

## Análise multivariada dos indicadores da indústria de transformação brasileira

Tamires F. B. Nunes<sup>†</sup>, Roselaine R. Zanini, Daniel A. Coronel

Universidade Federal de Santa Maria

**Resumo:** A expressiva globalização da economia implica um ambiente econômico altamente competitivo, onde a perda da competitividade industrial resulta na redução da produtividade e geração de emprego, atenuando o processo de desindustrialização. O atual desempenho da manufatura brasileira torna a Indústria 4.0 uma oportunidade de inovar os processos de fabricação e contornar os problemas enfrentados pelo setor. O presente trabalho apresenta uma análise multivariada dos indicadores da indústria de transformação brasileira, com o objetivo compreender quais indicadores exercem maior contribuição na formação do PIB do setor. As análises indicaram que a empregabilidade e produtividade são os fatores com maior contribuição para formação do PIB do setor, mostrando-se coerente com a realidade industrial. Quanto às perspectivas da Indústria 4.0, será fundamental concentrar esforços para reverter o processo de desindustrialização precoce da economia brasileira para que então, seja possível estabelecer o processo de crescimento industrial por meio das ferramentas da Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Indústria de transformação; Indústria 4.0; Análise de agrupamento; Análise de componentes principais; Regressão linear múltipla.

**Abstract:** The expressive globalization of the economy implies a highly competitive economic environment, where the loss of industrial competitiveness results in the reduction of productivity and employment generation, attenuating the process of deindustrialization. The current performance of Brazilian manufacturing makes Industry 4.0 an opportunity to innovate manufacturing processes and overcome the problems faced by the industry. The present study presents a multivariate analysis of the indicators of the Brazilian transformation industry, with the objective of understanding which indicators make the greatest contribution to the formation of the sector's GDP. The analyses indicated that employability and productivity are the factors with the greatest contribution to the formation of the sector's GDP, being consistent with the industrial reality. As for the perspectives of Industry 4.0, it will be essential to concentrate efforts to reverse the process of early deindustrialization of the Brazilian economy so that it is possible to establish the process of industrial growth through the tools of Industry 4.0.

**Keywords:** Manufacturing industry; Industry 4.0; Cluster analysis; Principal component analysis; Multiple linear regression.

### Introdução

O setor industrial é o motor do crescimento econômico, conforme Kaldor (1966); contudo, a indústria de transformação brasileira vem perdendo participação no Produto Interno Bruto (PIB) conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), visto que sua participação, que chegou a perfazer 30% do PIB na década de 1980, passou para 13,3% em 2012 e, caso continue nesse ritmo, a projeção para 2029 é de menos de 10%.

Essa forte queda acendeu o debate de que a economia brasileira está passando por um processo de desindustrialização. Entre os que defendem a tese da desindustrialização, estão economistas como Cano (2012), Marconi (2015), Pochmann (2016) e Bresser-Pereira (2009; 2011; 2019).

Ainda nesta perspectiva, o processo de desindustrialização no Brasil é considerado um fenômeno precoce à economia em âmbito nacional, representando queda de competitividade nas exportações industriais, aumento de importações de bens de capital, de consumo e insumos industriais (CANO, 2012). De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2019b), o crescimento econômico e, a geração de emprego e renda de um país são comprometidos por sua perda de competitividade.

---

<sup>†</sup> Autora correspondente: [tamiresfbnunes@gmail.com](mailto:tamiresfbnunes@gmail.com).

Atualmente o desenvolvimento do setor manufatureiro está diretamente ligado à Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, termo cunhado pelo Fundador e Presidente do Fórum Econômico Mundial, Klaus Schwab (SCHWAB, DAVIS, 2018). Seus conceitos surgiram em 2011 na Feira de Hannover, quando o governo alemão lançou o projeto Plataforma Indústria 4.0 (*Plattform Industrie 4.0*), visando ao desenvolvimento de alta tecnologia direcionada a promover a integralização informacional em sistemas automatizados (SACOMANO et al., 2018).

