

Insper

MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

RODRIGO ALVES DE PAIVA

**O PAPEL DA INOVAÇÃO NO DESEMPENHO DA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA**

São Paulo

2023

Rodrigo Alves De Paiva

O papel da inovação no desempenho da indústria de transformação brasileira

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional em Administração como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Adriana Bruscato Bortoluzzo

Co-Orientador: André Luís de Castro Moura Duarte

São Paulo

2023

Paiva, Rodrigo Alves.

O papel da inovação no desempenho da indústria de transformação brasileira

Rodrigo Alves de Paiva – São Paulo, 2023
x 47.

Mestrado – Insper, 2023

Orientador: Adriana Bruscato Bortoluzzo

Co-orientador: André Luís de Castro Moura Duarte

1. Inovação. 2. Indústria de Transformação. 3. Tecnologia 4. Desempenho setorial. I. Rodrigo Alves de Paiva. II. O papel da inovação no desempenho da indústria de transformação brasileira

RODRIGO ALVES DE PAIVA

**O PAPEL DA INOVAÇÃO NO DESEMPENHO DA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA**

Dissertação apresentado ao programa de Mestrado
Profissional em Administração como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Adriana Bruscato Bortoluzzo

Co-Orientador: André Luís De Castro Moura Duarte

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Adriana Bruscato Bortoluzzo
Insper

Prof.^a Dr. André Luís de Castro Moura Duarte
Insper

Prof.^a Dr.^a Juliana Inhasz
Insper

Prof. Dr. João Vinícius de França Carvalho
USP - Universidade de São Paulo

Agradecimentos

À minha esposa Ana Beatriz pela paciência, à família pelo incentivo, aos colegas pela força ao longo da caminhada, aos professores pelo exemplo.

Resumo

A indústria de transformação é um dos principais motores da geração de valor na economia brasileira e concentra a maior parte dos investimentos empresariais em pesquisa e desenvolvimento no país. A literatura aponta a inovação como a principal força motriz do desenvolvimento econômico de uma nação e como um dos principais impulsionadores do desempenho das empresas, entretanto, até o presente momento, poucos são os estudos aplicados ao setor da indústria de transformação brasileira que se propõem a analisar se os esforços das atividades inovadoras de fato resultaram em aumento de valor agregado para este segmento. Este estudo tem o objetivo de analisar se existem evidências de que a inovação impacta positivamente no desempenho do segmento, avaliar se a inovação é a principal força motriz do desempenho do setor (quando comparado aos fatores de produção). Utilizamos metadados de séries temporais (de 2008 a 2020) dos 24 setores para construir um modelo econométrico. A regressão com painel dinâmico permite afirmar que existem evidências de que a inovação tem um papel relevante no desempenho dos setores da indústria de transformação. Por outro lado, esta não pode ser considerada a principal força motriz do desempenho neste segmento.

Palavras-chave: Inovação, Indústria de Transformação, Tecnologia, Desempenho setorial

Abstract

The manufacturing industry is one of the main drivers of value creation in the Brazilian economy and concentrates most of the business investments in research and development in the country. The literature points to innovation as the main driving force of a nation's economic development and as one of the main drivers of business performance, however, to date, few studies applied to the Brazilian manufacturing sector have proposed to analyze whether the efforts of innovative activities have resulted in increased value-added for this segment. This study aims to analyze if the innovation positively impacts the performance of the segment, evaluate if innovation is the main driver of the sector's performance (when compared to the production factors). Time series metadata (2008 -2020) of the 24 sectors are used to build an econometric model. Using dynamic panel regression, we can state that there is evidence that innovation plays an relevant role in the performance of manufacturing sectors. On the other hand, it cannot be considered the main driver of performance in this segment.

Lista de Ilustrações e tabelas

TABELA 1: PERFIL SETORIAL DA INDÚSTRIA NO ANO DE REFERÊNCIA 2022.....	13
TABELA 2: RESUMO DE VARÁVEIS UTILIZADAS EM TRABALHOS ANTERIORES.....	22
TABELA 3: RESUMO DAS VARIÁVEIS.....	26
TABELA 4: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS CONTÍNUAS.....	28
TABELA 5: MATRIZ DE CORRELAÇÃO.....	29
TABELA 6: RESUMO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE ECONOMÉTRICA.....	30
TABELA 7: DESCRITIVA DOS GRUPOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO SEGMENTADOS CONFORME O GRAU DE INOVAÇÃO.....	32
TABELA 8: TABELA COMPARATIVA DE RESULTADOS ENTRE O GRUPO GERAL INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO E OS SEGMENTOS DE ALTA, MÉDIA-BAIXA INOVATIVIDADE.....	34
TABELA 9: COMPOSIÇÃO DO PIB.....	44
TABELA 10: ESTRUTURA DETALHADA DA CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS - CNAE 2.0	45
TABELA 11: ESTRUTURA DETALHADA CLUSTER C INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO.....	46
TABELA 12: SEGMENTAÇÃO DOS SETORES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO CONFORME SEU GRAU DE INOVATIVIDADE (ADAPTADO DE MARQUES ET. AL. (2022)).....	47

SUMÁRIO

1.	<i>INTRODUÇÃO</i>	10
2.	<i>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i>	17
2.1	Estudos seminais e a produtividade total dos fatores	17
2.2	O desempenho através da Inovação	18
2.3	Variáveis e aproximações utilizadas em estudos anteriores	21
3.	<i>METODOLOGIA</i>	24
3.1	Hipóteses e modelo econométrico	24
3.2	Dados e descrição das variáveis	25
4.	<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	28
4.1	Modelo econométrico	28
4.2	Validação do modelo para os subsetores da indústria de transformação	32
5.	<i>CONCLUSÃO</i>	37
	<i>REFERÊNCIAS</i>	39
	<i>ANEXOS</i>	44

1. INTRODUÇÃO

A indústria de transformação é um dos principais motores de geração de valor na economia brasileira (CNI, 2023; IPEA, 2023): em 2022, o setor foi responsável por 12,9% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, por 48,8% das exportações de bens e serviços, além de representar mais de 22% dos empregos formais no país (6,9 milhões de trabalhadores). Segundo a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO, 2023), este segmento representa 1,3% no PIB da indústria de transformação global, o que coloca o Brasil na posição 15 do ranking de maiores indústrias de transformação do mundo. A indústria de transformação concentra 62% dos investimentos empresariais em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no país, fabrica a maioria dos produtos consumidos no dia a dia pelas famílias e produz os insumos, máquinas e equipamentos que serão utilizados pela própria indústria e segmentos correlatos, como agricultura e serviços. As inovações desenvolvidas na indústria de transformação transbordam para os outros setores, o que fortalece o crescimento da economia e gera progresso tecnológico (STEINGRABER, 2009).

A literatura dos determinantes do crescimento das firmas, desenvolvida a partir dos trabalhos seminais de Solow (1930) e Schumpeter (1934), aponta a inovação como a principal força motriz do desenvolvimento econômico de uma nação (geração de bem-estar social através do crescimento econômico) e como um dos principais impulsionadores do desempenho das empresas (IPEA, 2020). Estudos relevantes no campo da produtividade confirmaram que, quanto mais inovadoras forem as empresas, maior será a probabilidade de alcançarem um desempenho financeiro mais elevado (SHOUYU, 2017).

Entretanto apesar da relevância da inovação no mecanismo de crescimento econômico, até o presente momento, poucos são os estudos aplicados ao setor da indústria de transformação brasileira que analisam especificamente se os esforços das atividades inovadoras de fato resultaram em aumento de valor agregado para este segmento.

Este estudo tem como o objetivo analisar se existem evidências de que a inovação impacta positivamente no desempenho do segmento de transformação brasileiro, avaliar a proposição de que a inovação é a principal força motriz do desempenho do setor (quando comparado aos efeitos dos fatores de produção capital, trabalho, materiais e ao efeito persistente da defasagem de tempo do próprio desempenho). De forma complementar o modelo será analisado para os subsegmentos da indústria de transformação considerados de alta, média-baixa inovatividade (segundo o trabalho de taxonomia do segmento proposto por Marques et al., 2022) de forma a permitir confirmar ou refutar os achados e discorrer sobre

características, assimetrias e heterogeneidades que levem a micro dinâmicas específicas e consequentemente, a resultados divergentes.

Existem diversas propostas de taxonomia que buscam agrupar os diferentes setores com base em características de sua estrutura produtiva, além de identificar as diferenças intersetoriais na forma de buscar, introduzir, utilizar e difundir inovações/esforços tecnológicos (PAVITT, 1984; MARQUES et. al, 2022). Além da taxonomia proposta por Pavitt (1984), a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2011) é também amplamente difundida nos estudos da economia da inovação.

Para tanto, utilizaremos dados setoriais (temporais e secundários) do IBGE, no período entre 2008 e 2020. A análise dos dados será realizada utilizando de painel dinâmico com o método de regressão de Arellano-Bond (1991), recomendado para estudos com poucos períodos de tempo e muitos indivíduos (ROODMAN, 2009); para analisar a dependência do efeito persistente ao longo dos anos, entender se o desempenho atual do setor é impactado pelo resultado dos períodos antecessores. A estimação será feita utilizando a variável dependente defasada como sendo uma variável explicativa do modelo (VIEIRA, 2013).

