

# Regressão Tecnológica do Esforço Inovativo no Brasil: uma análise *shift-share* para o período 2011-2017

## Área 9: Economia Industrial e da Tecnologia

Bruno Ferreira de Oliveira<sup>1</sup>, Felipe Ponciano da Cruz<sup>2</sup>, Enzo Matheus Fernandez Barreira Accioly<sup>3</sup>, Igor Masullo Soares<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrado em Economia pela Universidade Cândido Mendes (UCAM).  
Av. Engenheiro Gastão Rangel, 1226, Santa Cruz, Rio de Janeiro.  
brunooliver17@hotmail.com/ tel: (21) 98906-2912

<sup>2</sup>Mestre em Economia Aplicada da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).  
Av. Presidente Vargas, 2655. Cidade Nova, Rio de Janeiro.  
f1ponciano@gmail.com/ tel: (21) 2332-5736

<sup>3</sup>Graduando em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).  
Praça Vereador Rocha Leão, 231. Copacabana, Rio de Janeiro.  
enzoaccioly@hotmail.com/ tel: (21) 97361-2693

<sup>4</sup>Graduando em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).  
Rua Delgado de Carvalho, 34, Tijuca, Rio de Janeiro.  
igormsoares@globo.com/ tel: (21) 98521-0455

### Resumo

Para verificar a hipótese de regressão tecnológica e produtiva em termos de esforço inovativo, foram utilizados os dados de 2011, 2014 e 2017 da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) para aplicar o método *shift-share* e identificar os principais determinantes da evolução da taxa de crescimento do esforço inovativo da indústria brasileira. Entre 2011 e 2017 houve um pequeno aumento do esforço inovativo, com o efeito especialização contribuindo positivamente e os efeitos alocação e estrutural negativamente. Existe uma diferença significativa entre os períodos intermediários, se por um lado o período de 2011-2014 foi caracterizado como dinâmico, por outro o de 2014-2017 foi não-dinâmico em termos de esforço inovativo. Enquanto os segmentos da indústria extrativa, de baixa e média-baixa intensidade tecnológica foram dinâmicos, os de média-alta e alta foram não-dinâmicos, indicando que o esforço inovativo tem sido direcionado para setores de baixa tecnologia, às custas daqueles com elevado conteúdo tecnológico.

**Palavras-chave:** Esforço Inovativo, P&D, Análise *Shift-Share*, Indústria, Regressão Produtiva

### Abstract

To verify the hypothesis of technological and productive regression in terms of innovative effort, data from 2011, 2014 and 2017 of the Technological Innovation Research (PINTEC) were used to apply the shift-share method and identify the main determinants of the evolution of the growth rate of the innovative effort of the Brazilian industry. Between 2011 and 2017 there was a small increase in innovation effort, with the specialization effect contributing positively and the allocation and structural effects negatively. There is a significant difference between the intermediate periods, while the 2011-2014 period was characterized as dynamic, the 2014-2017 period was non-dynamic in terms of innovative effort. While the low- and medium-low-technology intensive segments of the extractive industry were dynamic, the medium-high and high-technology segments were nondynamic, indicating that the innovative effort has been directed to low-technology sectors, at the expense of those with high technological content.

**Keywords:** Innovative Effort, R&D, Shift-Share Analysis, Industry, Productive Regression

**JEL:** L60, O31, O32

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil passa nas últimas décadas pelo processo de desindustrialização prematura (Nassif; Bresser-Pereira; Feijó, 2017), enquanto em 1990 o Produto Interno Bruto (PIB) Industrial correspondia a 26% do

total, em 2019 corresponde a apenas 11%. Segundo Rodrik (2016), esse processo retira o dinamismo das economias e sua capacidade de influenciar o processo de desenvolvimento, tendo em vista a ocorrência de retração contínua da participação da indústria no PIB em níveis de renda per capita inferiores ao verificado em países desenvolvidos, pela qual se observa uma participação cada vez menor do setor industrial na economia, tanto em termos da produção quanto em relação à capacidade de geração de empregos industriais.

A desindustrialização prematura pode revelar um padrão de especialização produtiva associado à exploração de recursos naturais e de segmentos industriais intensivos em mão de obra de baixa qualificação e de baixa intensidade tecnológica (Ballesta; Atencio, 2018). Ademais, no caso brasileiro, existe uma perda de densidade industrial relativamente superior nos setores industriais de elevado conteúdo tecnológico (Morceiro; Guilhoto, 2020). Essa situação pode ser um empecilho para o desenvolvimento, tendo em vista que existe uma relação monotonicamente positiva entre a especialização em setores de elevado conteúdo tecnológico e o PIB per capita (Treguenna; Andreoni, 2020). Outros fatores como a desigualdade de renda e a qualidade de vida também estão associados a uma indústria com elevada capacidade de sofisticação produtiva e tecnológica (Hartmann et al., 2017).

A literatura especializada apresenta a relevância da atividade inovativa para desencadear processos interativos de desenvolvimento produtivo e tecnológico que resultam em atividades industriais mais competitivas (Dosi; Pavitt; Soete, 1990; Cantwell, 2005; Nieto; Quevedo, 2005; Fagerberg; Srholec; Knell, 2007), de elevado valor agregado, gerando empregos mais qualificados e com elevadas remunerações. Além disso, as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) podem tornar as economias nacionais e empresas industriais mais resilientes a eventuais choques econômicos adversos no longo prazo (Oliveira, 2019).

Segundo a mais recente Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) a situação da atividade inovativa no Brasil é de retração, onde a taxa de inovação em produto e/ou processo das empresas no triênio de 2015-2017 reduziu 7,50% em comparação ao triênio de 2012-2014, bem como a redução de 13,79% do gasto em P&D como proporção do PIB para os referidos triênios, tendo como principais fatores a recessão econômica e a redução dos recursos públicos relacionadas ao financiamento e suporte ao P&D empresarial (De Negri et al., 2020; Koeller, 2020). Além disso, De Negri et al. (2020) reporta a redução dos investimentos nas atividades de P&D como proporção das receitas líquidas de vendas da indústria, expondo que no ano de 2014 este indicador de esforço inovativo reduziu de 0,84% para 0,75%.

Dentro deste contexto de retração da atividade inovativa no Brasil, o artigo analisa de forma pioneira o esforço inovativo da indústria a partir do método shift-share (Fagerberg, 2000) com o objetivo de verificar como os diferentes segmentos tecnológicos se comportaram, e assim verificar a existência do processo de regressão tecnológica em termos de esforço inovativo. Utilizou-se o shift-share para discriminar os principais determinantes da evolução da taxa de crescimento do esforço inovativo, decompondo-a nos efeitos: i) alocativo, ii) estrutural e iii) especialização.

A taxa de crescimento do esforço inovativo foi calculada em termos da participação do pessoal ocupado nas atividades de P&D em relação ao pessoal ocupado total, tendo em vista que este indicador captura o comprometimento e intensidade dos setores industriais com a inovação em relação à alocação de mão de obra nestas atividades. A referida taxa foi calculada por meio dos dados de pessoal ocupado em P&D e pessoal ocupado dos setores industriais, considerando tanto a indústria extrativa quanto a de transformação, provenientes das três últimas edições da PINTEC, dos anos de 2011, 2014 e 2017. Além desta introdução, está contemplado neste artigo uma seção informando o referencial teórico utilizado, seguida pela metodologia, análise e discussão dos resultados, e, por fim, pelas considerações finais.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância da Indústria, Desindustrialização Prematura e Especialização Produtiva**

A bibliografia especializada reporta a importância do setor industrial para o dinamismo das economias nacionais (Schumpeter, 1985; Prebisch, 1949; Hirschman, 1958; Kaldor, 1966). Szirmai e Verspagen (2015) elencam algumas características do setor industrial que o habilita como o vetor para o crescimento sustentado da economia: (i) evidência empírica de correlação entre o PIB per capita e a participação da indústria no PIB; (ii) taxa de crescimento da produtividade do setor industrial é superior

aos demais setores da economia, chamado de “bônus estrutural” (Timmer; Szirmai, 2000); (iii) existência de economias estáticas e dinâmicas de escala (Kaldor, 1966); e (iv) existência de efeito encadeamento do setor industrial e transbordamento do conteúdo tecnológico do setor industrial para os demais setores da economia (Hirschman, 1958). Ademais, a indústria propicia oportunidades e condições singulares para o desenvolvimento tecnológico, por ser o ambiente central do processo inovativo (Lazonick, 2005).

A importância da indústria para o dinamismo das economias também está revelada na Agenda 2030 para o desenvolvimento lançada em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU), que consiste no conjunto de ações a serem adotadas pelos países para os próximos 15 anos. Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um em específico está relacionado diretamente com a indústria, reportado como ODS9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, cujo objetivo é “Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação” (ONU, 2015, p.28), no qual se verifica papel relevante da inovação para promoção de novas oportunidades de crescimento, por meio da elevação do desempenho industrial, tornando-o mais denso e dinâmico e impactando de forma benigna as condições econômicas de um país. Uma economia resiliente a eventuais choques externos tem seu eixo motriz baseado no setor industrial com produção sofisticada e diversificada, características importantes para a competitividade industrial (Marconi; Rocha, 2012).

Para a superação dos gargalos que limitam o processo de crescimento sustentado dos países em desenvolvimento, Haraguchi, Cheng e Smeets (2017) apresentam evidências empíricas de que o setor industrial continua sendo relevante para induzir o processo de transformação estrutural, com vistas à melhoria da qualidade de vida da população. Considerando que muitos dos países em desenvolvimento estejam em fases iniciais do processo de industrialização ou estejam manifestando a ocorrência do processo de desindustrialização prematura<sup>1</sup> (Rodrik, 2016) – como verificado no Brasil atualmente –, estratégias de desenvolvimento centradas na promoção da indústria, criando condições de produção e de incentivos para avançar para setores com conteúdo tecnológico relevante, desenvolvendo conhecimentos e habilidades para aplicação no setor industrial, podem ser bem sucedidas para construir uma economia competitiva e resiliente a crises. Este ponto traz à tona a importância de fatores como capacidade e habilidade de explorar oportunidades tecnológicas, competitividade tecnológica e o padrão de especialização produtiva revelado nas exportações como fontes mais relevantes para explicar o crescimento e a competitividade dos países (Fagerberg; Srholec; Kneil, 2007).

Em uma perspectiva específica sobre o dinamismo da indústria e a desindustrialização prematura, Tregenna e Andreoni (2020) apresentam que, em uma análise entre os setores industriais, considerando sua taxonomia tecnológica, nem todos os segmentos industriais apresentam um comportamento denominado como “U invertido” ao longo do tempo e em relação ao PIB per capita. As evidências apresentadas são que quanto maior a intensidade tecnológica de um segmento industrial, menos côncava é a sua trajetória em relação ao PIB per capita, no qual entre o segmento de alta tecnologia se verifica uma relação monotonicamente positiva e em alguns casos convexa (Tregenna; Andreoni, 2020).