A iniciativa do governo alemão com universidades e empresas privadas teve como objetivo elaborar um programa estratégico capaz de estimular o desenvolvimento dos sistemas de produção para aumentar a produtividade e a eficiência da indústria nacional (ALMEIDA, 2019; SACOMANO et al., 2018).

A Indústria 4.0 traz o conceito de manufatura inteligente ao propor soluções digitais a partir de um conjunto de tecnologias capazes de associar o mundo físico, digital e biológico, produzindo, dessa forma, um impacto profundo e exponencial em toda cadeia produtiva (FRANK et al., 2019). De acordo com tendências atuais, os conceitos da Indústria 4.0 irão impactar intensamente a economia em um âmbito global, influenciando diversas variáveis macroeconômicas, como PIB, investimentos, índices de consumo, empregabilidade, inflação, entre outros (SHWAB, DAVIS, 2018).

Em um panorama geral, a indústria de transformação possui grande representatividade nas atividades industriais, na geração de empregos, de conhecimento, de arrecadação tributária, sendo uma fonte potencial de competitividade para o setor industrial do país. Explorar as potencialidades da manufatura brasileira é uma oportunidade para apoiar a formulação de estratégias direcionadas a alavancar a competitividade do setor, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social dos brasileiros.

Diante do retrocesso da manufatura instaurado pelo processo de desindustrialização precoce no país e tendo em vista o potencial da indústria de transformação brasileira para geração de riqueza, torna-se relevante compreender o comportamento do setor por meio dos indicadores que ilustram seu desempenho e permitem verificar sua contribuição para o crescimento econômico e social do país.

O processo de desindustrialização brasileiro tem sido amplamente avaliado pelo peso da indústria de transformação no PIB do país (MORCEIRO, 2012) e políticas de manufatura agregada (MORCEIRO, GUILHOTO, 2019), enquanto a maioria das avaliações da desindustrialização, num âmbito internacional, abordam o processo sob a perspectiva da evolução do emprego no setor manufatureiro (TREGENNA, 2016). Desta forma, a presente pesquisa se concentra em analisar o desempenho da indústria de transformação, atualmente afetada pelo processo de desindustrialização, sob a ótica dos indicadores industriais da manufatura, estabelecendo uma visão global do setor, com o objetivo de compreender como estes indicadores contribuem para o PIB do setor.

Os indicadores industriais, disponibilizados pela CNI, permitem monitorar as atividades industriais e mapear sua evolução. A pesquisa é realizada com a participação de doze estados, que representam 93,9% do PIB industrial do país. São eles: Amazonas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CNI, 2019c).

O desempenho da manufatura também é monitorado pela ótica da competitividade, sob a qual é acompanhada a evolução competitiva da indústria brasileira em relação aos seus principais parceiros comerciais: Estados Unidos, Argentina, China, Alemanha, México, Japão, França, Itália, Coreia do Sul, Países Baixos e Reino Unido (CNI, 2019a).

Para atingir ao objetivo proposto, técnicas estatísticas multivariadas de apoio à tomada de decisão foram aplicadas, permitindo identificar os indicadores que refletem com mais intensidade impactos no desempenho competitivo da manufatura. Em paralelo, propõe-se a análise das perspectivas da adoção dos conceitos da Indústria 4.0 no setor industrial.

O presente trabalho está dividido em 5 seções, além desta introdução. A seção 2 apresenta a fundamentação teórica, a qual discorre sobre a importância da indústria de transformação, o processo de desindustrialização e a Quarta Revolução Industrial. Na seção 3, metodologia, os procedimentos adotados para o desenvolvimento do presente trabalho são apresentados, seguida da análise e das discussões dos resultados e, após, a conclusão do trabalho.