Os determinantes do desempenho (medido como valor agregado) analisados neste estudo são os fatores de produção (depreciação dos ativos industriais, quantidade de pessoal empregado no ramo específico de atividade, custos operacionais relacionados aos materiais e insumos) e a inovação (dispêndio total com atividades de inovação), para os 24 ramos de atividade que compõem o setor da indústria de transformação. Em relação ao tamanho da amostra para construção do modelo, algumas informações não estão disponíveis para alguns períodos (painel desbalanceado), haja visto que o IBGE realiza medições anuais para os resultados da indústria, porém divulga os resultados da pesquisa de inovação apenas trienalmente, o que resulta em total de 96 observações (períodos de tempo: 2008, 2011, 2014, 2017).

A contribuição deste trabalho se dá tanto para a prática quanto para a academia pois compreender a relação entre inovação e desempenho das empresas é relevante para pesquisadores, formuladores de políticas públicas e gerentes de empresas grandes e pequenas. Os resultados podem ser utilizados para customização de estratégias para cada um dos ramos de atividade do segmento de transformação, ou seja, pode suscitar elementos que permitam que os Principais¹ possam decidir por investir (ou não) em inovação ou apenas em maximizar

¹ Referente à Teoria das firmas, Agente e principal: Em geral, um problema Principal-Agente caracteriza-se por um Principal induzindo (através de um contrato) um Agente a realizar certas ações. O Principal quer escolher uma função que maximize sua utilidade, sujeita às restrições impostas pelo

o desempenho através da melhor combinação de recursos de produção. Agentes¹ e pesquisadores podem também direcionar seus esforços e conhecimento para as atividades que comprovadamente impactem no desenvolvimento das firmas. No campo acadêmico contribui para ampliação do conhecimento específico sobre o comportamento do segmento industrial, sendo ponto de partida para novas pesquisas. Ainda tais esforços podem ajudar a entender a velocidade do processo de desindustrialização e identificar quais segmentos estão próximos do pico de contribuição no qual a tecnologia e inovação tem um papel mais importante na geração de resultado (para as firmas e nações).

O trabalho está estruturado da seguinte forma: O preambulo seguinte contextualiza a importância da indústria de transformação e sua relevância para a economia brasileira. A revisão bibliográfica apresenta os principais conceitos relevantes para o desenvolvimento desta pesquisa, como a definição de desempenho; além de resumir o que sabemos sobre os motores ou fatores determinantes (já identificados) que impactam no crescimento das firmas e setores. Com base na revisão da literatura serão apresentadas as hipóteses para validação que serão analisadas com dados em painel e terão seus resultados apresentados e discutidos nos capítulos subsequentes.

comportamento otimizador do Agente.

A relevância da Indústria de transformação brasileira

A manufatura é uma fonte potencial de geração de riquezas para o país, movimentando tanto o mercado interno quanto o externo, pesquisas de desenvolvimento, arrecadação de tributos e empregos formais (NUNES, T. F. B, 2021). O setor industrial representa um dos setores com maior relevância para a economia, fazendo com que sua produtividade seja fundamental para a competitividade do país (SILVA et al., 2019). O Perfil da Indústria Brasileira disponibilizada pela Confederação Nacional da Indústria - CNI (2020) destaca a importância da indústria de transformação para o desenvolvimento econômico do país por meio de estatísticas de desempenho da manufatura que refletem a representatividade do setor do ponto de vista econômico, conforme apresentado na Tabela 1.

O setor industrial brasileiro compreende a indústria extrativa, a indústria da construção e a indústria de transformação (Perfil Setorial da Indústria, CNI-2023). O setor industrial representou 23,9% do PIB brasileiro do ano de 2022, sendo a indústria de transformação responsável por 54% desta geração de riqueza (12,9% do PIB em 2022).

Tabela 1: Perfil setorial da indústria no ano de referência 2022

	Indústria Geral	Indústria de Transformação	% Absoluto
% PIB	23,90%	12,90%	53,97%
% Investimento em P&D	69,30%	62,50%	90,19%
% Arrecadação de Tributos	34,40%	25,20%	73,26%
% Arrecadação Previdenciária	27,20%	18,80%	69,12%

Fonte: Adaptado do Perfil da indústria brasileira (CNI, 2022).

Nunes (2021), utilizando informações do IBGE e da CNI, caracteriza a indústria de transformação como sendo a parte da manufatura que envolve atividades de transformações físicas, químicas e biológicas de materiais, substâncias e componentes para a fabricação de produtos novos. O desenvolvimento das atividades da indústria de transformação realiza-se frequentemente em plantas industriais, com a utilização de força motriz para prover o movimento do maquinário para manipulação da matéria-prima. Entretanto, também se consideram atividades de transformação as atividades industriais realizadas artesanalmente ou

por meio de produção manual (CNAE, 2019). Os produtos transformados em um estabelecimento industrial podem estar prontos para consumo final ou serem utilizados como produtos intermediários para outro segmento de indústria. Em geral, a indústria de transformação trabalha com a produção de bens tangíveis, mas algumas atividades relacionadas à prestação de serviços também são incluídas como atividades oriundas da indústria de transformação, como montagem de componentes de produtos industriais, instalações de máquinas ou equipamentos e serviços de reparação. Desta forma, os serviços industriais (acabamento de produtos têxteis, tratamento de metais etc.) são parte integrante da indústria de transformação de bens (CNAE, 2019). Segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE, 2019), a indústria de transformação é dividida em vinte e quatro grupos de classificação, apresentados na Tabela 10 - Anexo.

Segundo o IBGE a manufatura lidera os investimentos empresariais em P&D, sendo que os setores que mais investem em P&D são: o setor automotivo, máquinas e equipamentos, equipamentos de transporte, químicos e farmoquímicos, farmacêuticos. Nunes (2021) analisa diferentes períodos da economia brasileira e afirma que a indústria de transformação vem perdendo protagonismo (percentual de participação reduzido no PIB, com participação de 11,3% em 2018, sendo o menor percentual registrado desde 1947) – efeito conhecido com desindustrialização. Este conceito proposto por Rowthorn e Ramaswamy (1999) pode ser definido como a diminuição persistente do emprego industrial na participação do emprego total do país ou do emprego industrial em proporção ao emprego total e à redução do valor adicionado da indústria na proporção do PIB (OREIRO; FEIJÓ, 2010). Entre 1947 e 2018, destacam-se dois períodos distintos de participação da indústria de transformação no PIB: o primeiro, entre 1950 e 1985, caracteriza-se pelo intenso crescimento e diversificação industrial, consolidando a estrutura da indústria brasileira; no segundo período, iniciado em 1986, observa-se um retrocesso do crescimento com perdas expressivas da participação da manufatura na formação do PIB do país, refletindo na geração de empregos formais e no número de estabelecimentos brasileiros (FIESP; CIESP, 2019).

O IEDI - Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial criado em 1989 e que reúne atualmente 50 empresários representantes de grandes empresas nacionais, confirma que o setor industrial vem perdendo participação no PIB do Brasil desde os anos 1980 (IEDI, 2019). Um dos estudos justifica a necessidade de uma abordagem setorial da industrialização e desindustrialização, uma vez que, ao analisar a manufatura de forma agregada, tanto os diagnósticos de desindustrialização quanto as proposições de políticas desconsideram as marcantes heterogeneidades entre os setores manufatureiros (SILVA, 2021). A alta

heterogeneidade do segmento da indústria de transformação pode ser analisada tanto em termos de estruturas de mercado (ou seja, existe coexistência de diferentes estruturas como monopólio, oligopólios e a competição perfeita), quanto pela diversidade de tipos de produtos fornecidos (diferenciados ou não, como commodities químicos, bens de consumo, industriais ou produtos de tecnologia). A pressuposição da existência de assimetrias, permite uma análise mais realista da estrutura da indústria, do comportamento das empresas e, portanto, do processo de transformação da estrutura industrial em que o elemento transformador é a inovação (VARGAS, 2014). A desindustrialização setorial também não é homogênea quanto à sua intensidade, por exemplo, vestuário, couros e calçados acusaram um retrocesso muito mais intenso que minerais não-metálicos.

Estudos como o de Haraguchi (2015) tenta definir padrões de desaceleração do crescimento em diferentes setores da economia (utilizando dados de mais de 100 países). Este observou o pico no PIB de cada setor manufatureiro e os classificou em três estágios do desenvolvimento: inicial, intermediário e avançado. No estágio inicial, as indústrias intensivas em trabalho e de necessidades básicas dominam a indústria manufatureira e atingem o pico no PIB. No estágio intermediário, as indústrias intensivas em capital e as processadoras de recursos naturais (que produzem insumos materiais para outras indústrias) atingiram o limite máximo no PIB e passaram a deter uma parcela relevante do produto industrial. Por fim, no estágio avançado, as indústrias intensivas em tecnologia e em conhecimento (que produzem bens de capital para as firmas e bens de consumo final para as famílias) atingiram o pico no PIB. Estes setores têm um papel importante em retardar a desindustrialização e, conseqüentemente, evitar a desindustrialização prematura. Isso acontece porque a manufatura intensiva em tecnologia e em conhecimento continua contribuindo positivamente para o desenvolvimento do país ao (i) gerar empregos altamente qualificados, (ii) investir em ciência e tecnologia e (iii) utilizar, no processo produtivo, serviços intensivos em conhecimento e inovação. Portanto, cada setor manufatureiro tem uma curva diferente e se desindustrializa em estágios diferentes do desenvolvimento, sendo o desempenho dos setores intensivos em tecnologia e em conhecimento vital para escapar da desindustrialização prematura e, conseqüentemente, da armadilha da renda média.