No contexto brasileiro, no qual se verifica a ocorrência da desindustrialização prematura (Nassif; Bresser-Pereira; Feijó, 2017), o processo de redução de densidade produtiva tem sido mais intenso nos segmentos de média-alta e alta intensidade tecnológica, justamente os segmentos industriais que “possuem maior qualidade em termos tecnológicos, maiores ligações entre os setores manufatureiros, alta remuneração por trabalhador, além de alta elasticidade-renda da demanda e grande dinamismo no comércio internacional” (Morceiro; Guilhoto, 2020, p. 857), além da perspectiva de encontrar um caminho continuamente favorável para o desenvolvimento, conforme apresentado por Tregenna e Andreoni (2020). Neste sentido, a perda de densidade produtiva nestes segmentos de elevado conteúdo tecnológico pode representar um fator limitante para o progresso tecnológico do país (Morceiro; Guilhoto, 2020).

Uma economia cuja densidade e dinâmica industrial seja direcionada e concentrada apenas nos setores de baixo conteúdo tecnológico pode representar o reforço da regressão produtiva e da desindustrialização prematura, além de representar um limitante para a construção de oportunidades

---

<sup>1</sup> A desindustrialização prematura pode ser definida como o esgotamento da dinâmica industrial em níveis de renda relativamente baixo, isto é, a retração da importância da indústria em níveis de PIB per capita inferiores ao registrados pelas economias avançadas, quando estas passaram pela desindustrialização natural, resultante do processo de mudança estrutural (Rodrik, 2016).

tecnológicas. O Brasil tem cada vez mais se caracterizado como uma economia de baixa complexidade, aprendizado e capacitação (Gala; Carvalho, 2019). O desenvolvimento de habilidades e capacidades pela indústria é fundamental para o ganho de competitividade internacional e melhora da performance da economia brasileira, sendo o investimento em P&D e suas relações derivadas fundamentais para avançar em direção à produção industrial mais sofisticada e tecnológica.

## 2.2 Esforço Inovativo e Competitividade Industrial

A inovação tem ganhado espaço como um fator chave na explicação do sucesso competitivo das empresas e desenvolvimento dos países, com capacidade de induzir a maior participação em mercados, maiores rendas e empregos mais qualificados que, aliados ao seu grande potencial de disseminação, poderiam provocar um efeito positivo em toda a economia (Cassiolato e Lastres, 2005). Resultados de estudos empíricos sugerem que a performance inovativa e o esforço inovativo, mesurado a partir das atividades de P&D, se mostraram positivamente relacionadas à competitividade e crescimento de receitas (Kiveu; Muathe, 2019; Matricano, 2020).

Outrora a inovação era entendida como um processo linear, empurrada pelos avanços na ciência (*science push*) e incentivos da demanda (*demand pull*), e o conhecimento era considerado um bem público de acesso igualitário. Ocorre que essa visão desconsidera o caráter peculiar e cumulativo do processo de aprendizado, e, se fosse verdade, as empresas teriam menor incentivo de investir em inovação e tecnologia (Fagerberg, 2016). Cohen e Levinthal (1990) apresentam o processo de inovação com foco no papel fundamental do aprendizado e da acumulação de conhecimento para o desenvolvimento tecnológico, destacando o papel da habilidade de identificar, assimilar, aplicar e explorar informações de fontes diversas e o caráter dependente e cumulativo dessa habilidade em relação ao nível já adquirido de conhecimento relacionado, denominado pelos autores como capacidade absorptiva ou de absorção.

Considerando que a empresa é mais do que apenas uma instituição de produção, mas também de aprendizado, que atua como agente central da inovação (Lazonick, 2005; Perreira; Dathein, 2012), a importância da capacidade absorptiva para as organizações se revela principalmente na capacidade de aproveitamento dos mecanismos de “feedbacks”, resultantes das interações apresentadas no contexto de suas redes de conexões externas (Aldieri; Sena; Vinci, 2018), ainda mais quando as redes são diversas e complexas (Yu, 2013), evidenciando a natureza social, interativa e coletiva do processo inovativo (Nelson; Winter, 1982; Edquist; Lundvall, 1993).

O aprendizado e a capacidade absorptiva desenvolvidos pelas atividades de P&D são passos necessários para o desenvolvimento de capacidades determinantes na competitividade empresarial. Naturalmente, tais temas são considerados de grande importância em países de industrialização avançada com alta presença no mercado internacional (Apriliyanti; Alon, 2017), focando suas atenções na construção e manutenção de vantagens frente aos desafios no comércio internacional. Além disso, no ambiente competitivo, não apenas as competências são importantes, mas principalmente sua aplicação em cenários de intensas transformações e mudanças. A habilidade de reconhecer transformações no ambiente ao qual está inserido, reconfigurar suas posições e reorganizar seus processos visando a melhor adaptação à nova realidade são conhecidas como capacitações dinâmicas (Teece; Pisano; Shuen, 1997), geradoras de vantagens competitivas, levando a superação do desempenho em relação aos seus concorrentes no mesmo ambiente, o que configura um maior dinamismo.

Enquanto empresas com maior capacidade de aproveitamento de informações e conhecimento externos costumam ser proativas na busca por oportunidades, as que falham em desenvolver essa competência acabam por apresentar um comportamento mais reativo às condições impostas (Cohen; Levinthal, 1990). É esperado, portanto, que a proatividade das primeiras as ajude na identificação de novas tendências e no estabelecimento de novos padrões e tecnologias, levando-as a “ditar o ritmo” do mercado, se mantendo mais competitivas. Teece, Pisano e Shuen (1997) explicam a competitividade da empresa baseada nas suas competências, processos e recursos internos, reforçando o papel da construção de habilidades únicas à firma. Partindo da visão baseada em recursos, argumentam que não somente a acumulação de ativos valiosos (tangíveis ou intangíveis) ou a gestão eficiente são suficientes para a manutenção de vantagens, mas sim a combinação dos dois em uma demonstração de flexibilidade e rapidez ao responder às mudanças.

Devido à dificuldade de replicação, tais habilidades não podem ser adquiridas, tendo que ser desenvolvidas de forma interna (Teece; Pisano; Shuen, 1997). Posto isto, não apenas as possibilidades abertas à organização são determinadas por seus níveis atuais de conhecimento e capacidades, mas também seu nível futuro será determinado pelas atividades empenhadas atualmente, as quais determinarão seu desenvolvimento interno, levando a tendências de especialização conforme a atividade realizada (Aldieri; Sena; Vinci, 2018). Assim, a importância no engajamento em atividades de P&D se torna ainda mais proeminente, uma vez que tal atividade que não apenas gera novos conhecimentos, mas constitui por si só um grande processo de aprendizado e de criação de habilidades e aptidões, aumentando a capacidade absorptiva dos indivíduos participantes, alavancando dessa forma o uso de avanços gerados fora da firma e o potencial de aprendizado em períodos futuros (Cohen; Levinthal, 1990).

Devido ao grande aprendizado gerado no processo inovativo, os gastos com P&D e o pessoal ocupado em P&D podem ser considerados como uma medida que pode indicar o investimento em capacidade absorptiva e capacidade dinâmica (Hagedoorn; Cloudt, 2003; Yu, 2013; Aldieri; Sena; Vinci, 2018). Um dos desafios impostos aos estudos empíricos é como se medir o esforço e engajamento em inovação e capacitação, o que leva a uma variedade de medidas utilizadas.

O presente artigo utiliza o número de empregados em atividades de P&D em relação à mão de obra total como indicador de esforço inovativo, já que representa de forma direta o contingente alocado para esta atividade (Tagues et al., 2020). A utilização do emprego é útil para constatar a dinâmica da atividade econômica de forma imediata nos segmentos industriais. Ademais, Araújo, Cavalcante e Alves (2009) e Sousa e Nascimento (2011) apresentam a existência de uma forte correlação entre os indicadores de pessoal ocupado em P&D e gastos em P&D, ambos indicadores de esforço inovativo.

Ao se engajar em atividades de P&D por conta própria, a firma não somente aumenta suas chances de melhora na performance inovativa, uma vez que adquire mais do que apenas o conhecimento científico, mas principalmente constrói durante este processo competências e habilidades novas, trazendo benefícios principalmente à performance da firma, mais até do que a inovação em si (Hagedoorn; Cloudt, 2003). Com efeito, todos os funcionários atuantes no processo serão beneficiados, além de constituir capacidades absorptivas às firmas. Levando isso em conta, a medição do contingente de mão de obra deslocado para a pesquisa e desenvolvimento pode ser um bom indicativo dos benefícios como um todo do empreendimento em tal atividade e do esforço inovativo da firma, devido à contribuição de tais profissionais, assim como de sua orientação para o aprendizado, para a melhora competitiva (Lehnert; Pfister; Backes-Gellner, 2020; Yildiz et al., 2020).

Sob uma perspectiva empírica, este artigo utiliza o método *shift-share* para analisar o esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D, inspirados em trabalhos que utilizam o mesmo método para estudos de mudanças na produtividade setorial do trabalho e bônus estrutural, seja numa perspectiva comparada entre países, entre setores de um país ou de uma região (Fagerberg, 2000; Timmer; Smirzai, 2000; Carvalheiro, 2003; Rocha, 2007; Galeano; Wanderley, 2013; Wanderley, 2018; Galeano; Carvalho, 2019; Maia, 2020). Os estudos que utilizam o método *shift-share* na área de economia da inovação no Brasil são: i) Melo e Ruiz (2015), que analisa a mudança estrutural e coevolução das estruturas produtiva, comercial e tecnológica no Brasil; e ii) Calzolaio (2019), que compara o resultado das capacitações tecnológicas e da produtividade das empresas que usufruíram dos recursos oriundos da política de inovação com as que não receberam esse incentivo durante a década de 2000, como forma de avaliar a eficácia da referida política pública.

Assim, o estudo do esforço inovativo pelo método escolhido neste artigo de forma pioneira pode auxiliar os formuladores de políticas públicas a identificar fatores que podem ser considerados como vantagens ou gargalos para o desenvolvimento tecnológico dos segmentos industriais, além de ser um instrumento relevante de acompanhamento e avaliação de eventuais políticas que sejam implementadas.

### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Descrição da Base de Dados Utilizada**

A base de dados utilizada é proveniente da PINTEC referente aos triênios de 2009-2011, 2012-2014 e 2015-2017. Conforme apresentado por IBGE (2020), os dados de natureza quantitativa da PINTEC estão associados ao último ano de referência, isto é, os anos de 2011, 2014 e 2017, respectivamente. Quanto aos

setores industriais, as informações coletadas se referem à totalidade da indústria brasileira, considerando a indústria extrativa e a indústria de transformação. O grau de detalhamento segue a Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE), em sua versão 2.0, sendo utilizada a maior abertura setorial disponibilizada pela pesquisa, totalizando  $n = 45$  setores industriais.