## Fundamentação teórica

A manufatura é uma fonte potencial de geração de riquezas para o país e movimenta tanto o mercado interno quanto o externo, pesquisas de desenvolvimento, arrecadação de tributos e empregos formais. O setor industrial representa um dos setores com maior relevância para a economia, fazendo com que sua competitividade seja fundamental para o desenvolvimento econômico do país (SILVA et al., 2019).

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, CNAE (2019), a indústria total engloba a indústria extrativista, de construção, de transformação e de serviços industriais de utilidade pública, enquanto a indústria de transformação ou manufatura envolve atividades de transformações físicas, químicas e biológicas de materiais, substâncias e componentes para a fabricação de produtos novos. Segundo a CNAE (2019), a indústria de transformação é dividida em vinte e quatro grupos de classificação, entre eles: produtos alimentícios, têxteis, vestuário, químicos, farmoquímicos e farmacêuticos, equipamentos de informática, veículos, entre outros.

Em 2018, a participação do segmento industrial no emprego formal foi de 14,5%, possuindo o terceiro maior salário médio entre os demais segmentos industriais, a indústria extrativista possui o maior salário médio seguida dos serviços industriais de utilidade pública (CNI, 2020b; 2020d). Com participação de 26,6% na arrecadação de tributos federais, a indústria de transformação é o segmento com maior arrecadação tributária, seguido dos serviços industriais de utilidade pública, indústria de construção e indústria extrativista, estimativas de 2018 (CNI, 2020d).

A manufatura lidera os investimentos empresariais em P&D, com 67,6% de participação, sendo os setores que mais investem em P&D, o setor automotivo, máquinas e equipamentos, equipamentos de transporte, químicos e farmoquímicos e farmacêuticos, de acordo com dados de 2017 (CNI, 2020d). Apesar de demonstrar um segmento com importantes oportunidades econômicas e competitivas, a indústria de transformação teve seu percentual de participação no PIB reduzido em 2018, com 11,3%, menor percentual registrado desde 1947 (Figura 1).



Figura 1. Percentual de participação da indústria de transformação no PIB (1947-2021)

Fonte: Adaptado de Morceiro (2021).

Entre 1947 e 2018, destacam-se dois períodos distintos de participação da indústria de transformação no PIB: o primeiro, entre 1950 e 1985, compreende o Processo de Substituição de Importações (PSI), caracterizando-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, abertura econômica desordenada, altas

de juros, problemas cambiais, dentre outras questões, os quais se refletiram na queda da geração de empregos formais e número de estabelecimentos brasileiros (FIESP, CIESP, 2019).

A redução da participação da indústria na geração de emprego e no valor adicionado pode ocorrer devido a transferências de atividades manufatureiras para o exterior, aumentando as exportações de produtos tecnologicamente avançados e maior valor adicionado, neste caso a desindustrialização é considerada “positiva”. Ou de forma reversa, quando a exportação ocorre na direção dos commodities, produtos primários, com baixo valor adicionado e/ou tecnológico, nestes casos a desindustrialização é considerada “negativa” (OREIRO, FEIJÓ, 2010).

Segundo Soares et al. (2012), a participação do setor industrial na geração de emprego e no valor adicionado é afetada negativamente pela taxa de câmbio devido aos seus impactos sobre a formação bruta de capital fixo e saldo da balança comercial. De acordo com Gala (2008) e Soares et al. (2012), uma política cambial adequada, por razões tecnológicas, contribui para que economias em desenvolvimento evitem problemas relativos à desindustrialização, ao desenvolver taxas de câmbio que tornam sua moeda competitiva.

As discussões sobre o processo de desindustrialização da economia brasileira se dão sob a ótica de duas teorias, uma defendida pelos chamados “novo-desenvolvimentistas” e a outra, pelos chamados “economistas ortodoxos” (OREIRO, FEIJÓ, 2010). Enquanto a primeira teoria defende que o processo de desindustrialização por que o país vem passando nos últimos 20 anos é causado pela combinação da abertura financeira, valorização e apreciação do câmbio, a segunda afirma que as transformações econômicas das últimas décadas não afetaram a indústria negativamente, pelo contrário, a apreciação do câmbio favoreceu a aquisição de máquinas importadas e equipamentos com tecnologia avançada, resultando na modernização da indústria brasileira e expansão da produção (SCHWARTSMAN, 2009).