Os estudos de industrialização e desindustrialização, entretanto, analisam os efeitos socioeconômicos e impactos para os países, em específico na geração de riqueza através do PIB e da renda média da população, porém isto não necessariamente implica em que as firmas (ou setores industriais) estejam perdendo relevância mundial, perdendo competitividade ou apresentando desempenho inferior. No contexto de globalização e liberalidade econômica, os

países podem optar pela estratégia de especialização o que pode resultar em valor agregado maior que quando produziam uma vasta gama de produtos (exemplo: países que se tornaram exportadores de produtos de alta tecnologia em detrimento a insumos ou commodities, apresentam maiores valores agregados). Ademais, o valor adicionado pela indústria vem caindo total de maneira quase linear desde o final dos anos 1980 (com o aumento do segmento de construção e serviços) - já a avaliação intraindústria mostrou que os setores de maior conteúdo tecnológico mantiveram sua participação no valor adicionado pela indústria de transformação. Estas duas últimas evidências, por sua vez, contradizem, em alguma medida a referida hipótese de desindustrialização (SQUEFF, GABRIEL COELHO, 2012).

No capítulo seguinte apresentaremos definições sobre desempenho das firmas e quais são os motores, drivers ou impulsionares já identificados na literatura. Apresentaremos diferentes visões sobre a medição destes constructos e variáveis.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Buscaremos neste capítulo contextualizar o desempenho das empresas e seus determinantes. Desempenho é um conceito multidimensional cujos indicadores podem ser departamentais - como os relativos à produção, finanças ou marketing; ou consequenciais - como os relativos ao crescimento e ao lucro (MURPHY et al., 1996; DAWES, 1999; HARRIS, 2001; WOLFF et al., 2006; SOHN et al., 2007). O desempenho da empresa - que reflete o crescimento de uma empresa, pode ser definido como o valor total criado por meio de suas atividades, ou seja, soma da utilidade criada para cada uma das partes interessadas legítimas de uma empresa (HARRISON E WICKS, 2013) ou através das medidas financeiras como lucratividade e crescimento das vendas, como por exemplos, retorno sobre o investimento, retorno sobre as vendas e retorno sobre o patrimônio líquido (ATALAY; ANAFARTA; SARVAN, 2013). Pode ainda ser mensurado através de medidas indiretas não financeiros como qualidade, participação de mercado, satisfação, desenvolvimento de novos produtos e eficácia de mercado (ZEHIR; CAN; KARABOGA, 2015).

Aprofundaremos a análise dos determinantes já conhecidos que impactam o desempenho das empresas.

2.1 Estudos seminais e a produtividade total dos fatores

Robert Solow, professor do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), examinou, no final dos anos 50, os elementos clássicos do crescimento econômico norte-americano, notadamente o estoque dos fatores capital e trabalho, e observou que o crescimento da economia ao longo do século 20 não podia ser explicado apenas recorrendo ao crescimento do capital e do trabalho disponível. Com isso foi estabelecido que havia outras fontes de crescimento econômico, o que ficou conhecido como resíduo de Solow - comumente utilizado em estudos macroeconômicos como sendo a expressão quantitativa do progresso tecnológico. Se o resíduo Solow for igual a zero, o progresso tecnológico também será (SAGIORO, 2004).

Estudos como o da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2004) utilizam o resíduo de Solow dentro do contexto das firmas. Este estudo aponta que as empresas sabem que, para aumentar os ganhos e permanecerem competitivas, devem produzir mais e com mais eficiência. Portanto, elas tentam aumentar a produtividade de seu trabalho e de seu capital - isto é, a produtividade multifatorial (também chamada às vezes de produtividade total dos fatores - PTF). As melhorias podem refletir melhores habilidades

produtivas, novas tecnologias, mudanças na organização e em inovação. Estes fatores podem ter permitido que determinadas combinações de mão-de-obra/capital produzissem mais eficientemente. Tipicamente, estudos de produtividade em nível da firma assumem que a produção é uma função dos recursos que a empresa emprega e sua produtividade. Os produtores de PTF superior produzirão maiores quantidades de produção com o mesmo conjunto de insumos observáveis do que os produtores de PTF inferior (SYVERSON, 2022).

O estudo recente de Shen (2023) analisa esta dinâmica de desempenho das firmas chinesas de manufatura, no pós crise de 2008, para mais de 300 mil empresas (dados públicos governamentais altamente desagregados). Este assume que a PTF é uma aproximação frequente e razoável para o potencial de crescimento econômico (ou desempenho de longo prazo) e, portanto, analisar seu avanço implica em analisar a eficiência no uso dos insumos de produção que a compõem (mais comumente capital financeiro e humano). Em sua análise de dados, define o desempenho de produção como sendo o valor econômico agregado das firmas, utiliza o valor dos ativos fixos como capital e o número médio anual de funcionários como aproximação para mão de obra. A metodologia utilizada nas análises tem como base o estudo de Melitz e Polance (2015), que propõe uma abordagem de painel dinâmico. O estudo conclui que o declínio na eficiência tecnológica e no desempenho do segmento é consequência do uso ineficiente dos fatores de produção.

2.2 O desempenho através da Inovação

Os estudos sobre inovação se desenvolveram a partir das proposições dos trabalhos semanais de Robert Solow (1930) e de Schumpeter (1934), que apontaram que, as atividades de inovação são de importância central para o crescimento das vendas das empresas pois permitem a introdução de novos produtos, aumentam a utilidade da firma para o consumidor, geram novas tecnologias de produção e melhoram a produtividade das empresas (SCHUMPETER, 1950; ROMER, 1990; GEROSKI, 2005; SPESCHA, W. 2019; CAPELLO et al., 2022).

No contexto da influência dos vários tipos de inovação (produto, processo, marketing ou organizacional) no desempenho das empresa de manufatura, Atalay et al. (2013) relata que as inovações tecnológicas de produto e de processo contribuíram para o desempenho da empresa mais do que as inovações não tecnológicas (marketing e organização). A maioria dos outros estudos empíricos demonstra que a relação inovação-crescimento varia consideravelmente com as características das empresas e segmentos (SPESCHA; WOERTER,

2019), o que justifica a análise detalhada dentro do contexto específico de um determinado setor. Uma explicação é que a inovação não melhora o crescimento da empresa média, mas tem um efeito positivo apenas sobre a taxa de crescimento das grandes empresas ou das empresas de crescimento rápido (STAM; WENNERBERG, 2009). Estes resultados são corroborados dentro do contexto de empresas que estão em etapa de nascimento e aceleração (*startups*). Existem evidências de que as novas empresas não conseguem sustentar o ritmo de crescimento a menos que possam expandir e renovar sua base de recursos, com desenvolvimento de capacidades como pesquisa e desenvolvimento de produtos e alianças (STAM; WENNERBERG, 2009).

Outros estudos analisam um novo mecanismo de geração de desempenho que é derivado da decisão das empresas em inovar de acordo com o momento econômico do país, ou seja, a percepção de estabilidade econômica por parte do empresariado (e sua expectativa projetada de obtenção de lucros) influencia na decisão de investir em inovação. A hipótese central é que quanto maiores forem os níveis da atividade econômica, *ceteris paribus*, maiores serão os investimentos, inclusive em inovação, estimulados por expectativas otimistas dos empreendedores. Estes estudos apontam que os investimentos em inovação são muito sensíveis ou dependentes do otimismo, visto que, devido à sua natureza, seu resultado é altamente incerto, em termos da taxa de retorno (RAPINI, 2013). De forma complementar, quanto maior a atividade econômica, maior o investimento em capital fixo, dada a maior disponibilidade de financiamento (MONTENEGRO et al., 2020).

O trabalho de Libânio (2019) examina o desempenho inovativo da indústria brasileira no período 2010-2015, a partir dos dados da Sondagem de Inovação, cujo universo compreende empresas da indústria extrativa e de transformação com mais de 500 empregados. Sendo este um período muito curto para uma análise de séries temporais, optou pela estimação via painel de dados dinâmicos. Quanto à definição das unidades seccionais, utilizou a taxonomia de identificação da empresa segundo a classificação CNAE 2.0 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas). O estudo analisa as taxas de crescimento do PIB e da produção industrial brasileira versus a taxa de inovação – definida como o percentual de empresas que inovou em produto ou processo no trimestre de referência. Este conclui que existem evidências de queda considerável da atividade de inovação entre as empresas industriais pesquisadas ao longo do período (LIBANIO et al., 2019). De forma complementar, aumentando períodos de tempo, Montenegro et al. (2020) confirma os resultados obtidos no estudo anterior e aponta que há uma relação indireta entre o nível da atividade econômica e o investimento em inovação: quanto maior nível da atividade econômica, maior será o

investimento em capital fixo decorrente do efeito acelerador, ensejando uma das pré-condições para a inovação e o progresso tecnológico e favorecendo, deste modo, expectativas otimistas quanto ao retorno dos investimentos em inovação.