O indicador utilizado neste trabalho para mensurar o esforço inovativo é a razão entre o pessoal ocupado nas atividades em P&D e o total do pessoal ocupado, representando de forma direta o contingente alocado para atividade de P&D. A utilização do emprego é útil para constatar a dinâmica da atividade econômica de forma imediata nos segmentos. Além disso, este indicador é usualmente utilizado na ausência de dados relacionados com os gastos empresariais em P&D, dada a correlação existente entre as respectivas variáveis (Araújo; Cavalcante; Alves, 2009; Sousa; Nascimento, 2011). Com o intuito de verificar a robustez do indicador utilizado, calculou-se a correlação entre: a razão entre o pessoal ocupado nas atividades em P&D e o total do pessoal ocupado e a razão do dispêndio em P&D e a receita líquida de vendas da base de dados utilizada. O coeficiente encontrado de correlação foi de 0,7371, com significância estatística de 1%, evidenciando a qualidade da *proxy* utilizada para esforço inovativo.

### 3.2 Método *Shift-Share*

A análise *Shift-Share* ou Análise Estrutural-Diferencial é um método que visa decompor a taxa de crescimento ou variação de um determinado componente agregado (Simões, 2005). As formulações do método *Shift-Share* mais utilizadas levam em consideração as análises dos componentes global, regional e mix industrial (Dunn, 1960; Esteban-Maquillas, 1972; Arcelus, 1984).

A versão utilizada neste trabalho segue a metodologia de Fagerberg (2000), que diferentemente das versões mais utilizadas, destaca o componente de mix industrial, decompondo-o nos efeitos alocação, estrutural e especialização (Galeano; Wanderley, 2012). Assim, a partir das considerações da base de dados e da metodologia de *Shift-Share* adotada, segue abaixo a decomposição dos efeitos da taxa de crescimento do esforço inovativo da indústria:

Seja  $EI$  o esforço inovativo agregado da indústria brasileira, onde  $PO^{P\&D}$  representa o pessoal ocupado em P&D da indústria e  $PO$  representa o pessoal ocupado na indústria. Assim, temos que:

$$EI = \frac{PO^{P\&D}}{PO} = \frac{\sum_i PO_i^{P\&D}}{\sum_i PO_i} = \sum_i \frac{PO_i^{P\&D}}{PO_i} \frac{PO_i}{\sum_i PO_i} \quad (1)$$

onde, de acordo com a expressão (1), temos que  $i$  representa o setor industrial, em que  $i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ , onde  $n$  representa o número de setores industriais utilizados na análise. Neste sentido, o esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D do setor industrial  $i$  caracterizado por:

$$EI_i = \frac{PO_i^{P\&D}}{PO_i} \quad (2)$$

e a participação do pessoal ocupado da indústria  $i$  em relação ao total do pessoal ocupado da indústria, sendo chamado de *share* do emprego industrial do setor  $i$  é representado como:

$$S_i = \frac{PO_i}{\sum_i PO_i} \quad (3)$$

Substituindo as equações (2) e (3) na equação (1), temos que o esforço inovativo agregado da indústria é dado por:

$$EI = \sum (EI_i S_i) \quad (4)$$

Dada a definição apresentada pela equação (4), pode-se derivar a variação do esforço inovativo agregado da indústria brasileira  $\Delta EI$ , sendo assim, a equação (5) descreve a referida relação, conforme abaixo:

$$\Delta EI = \sum (EI_{i0}\Delta S_i + \Delta EI_i\Delta S_i + \Delta EI_i S_{i0}) \quad (5)$$

Dividindo a expressão (5) pelo esforço inovativo agregado inicial  $EI_0$ , temos a taxa de variação do esforço inovativo agregado da indústria brasileira, da seguinte forma:

$$\frac{\Delta EI}{EI_0} = \sum \left( \frac{EI_{i0}\Delta S_i}{EI_0} + \frac{\Delta EI_i\Delta S_i}{EI_0} + \frac{\Delta EI_i S_{i0}}{EI_0} \right) \quad (6)$$

A partir das equações (5) e (6), temos que a variação do esforço inovativo agregado da indústria pode ser decomposto em efeito alocativo ( $EI_{i0}\Delta S_i$ ), efeito estrutural ( $\Delta EI_i\Delta S_i$ ) e efeito especialização ( $\Delta EI_i S_{i0}$ ). Segue abaixo a interpretação de cada efeito explicitado:

- Efeito Alocativo ou Estático:** reflete a variação do *share* do emprego industrial dos setores, considerando seu nível de esforço inovativo inicial. Este efeito demonstra a habilidade de direcionar a mão de obra de setores que possuem baixo esforço inovativo para aqueles com elevado esforço inovativo, revelando a capacidade de alocação e mobilidade de mão de obra para atividades que possuem oportunidades tecnológicas relevantes, estabelecidas próximas à fronteira do conhecimento científico e produtivo e com elevada capacidade de transbordamentos tecnológicos para os demais setores industriais. Valores positivos (negativos) indicam que a mão de obra está sendo empregada em segmentos caracterizados por elevado (baixo) esforço inovativo;
- Efeito Estrutural:** mostra a interação entre a variação do esforço inovativo e a variação do *share* do emprego industrial dos setores. O efeito estrutural evidencia a alocação do emprego industrial em setores cuja taxa de crescimento do esforço inovativo é superior à média da indústria, ou seja, a alocação de mão de obra em setores dinâmicos em esforço inovativo. Assim, valores positivos (negativos) revelam que os setores dinâmicos elevam (reduzem) sua participação no emprego industrial. Além disso, este efeito evidencia a tendência ou trajetória da especialização da indústria para setores dinâmicos ou não dinâmicos em termos de esforço inovativo;
- Efeito Especialização ou Intraindústria:** está relacionado com a variação do esforço inovativo, dado o nível de *share* do emprego industrial dos setores no período inicial. Demonstra a capacidade dos setores industriais de direcionar esforços para o desenvolvimento tecnológico, traduzido pelo indicador de esforço inovativo, além de revelar o padrão intrasetorial de esforço inovativo e medir a eficiência de tal finalidade. Valores positivos (negativos) sugerem a elevação (diminuição) do esforço inovativo intrasetorial.

A partir da interpretação econômica dos efeitos decompostos pela formulação de *Shift-Share* utilizada, conforme Quadro 1 abaixo, são apresentadas as quatorze combinações possíveis das influências dos efeitos listados acima para a direção do esforço inovativo agregado e/ou setorial, auxiliando na identificação de setores industriais dinâmicos e não dinâmicos.

**Quadro 1: Simulações setoriais por combinações dos efeitos do método *Shift-Share* utilizado.**

Componentes do Modelo (Efeito)	Simulações Setoriais dos Efeitos S*													
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
Alocativo	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Estrutural	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-
Especialização	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Valores: (+) > (-)		•		•		•		•		•		•		

Valores: (+) < (-)			•		•		•		•		•		•	
<b>Esforço Inovativo Agregado: ΔEI</b>	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>ND</b>	<b>D</b>	<b>ND</b>	<b>D</b>	<b>ND</b>	<b>D</b>	<b>ND</b>	<b>D</b>	<b>ND</b>	<b>D</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>

Fonte: Adaptado de Wanderley (2018).

Nota: S\* significa os setores industriais, D significa que o setor é dinâmico e ND significa que o setor não é dinâmico.

O conjunto dos efeitos listados auxilia na compreensão do grau do comprometimento dos setores com a atividade inovativa, considerando que o esforço inovativo auxilia as empresas a conformarem seus estoques de conhecimento, estruturarem o desenvolvimento de novos produtos e processos, constituírem capacidades dinâmicas e absorptivas, robustecendo assim sua capacidade competitiva.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados a seguir os resultados da análise *Shift-Share* para o esforço inovativo. Como existem diferentes padrões de comportamento do esforço inovativo entre os segmentos industriais, os resultados setoriais serão apresentados de acordo com as seguintes intensidades tecnológicas classificadas pela OECD (2011): i) extrativa e baixa; ii) média-baixa; iii) média-alta; e iv) alta. Desse modo, será possível observar a existência do processo de regressão tecnológica em termos de pessoal ocupado em atividade de P&D.

##### 4.1 Resultados Setoriais do Método *Shift-Share* para o Esforço Inovativo

###### 4.1.1 Indústria extrativa e de baixa intensidade tecnológica

Conforme a Tabela 2, entre os anos de 2011 e 2017 a taxa de esforço inovativo da indústria extrativa e de baixa intensidade tecnológica cresceu 5,69%, sendo a maior parte do aumento explicado pelo efeito especialização (4,67%). O efeito alocativo também apresentou sinal positivo (1,18%), entretanto o efeito estrutural foi levemente negativo (-0,16%). Desse modo, a combinação que caracteriza o segmento é a S4.

Ainda no período 2011-2017, a indústria extrativa e de baixa intensidade tecnológica apresentou cinco dos treze setores com a combinação S1, ou seja, com todos os efeitos positivos. Como destaque positivo no período, verifica-se que o setor de “Fabricação de Produtos Alimentícios” apresentou a maior expansão da taxa de esforço inovativo do segmento, 2,61%, explicado principalmente pelo efeito especialização (1,54%). Dos quatro setores identificados como não dinâmicos, três deles apresentaram a combinação S11 (apenas o efeito estrutural positivo).

Quanto aos períodos intermediários, 2011-2014 e 2014-2017, a indústria extrativa e de baixa intensidade tecnológica como um todo foram caracterizadas pelas combinações S4 e S1, respectivamente. Em ambos os períodos o efeito de maior magnitude foi o especialização. O efeito alocativo também foi positivo nos períodos e aumentou de intensidade em 2014-2017. Já o estrutural apresentou sinal negativo em 2011-2014 e positivo em 2014-2017. Verificando os setores industriais, percebe-se que o único que apresentou a combinação S1 (todos os efeitos são positivos) nos dois períodos foi o de “Fabricação de produtos alimentícios”. O setor de “Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel” foi o único que não foi dinâmico em nenhum dos dois períodos intermediários, apresentando declínio contínuo.

Assim, percebe-se que o período em análise foi favorável para os segmentos com menor intensidade tecnológica, onde a maioria dos setores industriais apresentou incremento no esforço inovativo. Esses setores são importantes sobretudo para a geração de empregos e o investimento em inovação pode permitir uma melhora na competitividade dessas indústrias.

