Why do firms differ, and how does it matter? *Strategic management journal*, v. 12, n. S2, p. 61-74, 1991.
- NELSON, R. Evolutionary social science and universal Darwinism. *Journal of evolutionary economics*, v. 16, n. 5, p. 491-510, 2006.
- NOOTEBOOM, B. Innovation and diffusion in small firms: theory and evidence. *Small Business Economics*, v. 6 (5), p. 327-347, 1994.
- OREIRO, J. L.; LEMOS, B. P.; DA SILVA, G. J. C. A relação entre a elasticidade-renda das exportações, a taxa de câmbio real e o hiato tecnológico: teoria e evidência. *Revista Economia & Tecnologia*, v. 3, n. 1, 2007.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.
- ROTHWELL, R. Small firms, innovation and industrial change. *Small Business Economics*, v. 1(1), p. 51-64, 1989.
- RUIZ, A. U. Persistência versus mudança estrutural da especialização tecnológica do Brasil. *Economia e Sociedade*, v. 17, n. 3, p. 403-427, 2008.
- SCHUMPETER, J. A. *Business cycles*. New York: McGraw-Hill, 1939.
- SCHUMPETER, J. A. *Socialism, capitalism and democracy*. Harper and Brothers, 1942.
- SOETE, L. L. A general test of technological gap trade theory. *Weltwirtschaftliches Archiv*, v. 117, n. 4, p. 638-660, 1981.
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.
- SRHOLEC, M.; VERSPAGEN, B. The Voyage of the Beagle into innovation: explorations on heterogeneity, selection, and sectors. *Industrial and corporate change*, v. 21, n. 5, p. 1221-1253, 2012.
- THIRLWALL, A. P. The balance of payments constraint as an explanation of the international growth rate differences. *PSL Quarterly Review*, v. 32, n. 128, 1979.