Inovação também pode ser medida através da intensidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Estudos anteriores comparam os efeitos nos setores de alta tecnologia em comparação com os setores de baixa tecnologia. Nos setores de alta tecnologia, as altas intensidades de P&D funcionam como uma verdadeira barreira à entrada e garante às empresas altos retornos sobre os investimentos. Em contrapartida, nos setores de baixa tecnologia com menor intensidade de P&D, a entrada é mais viável e as inovações são, portanto, mais facilmente copiadas, o que implica que os retornos de P&D são menores (SPESCHA; WOERTER, 2019).

Também é possível analisar os esforços tecnológicos industriais de diferentes nações e comparar os resultados obtidos (ZUCOLOTO; TONETO JÚNIOR, 2005). Este, utilizando dados de patentes (como sendo o principal indicador de inovação tecnológica), identifica que existe uma correlação positiva entre esforço tecnológico e o desempenho comercial, ou em outras palavras, aponta que, uma baixa participação no comércio internacional é devida à existência de atrasos tecnológicos. Este aponta ainda algumas limitações: patentes são uma medida intermediária de resultado, pois se referem não propriamente às inovações, mas sim às invenções geradas, independentemente de seu lançamento e aceitação no mercado, além disso, esses indicadores podem não ser significativos para os diferentes setores haja visto que uma parte significativa das inovações não é patenteável. No caso do Brasil, estudos apontam que os esforços são limitados, quando comparados com países selecionados (membros da OCDE) e que, tais dinâmicas de obtenção de resultados superiores (condicionados ao investimento em inovação) são válidas para a maior parte dos setores nacionais; ressaltando, porém, que existe uma diferença significativa de efeito entre os diferentes setores da indústria de transformação (especificamente os que são mais intensivos em tecnologia como automotivo, produtos eletrônicos e informática). Entre as razões do insucesso, menciona que a instabilidade econômica diminui a propensão das firmas em investir, além de outras características estruturais como o sistema científico de fomento à inovação e ao sistema fiscal brasileiro. Gunday et al. (2011), no contexto das empresas de manufatura da Turquia, comprovou que havia uma relação positiva entre as inovações (inovações organizacionais, de marketing, de produto e de processo) e o desempenho das empresas. Este conclui que as atividades de inovação tiveram uma influência positiva no resultado das firmas. Um estudo semelhante, realizado por Wadho e Chaudhry (2018), no contexto de empresas de manufatura

no Paquistão indicou que há uma relação positiva entre a decisão de uma empresa de inovar, seu investimento em inovação de produto e o desempenho da empresa (medido como sendo a produtividade do trabalho). Além disso, no contexto das empresas industriais Russas, Trachuk e Linder (2018) observaram empiricamente que há uma relação não linear entre os investimentos em inovação e o desempenho da empresa. Os investimentos em inovação têm um impacto maior no desempenho da empresa somente quando os investimentos em inovação excedem um determinado limite. No contexto das empresas na Grécia, Hatzikian (2015) descobriu que a inovação e o desempenho da empresa seguem uma relação em forma de U. O estudo de Asiedu et al. (2023) examinou a relação entre a inovação e a produtividade das empresas em cinco países da América Central e encontrou os mesmos resultados dos países citados anteriormente (ASIEDU; EFFAH; ARTHUR, 2023).

2.3 Variáveis e aproximações utilizadas em estudos anteriores

A Tabela 2 apresenta um resumo de alguns trabalhos que analisam o efeito dos fatores de produção na geração de desempenho das firmas. Resume também as aproximações utilizadas pelos autores para mensuração de cada uma das variáveis.

Tabela 2: Resumo de variáveis utilizadas em trabalhos anteriores

Referência (autor)	Variável Dependente	Variável Independente (Capital)	Variável Independente (Trabalho)	Variável Independente (Insumos)	Variável Independente (Tecnologia ou Inovação)
(CRUZ; DINIZ, 2015)	Taxa de crescimento da receita de vendas líquida	Não utilizado	Não utilizado	Não utilizado	Investimento em inovação P&D, taxa de crescimento do número de pessoas ocupadas no setor de P&D
(SALGADO BANDA; BERNAL VERDUGO, 2011)	Valor Adicionado	Investimento em Ativos	Horas Trabalhadas	Não utilizado	Consumo de eletricidade
(DIAZ; SANCHEZ, 2008)	Valor Adicionado	Estoque de Capital (Valor dos Ativos)	Taxa de Emprego	Não utilizado	Não utilizado
(KIM; PARK; PARK, 2012)	Valor Adicionado	Valor total dos ativos industriais	Número de pessoas empregadas na produção	Não utilizado	Não utilizado
(FOSTER; HALTIWANGER; KRIZAN, 1998)	Output bruto	Capital	Total de horas trabalhadas	Materiais	Não utilizado
(BALDWIN; GU; YAN, 2013)	Valor Adicionado	Utilização de Capacidade	Número de pessoas empregadas	Custo Energia	Não utilizado
(SHEN; ZOU, 2023)	Valor Adicionado	Valor dos Ativos e depreciação	Número de pessoas empregadas e custo total	Consumo de intermediários	Consumo Energia
(BISZTRAY; DE NICOLA;	Valor das receitas	Valor dos ativos tangíveis e intangíveis	Taxa de emprego	Não utilizado	Não utilizado

Referência (autor)	Variável Dependente	Variável Independente (Capital)	Variável Independente (Trabalho)	Variável Independente (Insumos)	Variável Independente (Tecnologia ou Inovação)
MURAKÖZY, 2023)					
(JAMES LEVINSOHN, 2003)	Valor Adicionado	Investimento em ativos	Horas-homem alocados na produção	Custo de intermediários (eletricidade e combustível)	Não utilizado
(OLEG S., 2022)	Volume de produção	Valor do ativo	Custo com mão de obra	Não utilizado	Não utilizado
(DVOULETÝ; BLAŽKOVÁ, 2021)	Vendas	Ativos tangíveis	Custos com pessoal	Consumo de materiais	Não utilizado
(MATTSSON; MÅNSSON; GREENE, 2020)	Valor agregado	Ativos	Número de pessoas empregadas	Não utilizado	Não utilizado

Fonte: Criado pelo autor.

3. METODOLOGIA

3.1 Hipóteses e modelo econométrico

Utilizaremos o modelo desenvolvido por Shen (2023) - agregando o componente de inovação setorial como variável independente, e o aplicaremos aos 24 setores que compõem a indústria de transformação brasileira. O modelo utilizado tem a função de produção na forma funcional Cobb-Douglas e visa explicar o desempenho via acumulação dos fatores de produção (capital, trabalho e insumos físicos) e a inovação. Pretende-se, portanto, analisar as seguintes hipóteses:

H1 - A inovação tem um efeito positivo sobre desempenho da indústria de transformação brasileira.

H2 - A inovação é o principal fator determinante do desempenho da indústria de transformação brasileira.

Para tanto, utilizaremos, como aproximação para a variável dependente (desempenho) o valor agregado. Segundo o IBGE o valor agregado corresponde a diferença entre o valor bruto da produção (soma da receita líquida de vendas, receitas por arrendamento e alugueis, demais receitas operacionais, variação dos estoques de produtos acabados e em elaboração) e o consumo intermediário (soma dos seguintes itens de custos e despesas: consumo de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes; compra de energia elétrica; consumo de combustíveis; consumo de peças, acessórios e pequenas ferramentas; serviços industriais e de manutenção prestados por terceiros; alugueis e arrendamentos; arrendamento mercantil; publicidade e propaganda; fretes e carretos; prêmios de seguros; royalties; serviços prestados por terceiros; despesas com vendas; água e esgoto; viagens e representações; e demais custos e despesas operacionais). Já para as variáveis independentes utilizaremos: a depreciação dos ativos (como aproximação para o capital), a quantidade de mão de obra utilizada na produção (como aproximação para trabalho), o valor dos custos operacionais (como aproximação para os insumos físicos, matérias primas, materiais auxiliares). A inovação será medida através do investimento em atividades de inovação.

A ferramenta de modelagem econométrica utilizada será a de regressão múltipla com dados em painel dinâmico (que é adequado ao estudo por possibilitar captar as idiosincrasias

dos ramos de atividades da indústria (MONTENEGRO et al., 2020). Utilizaremos os estimadores dinâmicos como proposto por Arellano e Bond (1991). O modelo tem a seguinte notação:

$$\ln y_{it} = \beta_1 \ln y_{i,t-1} + \beta_2 A_{it} + \beta_3 K_{it} + \beta_4 L_{it} + \beta_5 MP_{it} + X_{it} + a_i + b_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Sendo:

$\ln y_{i,t-1}$, a primeira diferença do *lag* (atraso) de tempo do desempenho do setor *i* no tempo *t*;

A_{it} , o nível de inovação do setor *i* no tempo *t*;

K_{it} , L_{it} e MP_{it} são os recursos de produção utilizados no setor *i* no tempo *t*; que levaram ao desempenho medido no período;

X_{it} representa o vetor com as variáveis de controle;

a_i e b_t são os efeitos não observados do setor e tempo, respectivamente, e ε_{it} é o erro idiossincrático.