No âmbito da economia brasileira, o debate sobre o processo de desindustrialização, conforme Colombo, Felipe e Sampaio (2019), pode ser dividido em quatro grandes grupos: ortodoxos, novos desenvolvimentistas, estruturalistas e industrialistas, os quais têm visões e soluções diferentes para esta questão. A vertente ortodoxa entende que, para fomentar o setor industrial, o fundamental é uma maior abertura comercial e ganhos de produtividade e a flexibilização das leis trabalhistas; os autores do novo desenvolvimentismo entendem que a economia brasileira passa por um processo de desindustrialização, e as causas são a abertura comercial, as altas taxas de juros e o câmbio valorizado; a vertente estruturalista entende que, para a reversão do processo de desindustrialização, são necessárias medidas protecionistas, bem como uma política industrial consistente; por fim, os autores da vertente industrialista entendem que, para a reversão do processo de desindustrialização, o fundamental é uma forte política industrial com ênfase na inovação tecnológica (COLOMBO, FELIPE, SAMPAIO, 2019).

No Brasil, o processo de desindustrialização apresenta aspectos negativos, sendo considerado um fenômeno precoce à economia em âmbito nacional, representando queda de competitividade nas exportações industriais, aumento de importações de bens de capital, de consumo e insumos industriais (CANO, 2012). Os problemas enfrentados pela manufatura têm na adoção dos conceitos e tecnologias da Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial uma oportunidade para alavancar a competitividade industrial e estabelecer estratégias para recuperação do setor.

As revoluções de forma geral exprimem um desencadeamento de mudanças ocasionadas por novidades tecnológicas capazes de alterar estruturas sociais e sistemas econômicos (SCHWAB, 2016). A primeira revolução industrial, entre 1760 e 1840, foi marcada pela invenção da máquina a vapor, dando início à produção mecânica. A segunda revolução industrial, com início no final do século XIX modificou os processos produtivos por meio da introdução da eletricidade e das linhas de montagem, caracterizando a produção em massa. A terceira revolução industrial, com início na década de 1960, conhecida como revolução digital, foi marcada pelo advento do computador, computação em mainframe, computadores pessoais e internet.

A Quarta Revolução Industrial, manufatura avançada ou Indústria 4.0, surgiu com o conceito de fábricas inteligentes, que permitem a criação de um mundo no qual os sistemas físicos e virtuais interagem entre si de forma flexível, enfatizando a conectividade entre homem e máquina (SACOMONO et al., 2018; SCHWAB, DAVIS, 2018). A Indústria 4.0 envolve um conjunto de alta tecnologia conectada à internet com a finalidade de tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos (SANTOS et al., 2018). A evolução dos meios digitais forma a base dessa revolução que impacta diretamente em mudanças econômicas,

empresariais, na estrutura dos negócios, da sociedade e de indivíduos (SCHWAB, DAVIS, 2018), apresentando um mundo multifacetado e interconectado onde tecnologias presentes geram novas tecnologias.

A adoção dos conceitos e tecnologias da Indústria 4.0 tem sido considerada fator-chave para melhorar a produtividade e promover o crescimento econômico e, conseqüentemente, garantir a sustentabilidade das empresas de manufatura (ROSIN et al., 2019), refletindo-se na geração de empregos. Tendo em vista as oportunidades da Indústria 4.0 para o crescimento econômico, o governo federal brasileiro, juntamente com o Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior (MDIC) e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), criaram a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 com o intuito de fomentar a geração de conhecimento sobre os conceitos da Indústria 4.0, financiabilidade para a Indústria 4.0, promoção do desenvolvimento tecnológico, entre outros a fim de garantir mudanças significativas na produção, na gestão industrial e comercial, que conduzirão à maior produtividade, a menores preços e ao gerenciamento inteligente de processos, produtos e pessoas.