**Tabela 2: Resultados da decomposição da taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D para a indústria extrativa e de baixa intensidade tecnológica, para os períodos de 2011-2014, 2014-2017 e 2011-2017.**

SETORES INDUSTRIAIS	2011-2014					2014-2017					2011-2017				
	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*
	ALOC	ESTR	ESPEC	ΔEI/EI <sub>0</sub>		ALOC	ESTR	ESPEC	ΔEI/EI <sub>0</sub>		ALOC	ESTR	ESPEC	ΔEI/EI <sub>0</sub>	
Indústria Extrativa e de Baixa Intensidade Tecnológica	0,04%	-0,16%	2,90%	2,78%	S4	1,01%	0,06%	1,73%	2,80%	S1	1,18%	-0,16%	4,67%	5,69%	S4
Indústrias extrativas	0,09%	0,03%	0,25%	0,36%	S1	-0,03%	-0,02%	0,63%	0,58%	S12	0,06%	0,06%	0,84%	0,96%	S1



Fabricação de produtos alimentícios	0,08%	0,02%	0,90%	0,99%	S1	0,83%	0,10%	0,62%	1,55%	S1	0,80%	0,27%	1,54%	2,61%	S1
Fabricação de bebidas	0,07%	0,00%	-0,04%	0,03%	S8	0,05%	0,00%	-0,04%	0,01%	S8	0,13%	-0,02%	-0,08%	0,04%	S8
Fabricação de produtos do fumo	-0,04%	-0,02%	0,23%	0,17%	S12	0,14%	0,01%	0,04%	0,20%	S1	0,06%	0,04%	0,28%	0,38%	S1
Fabricação de produtos têxteis	-0,05%	0,01%	-0,27%	-0,30%	S11	-0,01%	0,00%	0,02%	0,02%	S12	-0,06%	0,01%	-0,24%	-0,29%	S11
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,00%	0,00%	0,58%	0,59%	S1	-0,10%	-0,06%	0,96%	0,80%	S12	-0,06%	-0,10%	1,58%	1,42%	S12
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	-0,30%	-0,10%	0,86%	0,46%	S12	0,06%	0,01%	0,42%	0,48%	S1	-0,26%	-0,14%	1,35%	0,96%	S12
Fabricação de produtos de madeira	-0,01%	0,00%	-0,04%	-0,05%	S11	-0,01%	0,00%	-0,02%	-0,03%	S11	-0,02%	0,00%	-0,06%	-0,08%	S11
Fabricação de celulose e outras pastas	0,26%	-0,14%	-0,15%	-0,02%	S9	0,13%	0,00%	0,01%	0,14%	S1	0,55%	-0,28%	-0,14%	0,13%	S8
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	-0,08%	0,02%	-0,51%	-0,57%	S11	0,09%	-0,02%	-0,30%	-0,23%	S9	0,05%	-0,02%	-0,83%	-0,81%	S9
Impressão e reprodução de gravações	-0,04%	-0,02%	0,17%	0,11%	S12	-0,05%	0,02%	-0,19%	-0,22%	S11	-0,07%	0,01%	-0,06%	-0,12%	S11
Fabricação de móveis	0,03%	0,03%	0,59%	0,66%	S1	-0,08%	0,03%	-0,48%	-0,53%	S11	-0,01%	0,00%	0,11%	0,10%	S6
Outros produtos diversos	0,02%	0,02%	0,31%	0,35%	S1	-0,02%	0,00%	0,06%	0,04%	S12	0,01%	0,01%	0,38%	0,39%	S1

Fonte: Elaboração dos autores a partir da metodologia de Fagerberg (2000) e dados do IBGE (2020)

#### 4.1.2 Indústria de média-baixa intensidade tecnológica

A indústria de média-baixa intensidade tecnológica apresentou o crescimento de 0,17% na taxa de esforço inovativo em 2011-2017, caracterizando-se pela combinação S6, onde os efeitos estrutural e especialização são positivos e mais que compensam o efeito alocação negativo. Quanto aos setores industriais, cinco deles são dinâmicos, sendo três categorizados como S1 e dois como S12. A taxa de crescimento foi negativa em apenas três setores, sendo os de “Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição” e “Produtos siderúrgicos” classificados como S11 e o de “Refino de petróleo” como S13.

Em relação aos períodos intermediários, a indústria de média-baixa intensidade tecnológica não foi dinâmica no período 2011-2014, caracterizando-se como S11. Já no período de 2014-2017 houve um crescimento de 1,33% na taxa de esforço inovativo, onde o efeito especialização positivo (2,35%) mais do que compensou os efeitos alocação e estrutural negativos. O único setor classificado como S1 nos dois períodos intermediários foi o de “Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)”, ou seja, apresentou todos os efeitos positivos e crescimento contínuo. Já o setor de “Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição” foi o único classificado como não-dinâmico nos dois períodos, sendo caracterizado pela combinação S11 em ambos.

É curioso observar que o comportamento do esforço inovativo da indústria de média-baixa intensidade tecnológica apresentou uma dinâmica contrária à economia brasileira: o segmento não foi dinâmico em 2011-2014 quando a economia brasileira estava crescendo, mas foi considerado dinâmico no período de crise em 2014-2017. Desse modo, o segmento de média-baixa intensidade tecnológica apresentou um comportamento levemente positivo no período global devido à recuperação no esforço inovativo em 2014-2017 que superou o decréscimo apresentado no período 2011-2014.

**Tabela 3: Resultados da decomposição da taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D para a indústria de média-baixa intensidade tecnológica, para os períodos de 2011-2014, 2014-2017 e 2011-2017.**

SETORES INDUSTRIAIS	2011-2014					S*	2014-2017					S*	2011-2017					S*
	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*		Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*		Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*	
	ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$			ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$			ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$		
<b>Indústria de Média-Baixa Intensidade Tecnológica</b>	<b>-0,21%</b>	<b>0,15%</b>	<b>-1,16%</b>	<b>-1,22%</b>	<b>S11</b>	<b>-0,75%</b>	<b>-0,27%</b>	<b>2,35%</b>	<b>1,33%</b>	<b>S12</b>	<b>-1,11%</b>	<b>0,08%</b>	<b>1,20%</b>	<b>0,17%</b>	<b>S6</b>			
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	0,06%	0,03%	0,08%	0,17%	S1	0,01%	0,01%	0,24%	0,25%	S1	0,06%	0,11%	0,26%	0,43%	S1			
Refino de petróleo	-0,09%	-0,01%	0,18%	0,08%	S12	-0,14%	0,00%	-0,08%	-0,21%	S11	-0,23%	-0,01%	0,09%	-0,14%	S13			
Fabricação de artigos de borracha e plástico	0,06%	-0,01%	-0,49%	-0,44%	S9	-0,05%	-0,01%	0,74%	0,68%	S12	0,00%	0,00%	0,27%	0,27%	S1			

Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,04%	0,01%	0,37%	0,42%	S1	-0,15%	-0,12%	1,23%	0,96%	S12	-0,08%	-0,11%	1,61%	1,42%	S12
Produtos siderúrgicos	0,08%	-0,02%	-0,52%	-0,46%	S9	-0,08%	-0,03%	0,41%	0,30%	S12	-0,05%	0,00%	-0,11%	-0,15%	S11
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	-0,17%	0,13%	-1,77%	-1,81%	S11	-0,03%	0,01%	-0,13%	-0,15%	S11	-0,29%	0,24%	-1,92%	-1,97%	S11
Fabricação de produtos de metal	-0,19%	-0,01%	0,17%	-0,03%	S13	-0,36%	-0,08%	0,61%	0,16%	S12	-0,55%	-0,16%	0,85%	0,14%	S12
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,01%	0,03%	0,81%	0,85%	S1	0,06%	-0,04%	-0,67%	-0,65%	S9	0,02%	0,01%	0,14%	0,17%	S1

Fonte: Elaboração dos autores a partir da metodologia de Fagerberg (2000) e dados do IBGE (2020)

### 4.1.3 Indústria de média-alta intensidade tecnológica

A Tabela 4 informa que a indústria de média-alta intensidade tecnológica foi não-dinâmica em termos de esforço para inovar durante o período de 2011-2017, sendo caracterizado pela combinação S11, onde o efeito estrutural positivo não contrabalançou os efeitos alocação e especialização negativos. Houve uma grande divisão nos períodos intermediários, enquanto o período de 2011-2014 foi positivo (5,90%), o de 2014-2017 foi negativo (-8,64%). Assim, o esforço inovativo do segmento acompanhou a situação da economia brasileira, que ainda crescia entre 2011-2014, mas apresentou retração entre 2014-2017.

O setor que apresentou maior queda global na taxa de esforço inovativo (-3,63%) entre 2011-2017 foi o de “Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus”, com o efeito especialização (-3,24%) impactando fortemente no resultado do setor. O setor de “Fabricação de peças e acessórios para veículos” também foi considerado não dinâmico (-1,68%), assim a importante cadeia produtiva do setor automobilístico pode ter enfraquecido sua capacidade inovativa, o que pode ter prejudicado sua competitividade.

Do total de dezessete setores classificados como de média-alta intensidade tecnológica, apenas dois que apresentaram crescimento contínuo, ou seja, foram dinâmicos em termos de esforço inovativo tanto em 2011-2014 quanto em 2014-2017: “Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos” e “Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos”. Já os setores de “Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos” e “Outras máquinas e equipamentos” foram não-dinâmicos em ambos os períodos, demonstrando diminuição do esforço inovativo mesmo antes da crise econômica.

Desse modo, o segmento de média-alta intensidade tecnológica foi bastante impactado pela crise brasileira, revertendo a trajetória de crescimento da taxa de esforço inovativo durante o período recessivo de 2014-2017. Assim, a crise brasileira parece ter impactado a capacidade de inovar do segmento, o que pode colaborar para a especialização brasileira em setores com baixo conteúdo tecnológico.