3.2 Dados e descrição das variáveis

Os dados setoriais anuais (desagregados por ramo de atividade - subsetores) são disponibilizados no sistema SIDRA do IBGE. Em específico utilizaremos metadados das séries temporais da Pesquisa Industrial Anual Empresa (PIA-Empresa). Já os dados referentes aos esforços de inovação (investimento) são provenientes da Pesquisa de Inovação (PINTEC)

A PIA tem por objetivo identificar as características estruturais básicas do segmento empresarial da atividade industrial no país e suas transformações no tempo com base em uma amostra de empresas industriais (coleta anual realizada através do uso de questionário eletrônico autopreenchido). A pesquisa tem abrangência geográfica nacional, com resultados divulgados para Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Os principais indicadores econômico-financeiros disponíveis incluem, mas não se limitam a: receitas bruta e líquida; valor da transformação industrial; número de empresas e de unidades locais; pessoal ocupado; gastos com pessoal; custos de operação industrial e outros custos e despesas; e aquisições e baixas do ativo imobilizado, entre outros aspectos. Seus resultados constituem referência para a análise das atividades que compõem esse segmento e subsidiam as estimativas macroeconômicas do Sistema de Contas Nacionais, utilizadas para desenvolvimento de

políticas públicas (IBGE, 2023). Os dados estão disponíveis para o período de 1966 a 2020, sendo que, de 2007 em diante traz as informações segmentadas segundo o padrão de taxonomia CNAE versão 2.0 (ver Anexo - Tabela 10: Estrutura detalhada da Classificação Nacional de Atividades Econômicas). Os ramos de atividade do setor de transformação (C) são identificados de 10 a 33 (ver Anexo - Tabela 11: Estrutura detalhada cluster C Indústrias de transformação).

Já Pesquisa de inovação (PINTEC) fornece informações para a construção de indicadores setoriais, regionais e nacionais das atividades de inovação das empresas brasileiras com 8 ou mais pessoas ocupadas, tendo como universo de investigação as atividades das indústrias extrativas e de transformação, bem como dos setores de eletricidade e gás e serviços selecionados. A pesquisa investiga os fatores que influenciam o comportamento inovador das empresas, bem como estratégias adotadas, esforços e incentivos empreendidos, obstáculos enfrentados e alguns resultados da inovação. Para tal, as principais variáveis são: incidência das inovações de produto e/ou processo; investimentos em atividades inovativas; fontes de financiamento; características das atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); compra de serviços de P&D; impactos das inovações; fontes de informação utilizadas; cooperação para inovação; apoio governamental; métodos de proteção estratégicos; problemas e obstáculos à inovação; inovações organizacionais e de marketing implementadas; uso e produção de biotecnologias e nanotecnologias; e inovações ambientais. Esta pesquisa era realizada com frequência trienal até 2021 quando passou a ser semestral.

Com base na revisão bibliográfica e com base na disponibilidade de dados do SIDRA-IBGE definimos as variáveis deste estudo como sendo:

TABELA 3: RESUMO DAS VARIÁVEIS

Variáveis	Descrição
<i>lnYit</i>	Logaritmo natural do desempenho - Valor Agregado (mil R\$)
<i>Ait</i>	Valor dos dispêndios com atividades inovativas (mil R\$)
<i>Kit</i>	Valor das Depreciação dos Ativos de produção (mil R\$)
<i>Lit</i>	Pessoal ocupado assalariado ligado ao subsetor de produção em 31/12 do segmento (# pessoas)
<i>MPit</i>	Valor dos custos operacionais (insumos físicos, matérias primas, materiais auxiliares e componentes, despesas com recursos energéticos, despesas com e peças e acessórios; e custo dos serviços industriais e de manutenção e

	reparação de máquinas e equipamentos) (mil R\$)
--	---

Para melhorar a qualidade do modelo e reduzir questões de endogeneidade, utilizaremos como controle o tamanho das empresas (maior que 8 funcionários), tempo de existência da empresa (maior que 1 ano), localização geográfica (qualquer um dos estados brasileiros) – estes foram os filtros utilizado no momento de descarregar a base de dados. O tamanho da empresa, medido através da quantidade de funcionários, pelo seu faturamento anual é a variável de controle mais comum na literatura (BABINA et al., 2020). O tamanho da empresa reflete o sucesso anterior de uma empresa e pode afetar o desempenho atual (RAVICHANDRAN E LERTWONGSATIEN, 2005). Este é visto como um indicador de liderança no relacionamento entre as empresas, do poder de fixação de preços e de barganha, e da abrangência das rotinas de operação e gestão, que podem influenciar o desempenho da empresa (BABINA et al., 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSÃO

4.1 Modelo econométrico

Utilizando softwares de estatística obtemos um conjunto de dados balanceados para os 24 ramos de atividade do setor de transformação, ao longo dos anos - sendo que a combinação ramo e ano geram um identificador único para os dados. Obtemos um total de 96 observações haja visto que analisamos um período de 4 anos (2008, 2011, 2014, 2017) - para empresas acima de 8 empregados, localizadas no território brasileiro, com mais de 1 ano de existência. A estatística descritiva das variáveis contínuas é apresentada na Tabela 4 abaixo.

TABELA 4: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS CONTÍNUAS

	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
lnY_{it}	96	16,73331	0,8100435	15,01791	18,72869
A_{it}	96	2.035.716	1.901.995	164.984	7.814.361
K_{it}	96	12,5 milhões	17,6 milhões	851.088	88,4 milhões
L_{it}	96	244.995,1	228.236,3	8.847	1.198.275
MP_{it}	96	49,6 milhões	62,9 milhões	4.622.244	387 milhões

Nota-se que desvio padrão dos dados analisados está muito alto - quando comparados contra a média, o que indica que a média não é uma boa referência para o entendimento dos dados (poderíamos utilizar uma outra referência com a moda ou mediana). Em termos práticos, a alta dispersão dos valores corrobora com o que foi apontado na revisão bibliográfica, ou seja, aponta que que existe alta heterogeneidade dos ramos que compõem o segmento da indústria de transformação. De forma a reduzir o ruído no modelo, as variáveis serão padronizadas (utilizando a média e o desvio padrão amostral).

Analisemos a correlação dos dados através da matriz apresentada na Tabela 5.

TABELA 5: MATRIZ DE CORRELAÇÃO

	lnYit	Ait	Kit	Lit	MPit
lnYit	1,0000				
Ait	0,8020	1,0000			
Kit	0,7754	0,7126	1,0000		
Lit	0,5256	0,5069	0,4760	1,0000	
MPit	0,7628	0,8374	0,7612	0,7157	1,0000

A inovação tem correlação forte e positiva (0,80) com o desempenho do segmento, assim como também tem relação forte e positiva com o capital (0,71), com o trabalho (0,50) e com o custo de produção (0,83). Nota-se que as variáveis trabalho e capital têm correlação moderada e positiva (0,47). Corroborando com a bibliografia de produtividade das firmas, quanto maior o grau de inovação do segmento, maior o investimento em ativos (capital investido), porém, de forma contraintuitiva, o investimento de inovação aumenta o uso de mão de obra nos setores analisados. Conforme as proposições de Morceiro (2019) este último efeito pode estar relacionado ao fato de que o país ainda não atingiu a última etapa do processo de industrialização, não atingiu a máxima maturidade industrial onde ocorre a mudança no perfil de exportações (principalmente de bens de capital e tecnologia avançada em substituição à exportação de bens de baixo valor agregado) onde geralmente se evidencia a redução da utilização de mão de obra. Ainda pode corroborar com os achados dos estudos do campo de capital humano, que avalia a mobilidade de trabalhadores como uma forma de transferência de conhecimento e onde evidencia-se o mecanismo através do qual as indústrias (ou regiões geográficas) inovadoras, atraem para si trabalhadores qualificados em busca de promissoras oportunidades de emprego (em especial dos mais qualificados) (GONÇALVES, E et al., 2010).

Com o objetivo de avaliar a endogeneidade das variáveis dentro do modelo, realizamos uma análise preliminar com regressão do tipo mínimos quadrados ordinários com efeitos fixos e aleatórios. O teste de Hausmann, sob a hipótese nula (=ausência de correlação entre os regressores e o termo de erro), resultou em um p-valor tendendo a zero, o que indica que é preferível o uso dos efeitos fixos, onde o efeito dos regressores está correlacionado ao erro idiossincrático.

A Tabela 6 contém o resumo dos estimadores do modelo econométrico segundo Arellano e Bond (1991). Os valores apresentados correspondem ao coeficiente da regressão e

ao desvio padrão (entre parêntesis), respectivamente. Já a significância é representada pelos asteriscos (** significante a 99%, * significante a 95%).

TABELA 6: RESUMO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE ECONOMETRICA

Variável	Estimador Arellano-Bond
$\ln Y_{t-1}$	0.241 ** (0.089)
Ait	0.165 * (0.082)
Kit	0.043 (0.060)
Lit	0.246 (0.200)
MPit	0.232 * (0.096)
Constante	0.107 ** (0.020)

Nota: Desvio Padrão robustos entre parênteses; ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

A significância da variável defasada ao nível de 1% comprova que o desempenho setorial tem um componente inercial relevante. Como forma de se testar a robustez do modelo e verificar a validade dos instrumentos Arellano e Bond (1991) sugerem utilizar o teste de Sargan. A falha em rejeitar a hipótese nula indicará que os instrumentos são robustos (KUME, 2004). No modelo apresentado na Tabela 6, o teste de Sargan apresenta valor de 6,6%, não sendo possível rejeitar a hipótese nula, ou seja, os instrumentos são válidos.