## Metodologia

O presente estudo consiste na análise da influência dos indicadores da indústria de transformação na formação do Produto Interno Bruto (PIB) do setor no Brasil, possuindo caráter descritivo e explicativo. Para o desenvolvimento das análises, o *software Statistica* versão 9.1 foi utilizado. A metodologia aplicada na pesquisa (Figura 2) compreende as etapas de: (1) coleta de dados via web; (2) análise de correlação; (3) análise exploratória dos dados e; (4) resultados e discussões.

Os indicadores de competitividade da indústria de transformação brasileira, assim como seus indicadores industriais, foram extraídos do site da Confederação Nacional da Indústria ([www.portaldaindustria.com.br/cni/](http://www.portaldaindustria.com.br/cni/)). E a variável macroeconômica Produto Interno Bruto da indústria de transformação e o Valor Adicionado Bruto do setor foram extraídos da base dados macroeconômicos, financeiros e regionais do país, Ipeadata (<http://ipeadata.gov.br/beta3/>).

A análise de correlação entre as variáveis foi realizada com o intuito de verificar a intensidade de relação entre as variáveis, os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman (FÁVERO, BELFIORE, 2020) foram utilizados. A etapa 3 apresenta a análise exploratória dos dados, por meio das técnicas multivariadas Análise de Agrupamento, Análise de Componentes Principais e Regressão Linear Múltipla. As técnicas exploratórias ou técnicas de interdependência são importantes ferramentas para diagnosticar o comportamento de um conjunto de dados (FÁVERO, BELFIORE, 2020).

A análise exploratória se deu por meio das técnicas de Análise de Agrupamento, Análise de Componentes Principais e Regressão Linear Múltipla. A Análise de Agrupamento (AA) foi aplicada inicialmente para observar a dinâmica de relação entre as variáveis, resultando em agrupamentos dos objetos com características comuns, baseada em cálculos de distância. Consiste em uma técnica de análise descritiva e não inferencial, que permite a observação do comportamento dos dados por meio da formação dos agrupamentos (FÁVERO, BELFIORE, 2020; HAIR JR. et al., 2009).

A distância euclidiana e o método Ward foram utilizados durante a AA. A distância euclidiana, assim como o método Ward, é a mais utilizada no desenvolvimento de análises de agrupamento (VICINI et al., 2018; MINGOTI, 2005). Como a técnica é sensível à diferença de medidas, utilizou-se a padronização dos dados para sua aplicação, pois as variáveis possuem diferentes unidades de medida. A análise gráfica dos agrupamentos é realizada por meio de um dendrograma, onde o eixo vertical apresenta o nível de similaridade das variáveis e, no eixo horizontal, os indicadores na ordem de agrupamento.

A Análise de Componentes Principais (ACP) visa à redução da dimensionalidade dos dados por meio de componentes principais que representam combinações lineares de um conjunto de variáveis (FERREIRA, 2018). Ressalta-se que a redução da dimensão do conjunto de dados por meio da ACP não acarreta a eliminação dos dados originais, apenas realiza sua representação a partir de combinações lineares (VICINI et al., 2018). Assim, considera-se a ACP uma técnica intermediária empregada como ferramenta de apoio, servindo como dados de entrada para uma regressão múltipla, análise de cluster ou análise fatorial, por exemplo (SIMAR, HÄRDLE, 2003).