**Tabela 4: Resultados da decomposição da taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D para a indústria de média-alta intensidade tecnológica, para os períodos de 2011-2014, 2014-2017 e 2011-2017.**

SETORES INDUSTRIAIS	2011-2014					2014-2017					2011-2017				
	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*
	ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$		ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$		ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$	
<b>Indústria de Média-Alta Intensidade Tecnológica</b>	<b>0,77%</b>	<b>-0,33%</b>	<b>5,46%</b>	<b>5,90%</b>	<b>S4</b>	<b>-3,09%</b>	<b>-0,19%</b>	<b>-5,36%</b>	<b>-8,64%</b>	<b>S14</b>	<b>-2,80%</b>	<b>0,47%</b>	<b>-0,77%</b>	<b>-3,10%</b>	<b>S11</b>
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	-0,05%	0,01%	-0,52%	-0,55%	S11	0,21%	0,12%	0,66%	0,99%	S1	0,26%	0,03%	0,19%	0,48%	S11
Fabricação de produtos químicos orgânicos	0,10%	0,01%	0,18%	0,29%	S1	-0,29%	0,00%	0,02%	-0,27%	S13	-0,17%	-0,03%	0,20%	0,00%	S12
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	0,43%	0,21%	0,92%	1,55%	S1	0,51%	-0,14%	-0,92%	-0,55%	S9	0,79%	0,06%	0,14%	0,98%	S1
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	0,28%	0,02%	0,19%	0,49%	S1	0,27%	-0,07%	-0,93%	-0,72%	S9	0,55%	-0,12%	-0,70%	-0,26%	S9
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	-0,34%	-0,21%	1,67%	1,11%	S12	0,28%	0,06%	0,71%	1,05%	S1	-0,16%	-0,15%	2,51%	2,20%	S12
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	-0,18%	-0,12%	2,13%	1,83%	S12	-0,25%	0,03%	-0,63%	-0,85%	S11	-0,34%	-0,15%	1,43%	0,95%	S12
Fabricação de eletrodomésticos	-0,03%	-0,01%	0,32%	0,28%	S12	-0,10%	0,01%	-0,19%	-0,28%	S11	-0,11%	-0,01%	0,12%	-0,01%	S13

Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos	-0,12%	0,01%	-0,09%	-0,21%	S11	-0,22%	0,06%	-0,38%	-0,55%	S11	-0,36%	0,11%	-0,52%	-0,78%	S11
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	-0,03%	-0,01%	0,33%	0,28%	S12	-0,10%	-0,01%	0,08%	-0,03%	S13	-0,11%	-0,05%	0,41%	0,25%	S12
Máquinas e equipamentos para agropecuária	0,21%	-0,07%	-0,73%	-0,59%	S9	0,14%	0,10%	1,17%	1,40%	S1	0,42%	0,07%	0,38%	0,87%	S1
Máquinas para extração e construção	-0,01%	0,00%	0,14%	0,12%	S12	-0,19%	0,09%	-0,46%	-0,56%	S11	-0,18%	0,08%	-0,35%	-0,46%	S11
Outras máquinas e equipamentos	-0,21%	0,07%	-2,16%	-2,31%	S11	-1,02%	0,06%	-0,25%	-1,21%	S11	-1,76%	0,63%	-2,44%	-3,57%	S11
Fabricação de automóveis, caminhonetes e utilitários, caminhões e ônibus	-0,06%	0,00%	0,46%	0,39%	S12	-0,49%	0,15%	-3,53%	-3,87%	S11	-0,55%	0,15%	-3,24%	-3,63%	S11
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e acondicionamento de motores	-0,01%	0,00%	0,17%	0,16%	S12	-0,31%	-0,09%	0,29%	-0,10%	S13	-0,28%	-0,14%	0,47%	0,05%	S12
Fabricação de peças e acessórios para veículos	-0,80%	-0,30%	2,14%	1,04%	S12	0,35%	-0,15%	-2,81%	-2,61%	S9	-0,53%	0,12%	-1,26%	-1,68%	S11
Fabricação de outros equipamentos de transporte	1,50%	0,07%	0,34%	1,91%	S1	-2,02%	-0,42%	1,75%	-0,69%	S13	-0,50%	-0,13%	1,83%	1,19%	S12
Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	0,10%	0,00%	0,00%	0,10%	S8	0,13%	0,01%	0,07%	0,21%	S1	0,23%	0,02%	0,06%	0,31%	S1

Fonte: Elaboração dos autores a partir da metodologia de Fagerberg (2000) e dados do IBGE (2020).

#### 4.1.4 Indústria de alta intensidade tecnológica

Em relação aos setores de alta intensidade tecnológica, conforme Tabela 5, o segmento foi considerado não-dinâmico (-2,62%) no período de 2011-2017, apresentando todos os três efeitos negativos, sendo caracterizado pela combinação S14. Quatro dos sete setores do segmento apresentaram a taxa de esforço inovativo negativa, sendo a menor de todas a do setor de “Fabricação de equipamentos de comunicação” (-2,38%) e a maior referente ao “Fabricação de produtos farmacêuticos” (0,91%).

Quanto aos períodos intermediários, o esforço inovativo do segmento em questão foi não-dinâmico no período de 2011-2014 (-3,35%) e dinâmico em 2014-2017 (0,71%), sendo no primeiro caracterizado pela combinação S11 e no segundo como S12. Destacam-se positivamente os setores de “Fabricação de produtos farmacêuticos” e “Fabricação de componentes eletrônicos” que apresentaram crescimento contínuo, ou seja, foram considerados dinâmicos tanto em 2011-2014 quanto em 2014-2017. Já o setor de “Fabricação de equipamentos de informática e periféricos” foi não dinâmico em ambos os períodos, sendo classificado como S11 em 2011-2014 e S13 em 2014-2017.

Assim, apesar da leve reversão entre 2014-2017, o esforço inovativo da indústria de alta intensidade tecnológica decresceu no período 2011-2017. Desse modo, reforça-se a trajetória especialização brasileira em setores com baixo conteúdo tecnológico, no sentido que no período em análise enquanto os dois segmentos de menor intensidade tecnológica da indústria brasileira foram considerados dinâmicos em termos de esforço inovativo, os dois de maior intensidade foram considerados não-dinâmicos.

**Tabela 5: Resultados da decomposição da taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D para a indústria de alta intensidade tecnológica, para os períodos de 2011-2014, 2014-2017 e 2011-2017.**

SETORES INDUSTRIAIS	2011-2014					2014-2017					2011-2017				
	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*	Resultados dos efeitos conforme Equação (6)				S*
	ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$		ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$		ALOC	ESTR	ESPEC	$\Delta EI/EI_0$	
<b>Indústrias de Alta Intensidade Tecnológica</b>	<b>-0,43%</b>	<b>0,09%</b>	<b>-3,01%</b>	<b>-3,35%</b>	<b>S11</b>	<b>-0,55%</b>	<b>-0,40%</b>	<b>1,66%</b>	<b>0,71%</b>	<b>S12</b>	<b>-0,81%</b>	<b>-0,79%</b>	<b>-1,02%</b>	<b>-2,62%</b>	<b>S14</b>
Fabricação de produtos farmacêuticos	0,00%	0,00%	-0,09%	-0,08%	S9	-0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	S12	-0,01%	0,01%	-0,08%	-0,08%	S11
Fabricação de produtos farmacêuticos	0,44%	-0,02%	-0,21%	0,22%	S8	0,35%	0,02%	0,29%	0,66%	S1	0,82%	0,01%	0,07%	0,91%	S1
Fabricação de componentes eletrônicos	-0,10%	-0,06%	0,33%	0,18%	S12	0,06%	0,01%	0,16%	0,23%	S1	-0,06%	-0,06%	0,53%	0,42%	S12
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	-0,44%	0,08%	-0,58%	-0,94%	S11	-0,83%	-0,33%	0,84%	-0,33%	S13	-1,50%	-0,21%	0,43%	-1,28%	S13
Fabricação de equipamentos de comunicação	-0,69%	0,26%	-2,38%	-2,81%	S11	-0,16%	-0,03%	0,60%	0,41%	S12	-0,96%	0,25%	-1,67%	-2,38%	S11
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	0,29%	-0,18%	-0,47%	-0,36%	S9	0,26%	-0,09%	-0,13%	0,04%	S8	1,02%	-0,77%	-0,57%	-0,32%	S9
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	0,05%	0,01%	0,38%	0,45%	S1	-0,22%	0,01%	-0,11%	-0,31%	S11	-0,12%	-0,02%	0,27%	0,12%	S12

Fonte: Elaboração dos autores a partir da metodologia de Fagerberg (2000) e dados do IBGE (2020).

## 4.2 Resultados Agregados e por intensidade tecnológica

A partir do detalhamento setorial apresentado na seção 4.1, a aglutinação dos setores industriais em taxonomias tecnológicas permite observar a contribuição de cada segmento para o desempenho da taxa de crescimento agregada do esforço inovativo, em termos de pessoal ocupado em P&D, cujo resultados são apresentados na forma da equação (6).

Conforme a Tabela 6, entre 2011 e 2017 houve um pequeno avanço no esforço inovativo da indústria brasileira, com um incremento de 0,14%. Se por um lado o efeito especialização contribuiu positivamente para a taxa de crescimento do esforço inovativo, por outro lado os efeitos alocação e estrutural colaboram negativamente, caracterizando, de acordo com o Quadro 1, a situação S13. É perceptível a diferença entre os dois períodos, enquanto o primeiro foi caracterizado por um significativo crescimento na taxa de esforço inovativo, o segundo apresentou uma redução também relevante.

**Tabela 6: Resultados da decomposição da taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D para a indústria brasileira, nos períodos de 2011-2014, 2014-2017 e 2011-2017.**

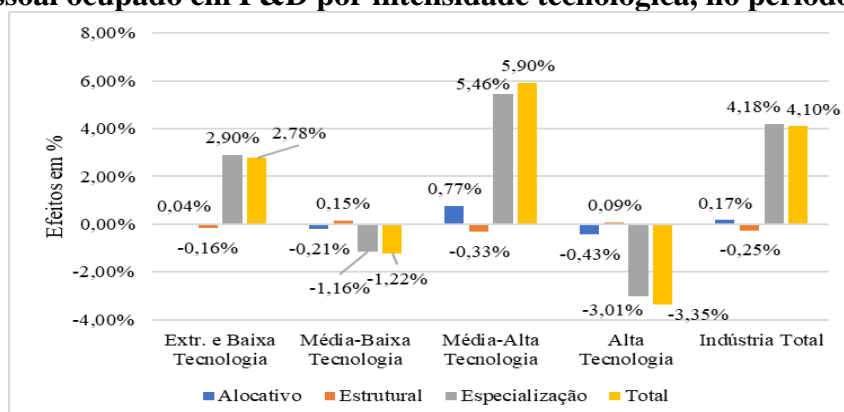
Efeitos	2011-2014	2014-2017	2011-2017
Alocação	0,17%	-3,38%	-3,55%
Estrutural	-0,25%	-0,80%	-0,40%
Especialização	4,18%	0,38%	4,08%
<b>Total</b>	<b>4,10%</b>	<b>-3,80%</b>	<b>0,14%</b>

Fonte: Elaboração dos autores a partir da metodologia de Fagerberg (2000) e dados do IBGE (2020).