Para validar a hipótese 1 (**H1** - A inovação tem um efeito positivo sobre desempenho da indústria de transformação brasileira), utilizamos o teste-t unicaudal (à direita) como estimador. Neste caso a hipótese nula é de que o sinal do efeito é menor ou igual a zero (efeito inexistente ou negativo), a hipótese alternativa seria que a o efeito é positivo e diferente de zero. Neste caso temos o p-valor da regressão como sendo igual a 0,045 (menor que 5%), ou seja, rejeita-se a hipótese nula. Portanto, podemos validar a hipótese 1 e afirmar que existem evidências estatísticas de que a Inovação impacta positivamente no desempenho dos setores da indústria de transformação (com 95% de confiança).

Para validar a hipótese 2 (**H2** - A inovação é o principal fator determinante do desempenho da indústria de transformação brasileira), podemos analisar a magnitude dos coeficientes obtidos na regressão, desde que sejam estatisticamente relevantes. Neste caso a persistência do desempenho do ano anterior (0,24) e o custo operacional (0,23) são maiores que o coeficiente da inovação (0,16). Ou seja, podemos rejeitar a hipótese 2 e dizer que o principal fator determinante do desempenho da indústria de transformação é o desempenho do período anterior. Isto quer dizer que o efeito fixo dos setores que tiveram desempenho superior no ano anterior, sobrepõem-se aos efeitos do investimento em inovação. Isto equivale a dizer que o resultado obtido no período anterior (em termos de valor agregado) impacta no desempenho do grupo setorial no presente: setores com maior desempenho impactam persistentemente o desempenho global da indústria de transformação.

O efeito relevante da variável custos operacionais é comumente analisado por estudos anteriores de desempenho das firmas. Nestes modelos os inputs trabalho e capital são usados para converter os insumos (matérias primas, materiais auxiliares e componentes) em produto (também chamado de output). A relevância deste efeito pode estar relacionada à necessidade da indústria de transformação de controlar e repassar o efeito da variação dos materiais aos preços (seja em função de modificações dos custos de produção, seja pelas alterações determinadas pela oferta-demanda). Estudos recentes analisam o lado da oferta e os efeitos de desabastecimento de insumos industriais no período da pandemia do covid-19 (MARCATO; TORRACCA, 2020). Estes analisam a evolução do nível de dificuldade de obtenção de suprimentos, as consequências geradas e perspectivas sobre a normalização no fornecimento. O desabastecimento de insumos industriais – especialmente relevantes para a indústria de transformação como plástico, aço, embalagens e componentes eletrônicos, causados por rupturas na cadeia de suprimentos levou a redução de níveis de produção levando a consequente redução da oferta dos produtos e elevação dos preços ao consumidor final (“Evolução da escassez de insumos e matérias primas durante a pandemia | Blog do IBRE”, 2022). No contexto da ruptura (choque exógeno) inesperada da pandemia do covid-19 fica evidente como um evento inesperado pode afetar os diferentes setores de maneiras distintas, porém, no que tange à indústria de transformação, ficou comprovada a retração da produção e do valor adicionado industrial para todos os segmentos industriais, especialmente o impacto sobre aqueles intensivos em tecnologia (MARCATO; TORRACCA, 2020).

No capítulo seguinte aprofundaremos a análise específica para os setores da indústria de transformação segundo o grau de inovatividade. Utilizaremos estudos anteriores de taxonomia de inovação aplicada ao setor de transformação para analisar se existem evidências

de que a inovação é o fator determinante do crescimento para os subsectores apontados como sendo de alta inovatividade.

4.2 Validação do modelo para os subsectores da indústria de transformação

Estudos recentes como o de Marques et. al. (2022) analisa os dados da pesquisa de inovação 2017 (PINTEC 2017, IBGE) e valida uma taxonomia específica para o sector da indústria de transformação brasileira. A metodologia de análise de clusters é utilizada para definição e agrupamento por similaridades. Os traços analisados para o agrupamento da inovação tecnológica industrial incluem: os tipos de inovação (produto, processo, organizacional), as formas de conhecimento e aprendizagem, o foco da trajetória tecnológica, os tipos de resultados inovativos e as características de estrutura e desempenho. Estes propõem os seguintes grupos:

- cluster I (média alta atividade inovativa/ fornecedor especializado),
- cluster II (baixa atividade inovativa/ dominados por fornecedores),
- cluster III (média-baixa atividade inovativa/intensivo em escala),
- cluster IV (alta atividade inovativa/baseados em ciência)

Para analisar a validade dos resultados do modelo anterior dentro dos segmentos industriais, consideraremos que os grupos são de “alta” ou “média-baixa” atividade inovativa, haja visto que existe alguma subjetividade no agrupamento proposto e que não é possível separar o grupo de baixa e média atividade inovativa. Neste caso os clusters I, II e III juntos formam o conjunto de subsegmentos de baixa ou média atividade inovativa. A Tabela 12 no Anexo reproduz a classificação da inovatividade por subsegmento da indústria de transformação conforme CNAE 2.0 propostos por Marques et. al. (2022). A Tabela 7 traz um resumo dos grupos que serão analisados neste capítulo.

Tabela 7: Descritiva dos grupos da indústria de transformação segmentados conforme o grau de inovação

Cluster	# Segmentos	Amostra	Percentual da Amostra
ALTO	5	20	20.83%
MED-BAIXA	19	76	79.17%
Total	24	96	100.00%

O Grupo de alta inovatividade, que representa 20,8% da amostra total, contém os segmentos de fabricação de produtos químicos, farmacêuticos, equipamentos de informática e eletrônicos, veículos automotores e outros equipamentos de transporte.

A Tabela 8 contém uma comparação dos estimadores do modelo econométrico segundo Arellano e Bond (1991) para 3 simulações distintas: O cenário 1 (modelo principal – vide Tabela 6) não contém distinção dos grupos em função da taxonomia de inovação. As simulações 2 e 3 trazem os grupos altamente inovador, baixo-médio inovador, respectivamente. Os valores apresentados correspondem ao coeficiente da regressão e ao desvio padrão (entre parêntesis) respectivamente. Já a significância é representada pelos asteriscos (** significante a 99%, * significante a 95%).

Tabela 8: Tabela comparativa de resultados entre o grupo geral Indústria de transformação e os segmentos de alta, média-baixa inovatividade

Variável	(1) Geral – Indústria de Transformação	(2) Segmentos Altamente Inovadores	(3) Segmentos Baixo-Médio Inovadores
lnY _{t-1}	0.241 ** (0.089)	-0.200 (0.185)	-0.472 ** (0.122)
Ait	0.165 * (0.082)	0.209* (0.107)	0.317 (0.199)
Kit	0.043 (0.060)	-0.428 (0.369)	0.025 (0.111)
Lit	0.246 (0.200)	-0.068 (0.609)	0.028 (0.336)
MPit	0.232 * (0.096)	0.719 ** (0.232)	0.361 * (0.172)
Constante	0.107 ** (0.020)	-0.174 (0.300)	0.015 (0.081)

Nota: Desvio Padrão robustos entre parênteses; ** p<0,01, * p<0,05 de significância

Apesar de termos uma amostra muito pequena podemos validar que os efeitos dos segmentos que são altamente inovadores são compatíveis com o modelo da indústria de transformação em geral, o que reforça a importância relativa deste cluster no resultado da indústria de transformação como um todo. Existem evidências de que a inovação tem um efeito relevante e positivo no desempenho dos subsegmentos que mais inovam. Porém, ao contrário do apontado na revisão de literatura, não existem evidências estatísticas de que a inovação seja de fato o principal fator determinante do desempenho setorial. Já para o grupo que tem características de baixa ou média atividade de inovação, não é possível confirmar que a inovação tem um papel relevante no desempenho do segmento. Neste subsetor existe ainda uma inversão de sinal da variável relevante de defasagem da variável de desempenho o que corrobora com a alta heterogeneidade deste setor e pode indicar microdinâmicas específicas que conduzem a resultados divergentes.

Considerando que a estratégia é uma parte essencial de qualquer plano de negócios eficaz (que pode levar à geração de desempenho superior), podemos utilizar o modelo de

Porter para buscar entender os esforços específicos do setor de alta inovatividade. Ao usar uma estratégia competitiva eficaz, uma empresa encontra seu nicho no setor e aprende sobre seus clientes (ISLAMI; MUSTAFA; TOPUZOVSKA LATKOVIKJ, 2020). No segmento de alta inovatividade o investimento em pesquisa e desenvolvimento é visto como um fator de sobrevivência, uma forma de ter custos competitivos e como motor de geração (e diferenciação) de novos produtos. Não existe consenso em relação ao tipo predominante de estratégia aplicada neste subsegmento (custo ou diferenciação) porém segundo o paradigma de *trade-off* da estratégia de Porter, dimensões estratégicas opostas não poderiam ser buscadas ao mesmo tempo sem criar algum tipo de ineficiência na cadeia de valor da empresa. Com base nos resultados obtidos poderíamos inferir que a indústria de transformação de alta inovatividade está, no momento, obtendo resultados significativos com a uso simultâneo de estratégias de custos e estratégias de diferenciação através da inovação, o que pode ser um indício de falta de foco estratégico no setor (a escolha prioritária de um único tipo de estratégia de diferenciação). Esta estratégia pode estar retardando a maximização do desempenho deste subsegmento.