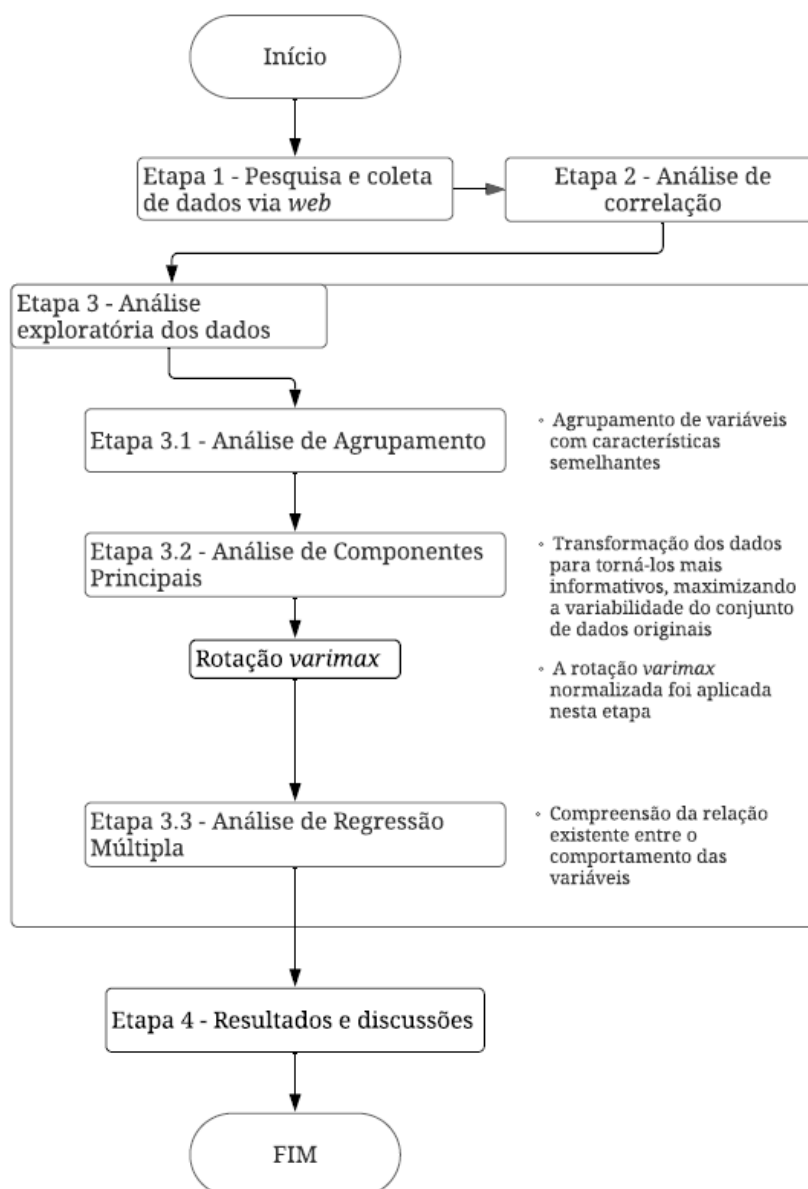


Figura 2. Fluxo de pesquisa

Fonte: Organização dos autores.

A porcentagem acumulada de variação, considerando como ponto de corte 60% a 90%, é utilizada como critério de seleção dos componentes principais (JOLLIFE, 2020). A rotação varimax normalizada foi realizada com o objetivo de tornar os fatores rotacionados mais simples de interpretar. Quando a rotação é feita, a variação total dentro do subespaço m-dimensional girado continua sem alteração (JOLLIFFE, 2002; VICINI et al. 2018).

A análise de Regressão Linear Múltipla (RLM) foi desenvolvida após os dados serem observados sob a ótica dos agrupamentos e sua dimensionalidade reduzida pela ACP, os componentes principais foram utilizados como dados de entrada para RLM. As técnicas de regressão são provavelmente as mais utilizadas para análises de dados em que se busca entender a relação existente entre o comportamento de determinado fenômeno juntamente com o comportamento de uma ou mais variáveis preditoras, sendo que essa relação não é obrigatoriamente de causa e efeito (FÁVERO, BELFIORE, 2020).