A taxa de crescimento do esforço inovativo do período de 2011-2014 foi de 4,10%, com o efeito alocação e especialização positivos (combinação S4), sendo o efeito especialização com maior magnitude sobre o efeito total, no qual os setores de média-alta tecnologia e indústria extrativa e de baixa tecnologia apresentaram taxas positivas e significativamente relevantes para influenciar no comportamento agregado do efeito estrutural, tendo em vista que os setores de média-baixa e de alta tecnologia apresentaram efeito intra indústria negativos. Para este período intermediário, os resultados sugerem que a especialização em atividades de P&D da indústria de média-alta e da indústria extrativa e de baixa tecnologia foi importante para a dinâmica do esforço inovativo, a despeito dos setores de média-baixa tecnologia e da indústria de alta tecnologia, este último sendo o que mais contribuiu para a redução da magnitude do referido efeito.

O resultado agregado da indústria brasileira para o período de 2011-2014 teve uma pequena influência do efeito alocativo, conforme apresentado pelo Gráfico 1 abaixo, cujo comportamento em cada segmento foi semelhante ao descrito para o efeito especialização, porém com maior representatividade para os setores de média-alta tecnologia, revelando que neste período intermediário a mobilidade de mão de obra entre os setores da indústria ocorreu em direção aos setores de média-alta tecnologia, que inclusive, é o segmento que possui o maior contingente de mão de obra alocada em P&D.

**Gráfico 1: Decomposição dos efeitos relacionados à taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D por intensidade tecnológica, no período de 2011-2014.**



Fonte: Elaboração dos autores

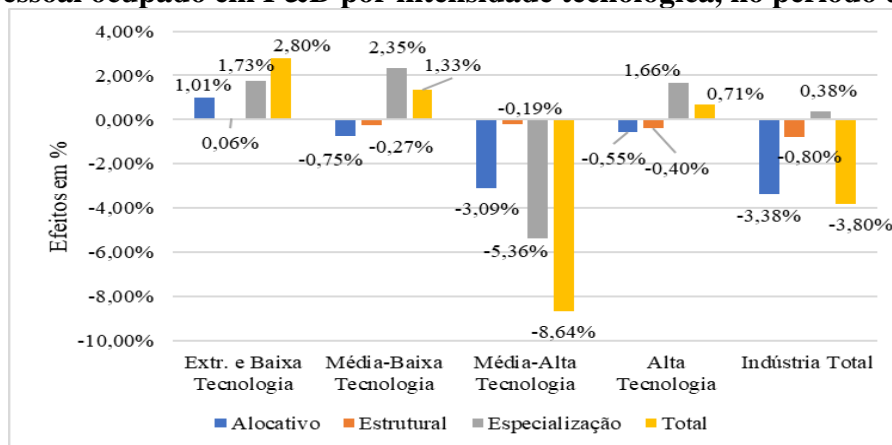
Quanto ao efeito estrutural, observa-se o valor negativo de -0,25%, mitigando o efeito agregado, que poderia ser maior do que verificado. Nesse efeito, apenas os setores de média-baixa e alta tecnologia apresentaram taxas positivas, indicando em termos gerais uma trajetória descendente do efeito interativo da variação do *share* do emprego industrial e da variação do esforço inovativo, indicando que setores industriais que elevam o esforço em P&D reduzem sua participação relativa no emprego industrial total.

Assim, observa-se que a elevação do esforço inovativo agregado na primeira metade do período analisado decorre principalmente do foco em setores produtivos que alocaram uma parcela relevante de pessoal nas atividades de P&D (efeito especialização), aliado à capacidade de alocar mão de obra de setores industriais com menor proporção de pessoal ocupado em P&D para aqueles que possuem elevado esforço inovativo (efeito alocação).

O período de 2014-2017 se encaixa na combinação S13, onde a taxa de crescimento do esforço inovativo agregado da indústria brasileira foi negativa, da ordem de -3,80%, sendo esta taxa influenciada pelos efeitos alocativo e estrutural, respectivamente. Quanto ao efeito alocativo, o único segmento que apresentou um valor positivo foi o de indústria extrativa e de baixa tecnologia, sendo que os demais segmentos apresentaram um comportamento inverso, com influência significativa da referida retração dos setores industriais de média-alta tecnologia, representando aproximadamente 91% do efeito alocativo do conjunto da indústria brasileira. O resultado indica que, neste período intermediário, a mobilidade da mão de obra da indústria estava direcionada para os segmentos industriais de baixo conteúdo tecnológico.

O comportamento do efeito estrutural segue a mesma tendência do efeito alocação, onde o setor extrativo e de baixa tecnologia apresentou um valor ligeiramente positivo, porém os resultados negativos dos demais segmentos industriais determinaram o comportamento agregado da indústria, onde o segmento de alta tecnologia contribuiu para 50% do efeito estrutural, conforme exposto pelo Gráfico 2.

**Gráfico 2: Decomposição dos efeitos relacionados à taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D por intensidade tecnológica, no período de 2014-2017.**



Fonte: Elaboração dos autores

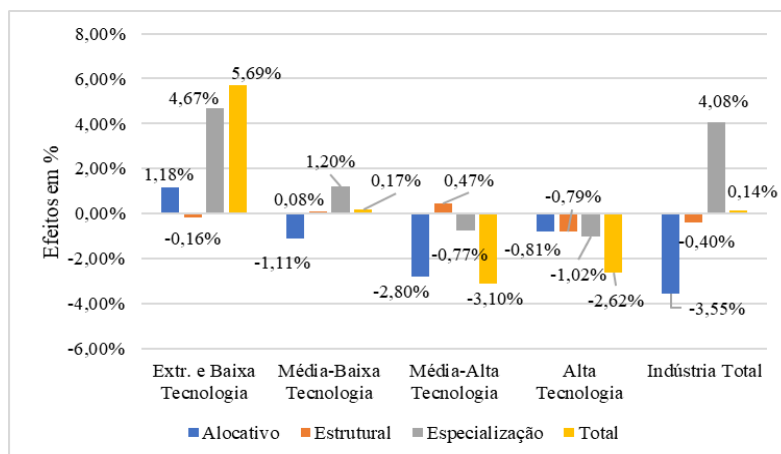
O comportamento do efeito especialização agregado da indústria foi impactado severamente pela forte queda verificada nos setores de média-alta tecnologia, pois, se desconsiderarmos o percentual encontrado para este, o efeito especialização para o conjunto da indústria seria 5,74%. Como o segmento de média-alta intensidade tecnológica possui a maior participação do pessoal ocupado nas atividades de P&D (IBGE, 2020), seu comportamento foi determinante para o valor baixo do efeito especialização.

Considerando o conjunto da indústria para o período de 2014-2017, a retração do esforço inovativo dos segmentos de média-alta tecnologia foi determinante para a retração do agregado, pois, se considerássemos apenas ela, a taxa de crescimento do esforço inovativo seria de -8,64%. Os setores extrativos e baixa e de média-baixa contribuíram de forma relevante para a mitigação desta retração, cuja taxa verificada em conjunto foi de 4,13%, além do setor de alta que apresentou uma taxa de 0,71%.

Para o período geral de 2011-2017, a taxa de crescimento agregado do esforço inovativo para a indústria de 0,14% pode ser explicada pelo efeito especialização, que mitigou os efeitos alocativo e estrutural negativos. O único segmento industrial que apresentou efeito alocativo positivo foi o segmento

extrativo e de baixa tecnologia, indicando que, em termos gerais, a migração de mão de obra de indústrias de elevada tecnologia para segmentos industriais com menos oportunidades de desenvolvimento tecnológico. Os setores que tiveram efeito de alocação negativos mais representativos foram os de média-baixa e média-alta tecnologia, conforme Gráfico 3 abaixo.

**Gráfico 3: Decomposição dos efeitos relacionados à taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D por intensidade tecnológica, no período de 2011-2017.**



Fonte: Elaboração dos autores

Em termos de efeito estrutural para o período de 2011-2017, os setores extrativos e baixa tecnologia (-0,16%) e, sobretudo, os setores de alta tecnologia (-0,79%), influenciaram no comportamento agregado do referido efeito, no qual foi mitigado pelos setores de média-baixa e média alta tecnologia. Quanto ao efeito especialização, verifica-se que o resultado verificado para o conjunto da indústria foi influenciado diretamente pelos setores extrativo e baixa e de média-baixa intensidade tecnológica, dada a trajetória inversa dos segmentos de média-alta e alta tecnologia. Desta forma, os setores extrativo e baixa e de média-baixa tecnologia foram os responsáveis pela ligeira elevação do esforço inovativo agregado da indústria brasileira. Para dar uma ideia deste comportamento, se os segmentos de média-alta e alta tecnologia apresentassem efeito nulo de variação do esforço inovativo, o resultado do conjunto da indústria seria de 5,86%.

Consolidando os resultados por intensidade tecnológica, percebe-se que a indústria extrativa e baixa e de média-baixa tecnologia influenciaram positivamente na taxa de crescimento do esforço inovativo agregado. No entanto, as trajetórias instáveis dos setores de média-alta e alta tecnologia - que resultaram na dinâmica negativa destes segmentos industriais - impactaram significativamente o comportamento agregado, sobretudo para o período de 2014-2017 e o período de 2011-2017, tendo em vista que estes segmentos em conjunto são responsáveis por mais da metade da mão de obra alocada em P&D da indústria (IBGE, 2020).

Desse modo, enquanto os demais segmentos industriais mantiveram ou elevaram o número de setores dinâmicos no período de 2014-2017 frente a 2011-2014, o segmento de média-alta intensidade tecnológica teve um aumento significativo de segmentos industriais não dinâmicos, como setores ligados à indústria química, máquinas e equipamentos para o setor de energia, mineração e construção civil, indústria automotiva e de demais veículos terrestres, de autopeças e aeroespacial. Como boa parte destes setores são ligados ao segmento de bens de capital, a retração econômica observada entre os anos de 2014 a 2017 (IBGE, 2020) pode ser considerada como um fator importante para este movimento, resultando em reduções de pessoal ocupado em P&D e pessoal ocupado nos setores de média-alta tecnologia.

A análise por segmento tecnológico reforça a evidência encontrada para a indústria como um todo em relação ao efeito alocativo do esforço inovativo, pois o *share* do emprego industrial do setor extrativo e de baixa intensidade tecnológica se elevou continuamente nos períodos analisados, contra a redução dos demais segmentos (IBGE, 2020). Ou seja, mesmo com a ocorrência de redução da mão de obra em todos

os segmentos industriais no período de 2014 a 2017, como a queda do setor extrativo e de baixa intensidade tecnológica foi menor que os demais, o resultado deste impacto foi justamente a ampliação do *share* do emprego industrial neste segmento.

Este impacto pode ser observado em termos de esforço inovativo, no qual se verifica a elevação do *share* da mão de obra ocupada em P&D em setores extrativos, de baixa e média-baixa intensidade tecnológica contra a redução dos setores de média-alta e alta intensidade tecnológica no período de análise. Mesmo que o esforço inovativo dos setores de média-alta e alta tecnologia sejam superiores à média da indústria brasileira, a evolução verificada nos segmentos da indústria extrativa, de baixa e média-baixa tecnologia reforça a tendência do direcionamento dos esforços inovadores, evidenciando que a tendência do esforço inovativo na indústria brasileira tem migrado de setores de elevado conteúdo tecnológico para setores de baixo conteúdo tecnológico.