Estudos posteriores deveriam buscar novas bases de dados que permitam aumentar a amostragem do constructo de inovação, realizar teste de hipótese para a validar ou rejeitar a proposição de que a inovação não é o principal motor de geração de desempenho da indústria de transformação, mesmo em seus segmentos tipicamente mais inovadores.

Do ponto de vista macroeconômico, o valor adicionado é um conceito relevante da mensuração do desempenho produtivo de uma economia nacional – o Produto Nacional ou Produto Doméstico (YOGESHA; MAHADEVAPPA, 2014). Sendo o PIB composto pelos resultados da indústria, dos setores de serviços e do agronegócio (Anexo -Tabela 9: Composição do PIB) e assumindo que a indústria compreende a indústria extrativa, a indústria da construção e a indústria de transformação (Perfil Setorial da Indústria, CNI-2023) - não é possível corroborar com as proposições de Nunes (2021) sobre a desindustrialização. Mesmo sendo o maior segmento dentro da indústria em geral (54% de participação do PIB em 2023, CNI (2023)), o segmento de transformação sozinho pode não explicar o resultado do todo. Estudos posteriores poderiam analisar todos os setores da indústria (e todos os seus segmentos), realizar a validação da relevância das suas respectivas variações de desempenho nas taxas anuais de crescimento da indústria como um todo, para então validar a hipótese da desindustrialização. Tais estudos poderiam ainda buscar compreender quais são os motores da queda do desempenho do setor da indústria e seus efeitos no desenvolvimento econômico brasileiro (geração de bem-estar em função do crescimento econômico), assim como

poderiam validar que o pouco investimento (ou a decisão de investimento do empresariado) em Inovação explica o fenômeno da desindustrialização precoce.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou o papel da inovação como motor do desempenho das firmas, no contexto da indústria de transformação brasileira. Analisamos metadados trienais do IBGE no período de 2008 a 2017 para os 24 subsetores que compõem a indústria de transformação. Associando a taxonomia de inovação setorial foi possível agrupar tais subsetores em alta ou média-baixa atividade inovativa e fazer uma análise crítica da validade do modelo e das heterogeneidades intrasetoriais.

Utilizando um modelo de regressão com dados em painel dinâmico foi possível analisar os sinais e o impacto das variáveis selecionadas, assim como a persistência de efeitos fixos ao longo do tempo. Existem evidências de que a inovação tem um papel relevante no desempenho dos setores da indústria de transformação. Por outro lado, esta não pode ser considerada a principal força motriz do desempenho neste segmento. Isso pode indicar que, visando maximização de utilidade do output (ou produto), o empresariado tem colocado mais esforços em encontrar a combinação ótima dos insumos de produção (ativos, mão de obra e materiais) em detrimento ao investimento em inovação (seja de processo, produto, marketing ou organizacional; incremental ou disruptiva), ou ainda, pode indicar que o setor não atingiu o grau máximo de desenvolvimento (maturidade) no qual a tecnologia e a inovação tem um comprovado papel de protagonismo. Quando analisamos o modelo dentro do segmento com menor heterogeneidade - o de alta tecnologia (que engloba, por exemplo, os ramos de automotivo e farmacêutico); confirmamos que, mesmo havendo indícios de que a inovação é parte fundamental da estratégia de diferenciação e geração de vantagem competitiva; não existem indicações de que a esta seja de fato o principal fator determinante do desempenho deste grupo.

Entre as contribuições, este trabalho permite a definição de estratégias organizacionais e corporativas que sejam focadas em aumentar a taxa de inovação de forma a obter rendimentos superiores no longo prazo. Recomenda-se, portanto, que empresas do setor de indústria de transformação priorizarem os investimentos em inovação de forma a maximizar a geração de receita e de valor agregado no longo prazo, ou como forma a reduzir a desaceleração precoce da desindustrialização, garantindo que alcancemos o patamar de maior renda per capita possível dentro da jornada de industrialização. De forma complementar, as firmas deveriam desenvolver estratégias que evitem a destruição de valor futuro, isto é, evitar que as empresas que não inovam percam (ou comprometam) sua vantagem competitiva, evitar que percam poder de mercado e reduzir o risco de não-perpetuidade ou existência. Podem

ainda ser desenvolvidas políticas públicas de fomento à inovação como forma de retardar a desindustrialização do país (ou de forma evitar a desindustrialização prematura). Tais políticas poderiam compor os planos desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil, permitindo por exemplo, reduzir os custos e fomentar o acesso às tecnologias habilitadoras como a inteligência artificial, realidade aumentada, gêmeos digitais, internet das coisas, manufatura aditiva. Tais políticas poderiam ainda conter ações específicas para antecipar a mitigação dos riscos associados ao uso de dados industriais (cibersegurança) e à possível falta de mão de obra capacitada para trabalhar com tais tecnologias (desenvolvimento de capital humano através de conhecimento, capacitação).

Dentre as limitações do trabalho está a pouca disponibilidade de dados desagregados de inovação para a indústria de transformação ou dados desagregados (públicos e confiáveis) a nível das firmas. As pesquisas do IBGE foram realizadas em frequência trienal até o ano de 2021, quando foi lançada uma nova versão da pesquisa (complementar à anterior) que contempla dados semestrais e tem a introdução de novos indicadores. Dados mais granulares permitiriam aumentar o número de observações e poderiam melhorar a robustez do modelo proposto. Não foi possível ainda validar o impacto da pandemia (2020-2022) no desempenho do segmento de transformação ou na alteração de suas dinâmicas de crescimento, geração de resultado, analisar se este choque disruptivo trouxe aumento ou levou à redução no desempenho das firmas da indústria de transformação.

REFERÊNCIAS

- AGHION, P.; HOWITT, P., *Endogenous Growth Theory*, **Cambridge, MA: MIT Press**, 1998.
- AGHION, P. AND P. HOWITT, 'A model of growth through creative destruction,' **Econometrica**, 60(2), 323–351.1992.
- ARELLANO, M. AND S. BOND "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations." **Review of Economic Studies**, Vol. 58, pp. 277-297. 1991.
- ASIEDU, M.; EFFAH, N. A. A.; ARTHUR, B. Innovation and Firm Productivity in Central America. **Journal of the Knowledge Economy**, 2023.
- ATALAY, M.; ANAFARTA, N.; SARVAN, F. The Relationship between Innovation and Firm Performance: An Empirical Evidence from Turkish Automotive Supplier Industry. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 75, p. 226–235, 2013.
- BABINA, T. et al. Artificial Intelligence, Firm Growth, and Industry Concentration. **SSRN Electronic Journal**, 2020.
- BALDWIN, J. R.; GU, W.; YAN, B. Export Growth, Capacity Utilization, and Productivity Growth: Evidence from the Canadian Manufacturing Plants. **Review of Income and Wealth**, v. 59, n. 4, p. 665–688, 2013.
- BISZTRAY, M.; DE NICOLA, F.; MURAKÖZY, B. High-growth firms' contribution to aggregate productivity growth. **Small Business Economics**, v. 60, n. 2, p. 771–811, 2023.
- BOGLIACINO, F.; PIANTA, M. The Pavitt Taxonomy revisited: patterns of innovation in manufacturing and services. **Economia Politica**, v. 33, n. 2, p. 153–180, 2016.
- CAPELLO, R.; LENZI, C.; PERUCCA, G. The modern Solow paradox. In search for explanations. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 63, p. 166–180, 2022.
- CHANDRASHEKAR, D. et al. Effect of Innovation on Firm Performance — The Case of a Technology Intensive Manufacturing Cluster in India. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 16, n. 07, p. 1950052, nov. 2019.

CRUZ, P. A. M.; DINIZ, M. J. T. A eficiência das inovações tecnológicas no Brasil: uma análise sobre a indústria de transformação. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 46, n. 3, 2015.

DIAZ, M. A.; SANCHEZ, R. Firm size and productivity in Spain: a stochastic frontier analysis. **Small Business Economics**, v. 30, n. 3, p. 315–323, 2008.

DVOULETÝ, O.; BLAŽKOVÁ, I. Exploring firm-level and sectoral variation in total factor productivity (TFP). **International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research**, v. 27, n. 6, p. 1526–1547, 2 ago. 2021.

Evolução da escassez de insumos e matérias primas durante a pandemia | Blog do IBRE. Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/evolucao-da-escassez-de-insumos-e-materias-primas-durante-pandemia>>. Acesso em: 8 jul. 2023.

FOSTER, L.; HALTIWANGER, J.; KRIZAN, C. J. **Aggregate Productivity Growth: Lessons from Microeconomic Evidence**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1998. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w6803.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

GONÇALVES, Eduardo; RIBEIRO, Danielle Reis de Souza; FREGUGLIA, Ricardo da Silva. Migração de mão de obra qualificada e inovação: um estudo para as microrregiões brasileiras. **Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, 2012.