Para realização da análise de RLM, os seguintes procedimentos são necessários: (i) verificação da relação linear entre a variável dependente e as variáveis independentes; (ii) verificação da existência de regressão – teste ANOVA; (iii) análise do coeficiente de determinação; (iv) estimação dos coeficientes de regressão e reta de regressão ajustada; (v) análise de correlações parciais; e (vi) análise dos resíduos (FÁVERO, BELFIORE, 2020; WOOLDRIDGE, 2002). O nível de significância considerado para RLM foi  $\alpha = 0.05$ .

A análise de correlação parcial avalia o potencial de redundância dos preditores, os componentes principais CP1 e CP2, utilizados para ajuda da reta de regressão, obtiveram tolerância igual a 1, indicando que não são variáveis redundantes.

A capacidade de explicação do modelo de regressão ou o percentual de variação da variável dependente Y, explicado pela variabilidade das variáveis explicativas, é analisada pelo coeficiente de ajuste, explicação ou determinação da regressão  $R^2$  (FÁVERO, BELFIORE, 2020). A análise de correlação parcial avalia o potencial de redundância dos preditores, valores de tolerância próximos de zero indicam alto grau de redundância.

A análise de resíduos necessária para validação do modelo estimado compreende as análises: (i) normalidade dos resíduos; (ii) média zero dos resíduos; (iii) homoscedasticidade dos resíduos; (iv) independência serial dos resíduos; (v) existência de observações espúrias (outliers); (vi) não-aleatoriedade das variáveis independentes; e (vii) análise de colinearidade (FÁVERO; BELFIORE, 2020). Durante a análise de resíduos do modelo proposto, a reta de regressão ajustada atendeu todos os pressupostos para a validação do modelo estimado.

As variáveis microeconômicas setoriais, indicadores de competitividade da indústria de transformação brasileira, assim como seus indicadores industriais, foram utilizadas durante as análises, assim como a variável macroeconômica Produto Interno Bruto da indústria de transformação e o Valor Adicionado Bruto do setor. O período de 2006 a 2018 foi considerado para a coleta dos dados, sendo 25 variáveis selecionadas para o estudo, cada uma com 13 observações anuais, totalizando 325 observações anuais. As variáveis utilizadas são descritas no Quadro 1, no qual se pode observar os indicadores de competitividade, os indicadores industriais, os indicadores econômicos e as variáveis que os compõem.

## Análise e discussões dos resultados

A análise de correlação inicial indicou que apenas as variáveis IC-CAC – CE, IC-CAC – CEL, IC-CC – CUT, IC-ICI – CT, II – E, II – HT possuíam baixas correlações com o indicador econômico IE – PIB – IT, participação da indústria de transformação no PIB. Os coeficientes de correlação de *Spearman* para as variáveis indicadas são, respectivamente, -0.15, 0.37, 0.04, -0.02 e 0.36. Apesar da análise de correlação não demonstrar associação significativa entre os indicadores e o PIB da indústria de transformação, tais indicadores permitem verificar o desempenho do setor, indicando possíveis influências externas que estejam afetando a produtividade da indústria. As demais variáveis apresentaram correlações moderadas a altas com o indicador IE – PIB – IT.

Os coeficientes de exportações representam a parcela da produção industrial destinada às vendas para outros países. Após crescimento, entre 2014 e 2016, o indicador se mantém relativamente estável nos dois anos seguintes. Este comportamento está atrelado à recuperação da produção doméstica, que tem acompanhado o aumento das exportações em 2017 e 2018. A dificuldade para o crescimento das exportações se dá pelo baixo dinamismo do comércio internacional e taxa de câmbio (INDICADORES CNI, 2019).

O custo unitário do trabalho, IC-CC – CUT, se mantém em queda desde 2012 em virtude da depreciação cambial. O custo unitário do trabalho efetivo apresenta queda quando a produtividade do trabalho efetiva aumenta, o salário médio real efetivo diminui e quando ocorre a depreciação da moeda brasileira. De forma inversa, o custo unitário do trabalho aumenta quando a produtividade apresenta queda, o salário aumenta e quando ocorre a apreciação da taxa cambial (INDICADORES DE COMPETITIVIDADE- CUSTO, 2020).