Assim, a análise *Shift-Share* indica que a crise econômica do período 2015 a 2017 impactou o esforço inovativo com a redução do pessoal empregado em P&D, bem como os resultados encontrados para os períodos de 2011-2017. A recessão inverteu o sinal do efeito alocação, o que informa que a diminuição de pessoal empregado foi relativamente maior nos setores caracterizados por elevado esforço inovativo e de maior conteúdo tecnológico.

Neste sentido, o resultado encontrado para o efeito alocativo revela o movimento inverso ao esperado da alocação de mão de obra em 2014-2017, impactando de forma significativa no resultado encontrado para o período de 2011-2017. A indústria brasileira sofreu – e ainda sofre – com os impactos da crise econômica observada desde 2015, no qual o nível de ociosidade média da indústria foi de 23,04% (IPEADATA, 2020), com redução da atividade produtiva em 13,29% segundo dados da Pesquisa Industrial Mensal (PIM-IBGE) e redução de números de empresas industriais em 7,00% (IBGE, 2020), o que impactou diretamente na redução do número de empregos industriais, na ordem de 13,55% entre 2014 e 2017.

Outro ponto importante a destacar é o valor negativo do efeito estrutural em todos os períodos analisados. Este efeito reflete a capacidade de se alocar mão de obra em setores dinâmicos em esforço inovativo, isto é, setores cuja taxa de crescimento do esforço inovativo em termos de pessoal ocupado em P&D é superior à média da indústria. Os resultados revelam que, na verdade, os setores industriais dinâmicos em termos de esforço inovativo reduzem a sua participação no emprego industrial em relação ao conjunto do emprego da indústria, evidenciando que a mudança estrutural da indústria brasileira possui uma trajetória de especialização em setores que não são dinâmicos em termos de esforço inovativo.

O efeito estrutural negativo encontrado para o conjunto da indústria brasileira em termos de esforço inovativo reflete o padrão de especialização produtiva da indústria, direcionado para setores industriais cuja capacidade de espraiamento tecnológico e produtivo é limitada, que são relativamente maiores absorvedores de conteúdo tecnológico. É razoável intuir que a forma como o setor industrial brasileiro está se estruturando irá permear todas as condições relevantes das condições de inovar e, com o resultado encontrado para o efeito estrutural, podemos considerar que esta tendência da estrutura produtiva é prejudicial para o seu desenvolvimento, ocorrendo uma espécie de “*lock-in*”, o qual dificulta uma mudança estrutural benigna em termos de esforço inovativo de setores com baixo escopo tecnológico para setores com oportunidades de desenvolvimento tecnológicos ampla e diversificada.

Para o efeito especialização, verifica-se que os valores apresentados em todos os períodos foi positivo, sendo este efeito importante para mitigar os efeitos da crise econômica sobre o comportamento. O resultado deste efeito informa que uma parte dos setores industriais tem elevado a mão-de-obra dedicada às atividades de P&D, dado o nível de participação no emprego industrial, revelando o comprometimento de setores industriais com o processo inovativo. Cumpre destacar o comportamento deste efeito para a indústria extrativa e de baixa tecnologia, que apresentou em todos os períodos de análise do presente estudo um comportamento positivo e influenciando de forma significativa o comportamento agregado da indústria.

Este resultado revela que o esforço inovativo da indústria brasileira em termos de pessoal ocupado tem se especializado em segmentos de baixo conteúdo tecnológico e com baixa capacidade de transbordamentos interindustriais. A questão a ser considerada não é a especialização *per se* deste segmento nas atividades de P&D em busca de novas oportunidades e conformações de capacidades absorptivas e dinâmicas para auxiliar nas estratégias competitivas em seus mercados de atuação, mas é a sua

proeminência em um processo de substituição, dada a retração do esforço inovativo nas atividades de média-alta e alta intensidade tecnológica.

Este ponto, juntamente com os demais resultados, reforça que a atividade inovativa no Brasil tem acompanhado, em boa medida, o movimento de “descida da escada tecnológica” da indústria brasileira (Gala; Roncaglia, 2019), bem como seu esgarçamento produtivo, sobretudo nos segmentos de elevado conteúdo tecnológico (Morceiro; Guilhoto, 2020). Considerando a bibliografia dedicada aos estudos sobre o processo de desindustrialização no Brasil, em conjunto com os resultados apresentados neste trabalho sobre a evolução do esforço inovativo para o período de 2011 a 2017, sugere a existência de um ciclo vicioso entre a regressão produtiva da indústria para atividades de menor conteúdo tecnológico e a alocação do esforço inovativo, mensurado em termos de pessoal ocupado em P&D, entre estas atividades.

Considerando que o processo de reestruturação produtiva em um ambiente global, seja este ligados a fatores que impulsionam a realocação espacial da atividade industrial ou na priorização de atividades industriais consideradas estratégicas para cada economia, se mostra cada vez mais aliado a questões relacionadas com as transformações produtivas e tecnológicas ligadas à indústria 4.0 (Gomes, 2020), o debate sobre a importância da atividade industrial para os países tem se tornado cada vez mais intenso, sobretudo considerando a importância de se estar em uma posição favorável no contexto do comércio internacional. Estas questões passam obrigatoriamente sobre as estratégias de desenvolvimento que cada país tem adotado e que a importância da capacidade inovativa dos segmentos industriais são cada vez mais relevantes, se observarmos as políticas industriais e estratégias de desenvolvimento que têm sido adotadas por países como EUA, Alemanha, Coreia do Sul, China, (IEDI, 2018, 2019).

Observando os resultados deste trabalho, bem como as condições atuais da indústria brasileira, um primeiro ponto a destacar é que, durante a formulação de políticas públicas, não se deve desconsiderar a relação viciosa entre o direcionamento do esforço inovativo para atividades de baixo conteúdo tecnológico e a regressão produtiva da indústria para camadas de baixa tecnologia e extrativa, sendo importante fomentar a criação de capacidades absorptivas e dinâmicas em setores mais avançados tecnologicamente para fortalecimento de condições competitivas no mercado internacional.

O segundo ponto é que as políticas industriais ou políticas de incentivo à inovação podem ser focalizadas nas atividades de média-alta e alta tecnologia, tendo em vista que os resultados sugerem também uma condição mercadológica mais favorável aos setores de menos conteúdo tecnológico a alocar pessoal ocupado para atividades de P&D. Assim, uma diretriz interessante é o planejamento da mudança estrutural de setores de baixo conteúdo tecnológico para elevado conteúdo tecnológico, pois mais da metade do pessoal ocupado da indústria está nos segmentos extrativos e de baixa intensidade tecnológica.

Por último, o desenvolvimento de novos setores industriais ou de outros setores considerados estratégicos podem partir de setores da indústria extrativa e baixa e de média baixa tecnologia, as quais o país possui condições competitivas e excedentes econômicos favoráveis, de forma a pavimentar o caminho para construção e fortalecimento de setores de elevado conteúdo tecnológico relacionados.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A economia brasileira apresenta um quadro de desindustrialização prematura e perda de densidade industrial relativa em segmentos de alta tecnologia. Diante desse contexto adverso, é relevante reconhecer a importância do esforço inovativo para a competitividade industrial e perceber que os segmentos com elevado conteúdo tecnológico são fundamentais para alavancar o processo de desenvolvimento. Assim, o objetivo do trabalho foi verificar como os diferentes segmentos tecnológicos da indústria brasileira se comportaram em termos de esforço inovativo durante o período de 2011 a 2017.

Utilizou-se o método *shift-share*, identificando os principais determinantes da evolução da taxa de crescimento do esforço inovativo, que foi mensurado pela participação do pessoal ocupado nas atividades de P&D em relação ao pessoal ocupado total. Os dados de pessoal ocupado em P&D e pessoal ocupado total foram extraídos da PINTEC dos anos de 2011, 2014 e 2017. A metodologia *shift-share* adotada foi a proposta por Fagerberg (2000), decompondo a taxa de crescimento ou variação do esforço inovativo nos efeitos alocativo (estático), estrutural e especialização (intrasetorial).

Os resultados indicam que entre 2011 e 2017 houve um pequeno incremento de 0,14% taxa de crescimento do esforço inovativo. Enquanto o efeito especialização contribuiu positivamente para o



crescimento do esforço inovativo, os efeitos alocação e estrutural colaboram negativamente. Existe uma diferença significativa entre os dois períodos intermediários, se por um lado o período de 2011 a 2014 foi caracterizado pelo aumento do esforço inovativo, por outro no de 2014 a 2017 tal esforço foi reduzido.

A análise dos diferentes segmentos industriais robustece a hipótese de trajetória especialização brasileira em setores com baixo conteúdo tecnológico, pois enquanto os segmentos da indústria extrativa, de baixa e média-baixa intensidade tecnológica foram dinâmicos em termos de esforço inovativo durante período, os de média-alta e alta foram não-dinâmicos.

Quanto à decomposição da taxa de esforço inovativo, a inversão do sinal do efeito alocação entre 2014-2017 nos informa que durante a crise econômica a redução do pessoal empregado em P&D foi relativamente maior nos setores caracterizados por elevado esforço inovativo e de maior conteúdo tecnológico. Quanto ao efeito estrutural, ele foi negativo em todos os períodos analisados. Esse resultado demonstra que os setores industriais dinâmicos em termos de esforço inovativo reduziram a sua participação relativa no emprego industrial, indicando que a indústria brasileira possui uma direção de especialização em setores que não são dinâmicos em termos de esforço inovativo e cuja capacidade de espraiamento do conhecimento tecnológico e produtivo é limitada.

Já o efeito especialização foi importante para mitigar os efeitos da crise econômica sobre o comportamento do esforço inovativo, sendo positivo em todos os períodos. Esse resultado reflete o comprometimento de setores industriais com o processo inovativo, no sentido que determinados setores industriais têm elevado a mão-de-obra dedicada às atividades de P&D, dado o nível de participação no emprego industrial. O segmento extrativo e baixa tecnologia apresentou altos valores de efeito especialização impactando de forma significativa o comportamento agregado da indústria, o que revela que o esforço inovativo da indústria brasileira tem sido mais intenso em segmentos de baixo conteúdo tecnológico e com baixa capacidade de transbordamentos interindustriais. Por gerar uma grande quantidade de empregos, é desejável que o segmento de baixa tecnologia aumente seus esforços inovativos e mantenha a competitividade, entretanto é preocupante a proeminência em um processo de substituição ao invés da ocorrência de um efeito complementar.