HATZICHRONOGLOU, Thomas. Revision of the high-technology sector and product classification. 1997.

IEDI, C. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. 2019. Disponível em: <<https://www.iedi.org.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

IPEA, SACCARO JUNIOR, NILO LUIZ. Projeto Competitividade e Governança das Cidades Médias do Brasil: referencial conceitual e metodológico: Relatório 1. 2022.

ISLAMI, X.; MUSTAFA, N.; TOPUZOVSKA LATKOVIKJ, M. Linking Porter's generic strategies to firm performance. **Future Business Journal**, v. 6, n. 1, p. 3, dez. 2020.

JAMES LEVINSOHN. Estimating Production Functions Using Inputs to Control for

Unobservables. 2003.

KIM, S.; PARK, D.; PARK, J.-H. Productivity Growth in Different Plant-size Groups in the Malaysian Manufacturing Sector*: productivity growth in different plant-size groups. **Asian Economic Journal**, v. 26, n. 1, p. 25–42, 2012.

KUME, L. Uma estimativa dos determinantes da taxa de criminalidade brasileira: uma aplicação em painel dinâmico. 2004.

LIBANIO, G.; C DIAS, A. V., PEREIRA DOS SANTOS, U., GUERRA FERREIRA, C., & CAROLINA LONDE, A. Inovação na indústria brasileira: uma análise a partir dos dados de um painel de empresas da Sondagem de Inovação. **Gestão e Sociedade**, v. 13, n. 35, p. 3011–3037, 2019.

MARCATO, M. B.; TORRACCA, J. Impactos da COVID-19 na indústria de transformação do Brasil. 2020.

MARQUES, M. D.; ROSELINO, J. E.; MASCARINI, S. Taxonomias tecnológicas e setoriais da indústria de transformação brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 18, p. 417–448, 14 jan. 2022.

MATTSSON, P.; MÅNSSON, J.; GREENE, W. H. TFP change and its components for Swedish manufacturing firms during the 2008–2009 financial crisis. **Journal of Productivity Analysis**, v. 53, n. 1, p. 79–93, fev. 2020.

MONTENEGRO, R. L. G.; DE ASSIS LIBANIO, G., RESENDE, M. F., CARDOSO, D. F. Atividade Econômica e Inovação na Indústria Brasileira: uma análise com dados em painel (2010-2016). **Brazilian Keynesian Review**, v. 6, n. 1, p. 15–37, 17 nov. 2020.

OLEG S., S. Industrial growth and technological prospects. **Journal of New Economy**, v. 23, n. 1, p. 6–23, 11, 2022.

PHILLIPS, M. A. Inefficiency in Japanese water utility firms: a stochastic frontier approach. **Journal of Regulatory Economics**, v. 44, n. 2, p. 197–214, out. 2013.

ROODMAN, D. How to do Xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata. 2009.

SAGIORO, Ricardo. Conhecimento, inovação e crescimento econômico: uma aplicação do Modelo de Solow ao Brasil. **ENCONTRO CIENTÍFICO DA CAMPANHA NACIONAL DAS ESCOLAS DA COMUNIDADE**, v. 2, 2004.

SALGADO BANDA, H.; BERNAL VERDUGO, L. E. Multifactor productivity and its determinants: an empirical analysis for Mexican manufacturing. **Journal of Productivity Analysis**, v. 36, n. 3, p. 293–308, 2011.

SHEN, G.; ZOU, J. Total Factor Productivity in China's Manufacturing Sector in the Aftermath of the Global Financial Crisis. **China & World Economy**, v. 31, n. 2, p. 1–25, 2023.

SHOUYU, C. **The Relationship between Innovation and Firm Performance: A Literature Review**. Proceedings of the 2017 7th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2017). Em: 2017 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL NETWORK, COMMUNICATION AND EDUCATION (SNCE 2017). Shenyang, China: Atlantis Press, 2017. Disponível em: <<http://www.atlantispress.com/php/paper-details.php?id=25883099>>. Acesso em: 21 maio. 2023

SILVA, L. S. L. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS INSTITUTO DE ECONOMIA. 2021.

SPESCHA, A.; WOERTER, M. Innovation and firm growth over the business cycle. **Industry and Innovation**, v. 26, n. 3, p. 321–347, 16 mar. 2019.

SQUEFF, GABRIEL COELHO. Desindustrialização: luzes e sombras no debate brasileiro , 2012.

STAM, E.; WENBERG, K. The role of R&D in new firm growth. 2009.

STEINGRABER, R. Inovação e produtividade: o papel dos sistemas de inovação para a indústria brasileira, 2009.

NUNES, T. F. B. Análise multivariada dos indicadores da indústria de transformação e perspectivas da indústria 4.0 no Brasil, 2021.

VARGAS, E. S. O comportamento da indústria de transformação brasileira entre 1996 e 2011: uma análise a partir de indicadores técnicos e econômicos. 2014.

VIEIRA, F. V. Indústria e Crescimento: Análise de Painel. 2013.

ZEHIR, C.; CAN, E.; KARABOGA, T. Linking Entrepreneurial Orientation to Firm Performance: The Role of Differentiation Strategy and Innovation Performance. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 210, p. 358–367, dez. 2015.

ZUCOLOTO, G. F.; TONETO JÚNIOR, R. Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 9, n. 2, p. 337–365, ago. 2005.

ANEXOS

Tabela 9: Composição do PIB

<i>Período</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Indústria</i>	<i>Serviços</i>	<i>PIB a Preços básicos</i>
2010	4,84	27,38	67,78	100,00
2011	5,11	27,17	67,72	100,00
2012	4,90	26,03	69,07	100,00
2013	5,28	24,85	69,87	100,00
2014	5,03	23,79	71,18	100,00
2015	5,02	22,52	72,46	100,00
2016	5,66	21,23	73,11	100,00
2017	5,34	21,12	73,54	100,00
2018	5,15	21,85	73,00	100,00
2019	4,89	21,80	73,31	100,00
2020	6,59	22,51	70,90	100,00
2021	8,77	23,60	67,64	100,00
2022	7,88	23,95	68,17	100,00

Fonte: <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/series-estatisticas-conjunturais-2/>

Tabela 10: Estrutura detalhada da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE

2.0

A	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
B	Indústrias extrativas
C	Indústrias de transformação
D	Eletricidade e gás
E	Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação
F	Construção
G	Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas
H	Transporte, armazenagem e correio
I	Alojamento e alimentação
J	Informação e comunicação
K	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados
L	Atividades imobiliárias
M	Atividades profissionais, científicas e técnicas
N	Atividades administrativas e serviços complementares
O	Administração pública, defesa e seguridade social
P	Educação
Q	Saúde humana e serviços sociais
R	Artes, cultura, esporte e recreação
S	Outras atividades de serviços
T	Serviços domésticos
U	Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais

Tabela 11: Estrutura detalhada cluster C Indústrias de transformação

10	Fabricação de produtos alimentícios
11	Fabricação de bebidas
12	Fabricação de produtos do fumo
13	Fabricação de produtos têxteis
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados
16	Fabricação de produtos de madeira
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
18	Impressão e reprodução de gravações
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis
20	Fabricação de produtos químicos
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
24	Metalurgia
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
28	Fabricação de máquinas e equipamentos
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
31	Fabricação de móveis
32	Fabricação de produtos diversos
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos

Tabela 12: Segmentação dos setores da indústria de transformação conforme seu grau de inovatividade (adaptado de Marques et. al. (2022)).

ALTO

-
- 20_Fabricação_de_produtos_químicos
 - 21_Fabricação_de_produtos_farmoquímicos_e_farmacêuticos
 - 26_Fabricação_de Equipamentos_de_informática, produtos_eletrônicos_e_ópticos
 - 29_Fabricação_de_veículos_automotores, reboques_e_carrocerias
 - 30_Fabricação_de_outras_equipamentos_de transporte, exceto_veículos_automotores

MED-BAIXA

-
- 10_Fabricação_de_produtos_alimentícios
 - 11_Fabricação_de_bebidas
 - 12_Fabricação_de_produtos_do_fumo
 - 13_Fabricação_de_produtos_têxteis
 - 14_Confecção_de_artigos_do_vestuário_e_acessórios
 - 15_Preparação_de_couros_e_fabricação_de artefatos_de couro, artigos_para_viagem_e_calçados
 - 16_Fabricação_de_produtos_de_madeira
 - 17_Fabricação_de_celulose, papel_e_produtos_de_papel
 - 18_ Impressão_e_reprodução_de_gravações
 - 19_Fabricação_de_coque, de_produtos_derivados_do_petróleo_e_de_biocombustíveis
 - 22_Fabricação_de_produtos_de_borracha_e_de_material_plástico
 - 23_Fabricação_de_produtos_de_minerais_não-metálicos
 - 24_Metalurgia
 - 25_Fabricação_de_produtos_de_metal, exceto_máquinas_e_equipamentos
 - 27_Fabricação_de_máquinas, aparelhos_e_materiais_elétricos
 - 28_Fabricação_de_máquinas_e_equipamentos
 - 31_Fabricação_de_móveis
 - 32_Fabricação_de_produtos_diversos
 - 33_Manutenção, reparação_e_instalação_de_máquinas_e_equipamentos