A caracterização dos segmentos de elevada intensidade tecnológica como não-dinâmicos em termos de esforço inovativo indica a entrada do país em um ciclo vicioso, pois quanto menor a capacidade inovativa, menor é a competitividade das atividades de maior conteúdo tecnológico, o que diminui a capacidade desses segmentos em investir em inovação e favorece a regressão produtiva. Desse modo, os resultados encontrados podem reforçar a hipótese de “descida da escada tecnológica” da indústria brasileira (Gala; Roncaglia, 2019). Assim, existe a necessidade de políticas públicas para reverter a perda de dinamismo no esforço inovativo dos segmentos de elevado conteúdo tecnológico.

## 6. REFERÊNCIAS

ALDIERI, Luigi; SENA, Vania; VINCI, Concetto Paolo. Domestic R&D spillovers and absorptive capacity: Some evidence for US, Europe and Japan. **International Journal of Production Economics**, v. 198, p. 38-49, 2018.

APRILIYANTI, Indri Dwi; ALON, Ilan. Bibliometric analysis of absorptive capacity. **International Business Review**, v. 26, n. 5, p. 896-907, 2017.

ARAÚJO, Bruno César Pino Oliveira de; CAVALCANTE, Luiz Ricardo; ALVES, Patrick Franco. Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). 2009.

ARCELUS, Francisco J. An extension of shift-share analysis. **Growth and change**, v. 15, n. 1, p. 3-8, 1984.

BALLESTA, José Antonio; ATENCIO, Alexander Alfonso. De la desindustrialización madura a la desindustrialización prematura: la dinámica e inflexión del debate teórico. **Investigación económica**, v. 77, n. 303, p. 130-160, 2018.

- CALZOLAIO, Aziz Eduardo. Política de inovação da década de 2000: produtividade e inovação. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 14, n. 25, p. 149-175, 2019.
- CANTWELL, John. Innovation and competitiveness. **The Oxford handbook of innovation**, p. 543-567, 2005.
- CARVALHEIRO, Nelson. Uma decomposição do aumento da produtividade do trabalho no Brasil durante os anos 90. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 7, n. 1, p. 81-109, 2003.
- CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.
- COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative science quarterly**, p. 128-152, 1990.
- DE NEGRI, F. et al. *Redução drástica na inovação e no investimento em P&D no Brasil: o que dizem os indicadores da pesquisa de inovação 2017*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2020 (Nota Técnica Diset nº 60).
- DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L (1990). **The Economics of Technical Change and International Trade**, 1990.
- DUNN JR, Edgar S. A statistical and analytical technique for regional analysis. **Papers in Regional Science**, v. 6, n. 1, p. 97-112, 1960.
- ESTEBAN-MARQUILLAS, Joan Maria. Shift-and share analysis revisited. **Regional and Urban Economics**, v. 2, p. 249-261, 1972.
- FAGERBERG, Jan. Innovation policy: Rationales, lessons and challenges. **Journal of Economic Surveys**, v. 31, n. 2, p. 497-512, 2016.
- FAGERBERG, Jan. Technological progress, structural change and productivity growth: a comparative study. **Structural change and economic dynamics**, v. 11, n. 4, p. 393-411, 2000.
- FAGERBERG, Jan; SRHOLEC, Martin; KNELL, Mark. The competitiveness of nations: Why some countries prosper while others fall behind. **World development**, v. 35, n. 10, p. 1595-1620, 2007.
- GALA, Paulo; CARVALHO, André Roncaglia. Brasil, uma sociedade que não aprende: novas perspectivas para discutir ciência, tecnologia e inovação. **Cadernos de Campo: Revista de Ciências Sociais**, n. 27, 2019.
- GALEANO, Edileuza Aparecida Vital; WANDERLEY, Lívio Andrade. Produtividade industrial do trabalho e intensidade tecnológica nas regiões do Brasil: Uma análise regional e setorial para o período 1996-2007. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 40, 2013.
- GALEANO, Edileuza Vital; CARVALHO, Amilcar José. Produtividade e heterogeneidade na estrutura produtiva da indústria de transformação no Brasil. **Textos de Economia**, v. 22, n. 2, p. 1-23, 2019.
- GOMES, Maria Terezinha Serafim. A indústria de transformação no Brasil: o debate da desindustrialização e os desafios da indústria 4.0. **ENTRE-LUGAR**, v. 11, n. 22, p. 139-168, 2020.
- HAGEDOORN, John; CLOODT, Myriam. Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators?. **Research policy**, v. 32, n. 8, p. 1365-1379, 2003.
- HARAGUCHI, Nobuya; CHENG, Charles Fang Chin; SMEETS, Eveline. The importance of manufacturing in economic development: Has this changed?. **World Development**, v. 93, p. 293-315, 2017.

- HARTMANN, Dominik et al. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. **World Development**, v. 93, p. 75-93, 2017.
- HIRSCHMAN, Albert O. **The strategy of economic development**. 1958.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa de Inovação Tecnológica. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 set. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Industrial Mensal - PIM. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 set. 2020.
- INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). *Estratégias Nacionais para a Indústria 4.0*. 2018. Disponível em: [https://iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_860.html](https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_860.html). Acesso em: 30 set. 2020.
- INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). *Novos princípios da estratégia industrial alemã*. 2019. Disponível em: [https://www.iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_914.html](https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_914.html). Acesso em: 30 set. 2020.
- IPEADATA – Base de dados do IPEA. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx> . Acesso em: 30 set. de 2020.
- KALDOR, Nicholas. **Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom: an inaugural lecture**. Cambridge University Press, 1966.
- KIVEU, Mary Nafula; NAMUSONGE, Mary; MUATHE, Stephen. Effect of innovation on firm competitiveness: the case of manufacturing SMEs in Nairobi County, Kenya. **International Journal of Business Innovation and Research**, v. 18, n. 3, p. 307-327, 2019.
- KOELLER, Priscila. Investimentos federais em pesquisa e desenvolvimento: estimativas para o período 2000-2020. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2020 (Nota Técnica Diset nº 56).
- LAZONICK, William. The innovative firm. In: **The Oxford handbook of innovation**. 2005.
- LEHNERT, Patrick; PFISTER, Curdin; BACKES-GELLNER, Uschi. Employment of R&D personnel after an educational supply shock: Effects of the introduction of Universities of Applied Sciences in Switzerland. **Labour Economics**, v. 66, p. 101883, 2020.
- MAIA, Bento Antunes de Andrade. Há desindustrialização no Brasil? Um estudo da abordagem clássica e de análises alternativas entre 1998 e 2014. **Economia e Sociedade**, v. 29, n. 2, p. 549-579, 2020.
- MARCONI, Nelson; ROCHA, Marcos. Taxa de câmbio, comércio exterior e desindustrialização precoce: o caso brasileiro. **Economia e Sociedade**, v. 21, n. spe, p. 853-888, 2012.
- MATRICANO, Diego. The effect of R&D investments, highly skilled employees, and patents on the performance of Italian innovative startups. **Technology Analysis & Strategic Management**, p. 1-14, 2020.
- MELO, Michele Cristina Silva; RUIZ, Ana Urraca. Mudança estrutural e co-evolução das estruturas produtiva, comercial e tecnológica no Brasil. **Revista Brasileira de Economia de Empresas**, v. 15, n. 1, 2015.
- MORCEIRO, Paulo César; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Adensamento produtivo e esgarçamento do tecido industrial brasileiro. **Economia e Sociedade**, v. 29, n. 3, p. 835-860, 2020.
- NASSIF, André; BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos; FEIJO, Carmem. The case for reindustrialisation in developing countries: towards the connection between the macroeconomic regime and the industrial policy in Brazil. **Cambridge Journal of Economics**, v. 42, n. 2, p. 355-381, 2018.

- NIETO, Mariano; QUEVEDO, Pilar. Absorptive capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort. **Technovation**, v. 25, n. 10, p. 1141-1157, 2005.
- OLIVEIRA, Bruno Ferreira de. **A Dinâmica Inovativa como um dos determinantes do processo de Desindustrialização: Um estudo empírico para países selecionados no período de 1995-2016**. Dissertação de Mestrado. Universidade Cândido Mendes. 2019.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. A Agenda 2030. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 30 jun. de 2019.
- PEREIRA, Adriano José; DATHEIN, Ricardo. Processo de aprendizado, acumulação de conhecimento e sistemas de inovação: a “co-evolução das tecnologias físicas e sociais” como fonte de desenvolvimento econômico. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, n. 1, p. 137-166, 2012.
- PREBISCH, Raúl. El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. **El trimestre económico**, v. 16, n. 63 (3), p. 347-431, 1949.
- ROCHA, Frederico. Produtividade do trabalho e mudança estrutural nas indústrias brasileiras extrativa e de transformação, 1970-2001. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 27, n. 2, p. 221-241, 2007.
- RODRIK, Dani. Premature deindustrialization. **Journal of economic growth**, v. 21, n. 1, p. 1-33, 2016.
- SCHUMPETER, J. Teoria do desenvolvimento econômico: Uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e ciclo econômico. nova cultural. 1985.
- SIMÕES, Rodrigo. Métodos de análise regional e urbana: diagnóstico aplicado ao planejamento. **Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG**, 2005.
- SOUSA, Rodrigo Abdalla Filgueiras de; NASCIMENTO, Paulo A. Meyer M. Ocupações técnico-científicas no setor de telecomunicações: considerações sobre sua intensidade e sobre a oferta de mão de obra qualificada. 2011.
- SZIRMAI, Adam; VERSPAGEN, Bart. Manufacturing and economic growth in developing countries, 1950–2005. **Structural change and economic dynamics**, v. 34, p. 46-59, 2015.
- TAQUES, Fernando Henrique et al. Indicators used to measure service innovation and manufacturing innovation. **Journal of Innovation & Knowledge**, 2020.
- TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic management journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.
- TIMMER, Marcel P.; SZIRMAI, Adam. Productivity growth in Asian manufacturing: the structural bonus hypothesis examined. **Structural change and economic dynamics**, v. 11, n. 4, p. 371-392, 2000.
- TREGENNA, F.; ANDREONI, A. Deindustrialisation Reconsidered: Structural Shifts and Sectoral Heterogeneity. **UCL Institute for Innovation and Public Purpose (working paper)**, 2020.
- WANDERLEY, Livio Andrade. Produtividade da indústria alagoana no Nordeste, indutores de crescimento e competitividade setorial das mesorregiões de Alagoas: 2000-2014, 2018.
- YILDIZ, H. Emre et al. Individual and contextual determinants of innovation performance: A micro-foundations perspective. **Technovation**, p. 102130, 2020.
- YU, Sui-Hua. Social capital, absorptive capability, and firm innovation. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 7, p. 1261-1270, 2013.