O indicador de custo tributário, IC-ICI – CT, demonstrou estabilidade ao longo da série analisada, tendo seu maior registro em 2018. A contribuição previdenciária da indústria aumentou, devido à redução de acordo de suspensão ou redução da jornada de trabalho e recuperação do emprego formal (INDICADOR DE CUSTOS INDUSTRIAIS, 2020).

Quadro 1. Descrição dos indicadores de competitividade, industriais, econômicos e as variáveis que os compõem

	INDICADOR	VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
COMPETITIVIDADE	Desempenho da indústria no mundo	DIM – PEMM	Participação nas exportações mundiais de manufaturados
		DIM – PVAMM	Participação no valor adicionado mundial de manufaturados
	Coeficientes de abertura comercial	CAC – CE	Coeficiente de Exportação
		CAC – CPI	Coeficiente de Penetração de Importações
		CAC – CIII	Coeficiente de Insumos Industriais Importados
		CAC – CEL	Coeficiente de Exportações Líquidas
	Produtividade na indústria	PI – PT	Produtividade do trabalho
	Competitividade custo	CC - CUT	Custo unitário do trabalho
	Indicadores de custos industriais	ICI - CI	Custos industriais
		ICI - CP	Custos com produção
ICI - CT		Custos tributário	
ICI - CCG		Custo com capital de giro	
ICI - CP/P		Custo de produção - Pessoas	
ICI - CP/E		Custo de produção - Energia	
ICI - CP/BINI		Custo de produção - Bens intermediários (nacionais e importados)	
ICI - CP/BIN		Custo de produção - Bens intermediários nacionais	
Indicadores industriais	II – E	Emprego	
	II - UCI	Utilização da capacidade instalada	
	II – F	Faturamento	
	II – HT	Horas trabalhadas	
	II – MS	Massa salarial	
	II - RMR	Rendimento médio real	
Indicadores econômicos	VA – IT	Valor adicionado da indústria de transformação	
	PIB – IT	Participação da indústria de transformação no PIB	

Fonte: Organização dos autores.

O indicador industrial emprego, II – E, apresentou queda significativa na empregabilidade entre 2014 e 2016, ou seja, o número de pessoas empregadas independentemente de estarem ligadas ao processo produtivo caiu por três anos seguidos e após manteve-se estável (INDICAORES INDUSTRIAIS, 2021). Normalmente este indicador acompanha o ritmo de produção, ou seja, quando a produtividade aumenta, há a tendência de



que também cresça a oferta de emprego. Porém, se a produtividade está atrelada à inserção tecnológica nos processos industriais, as ofertas de emprego podem apresentar recuo.

O indicador industrial horas trabalhadas, II-HT, indica a quantidade de horas dedicadas à produção, sendo também utilizado para mensurar a evolução da produtividade. Com a economia aquecida, este indicador tende a aumentar para que o crescimento da demanda seja atendido. Assim como o emprego, este indicador apresentou queda de 2014 a 2016, seguido de estabilidade (INDICADORES INDUSTRIAIS, 2021).

As associações e similaridades entre as variáveis também foram analisadas durante a Análise de Agrupamento (Figura 3), que apresenta o dendrograma com os agrupamentos identificados.

Os agrupamentos formados, Figura 3, demonstraram-se coerentes com o comportamento dos dados originais. Observa-se, por meio da análise gráfica e composição dos agrupamentos, que, em geral, os indicadores se distribuíram conforme seu agrupamento original e indicadores afins. A AA também permite observar os indicadores com potencial redundância, como os indicadores II – MS e IC-CC – CUT; II – RMR e II – F; IC-CAC – CEL e IC-CAC – CE; e II – HT e II – UCI. Também permitiu identificar os indicadores industriais que possuem maior proximidade com o PIB do setor: II – E, II – HT, II – UCI e IC-DIM – PVAMM.

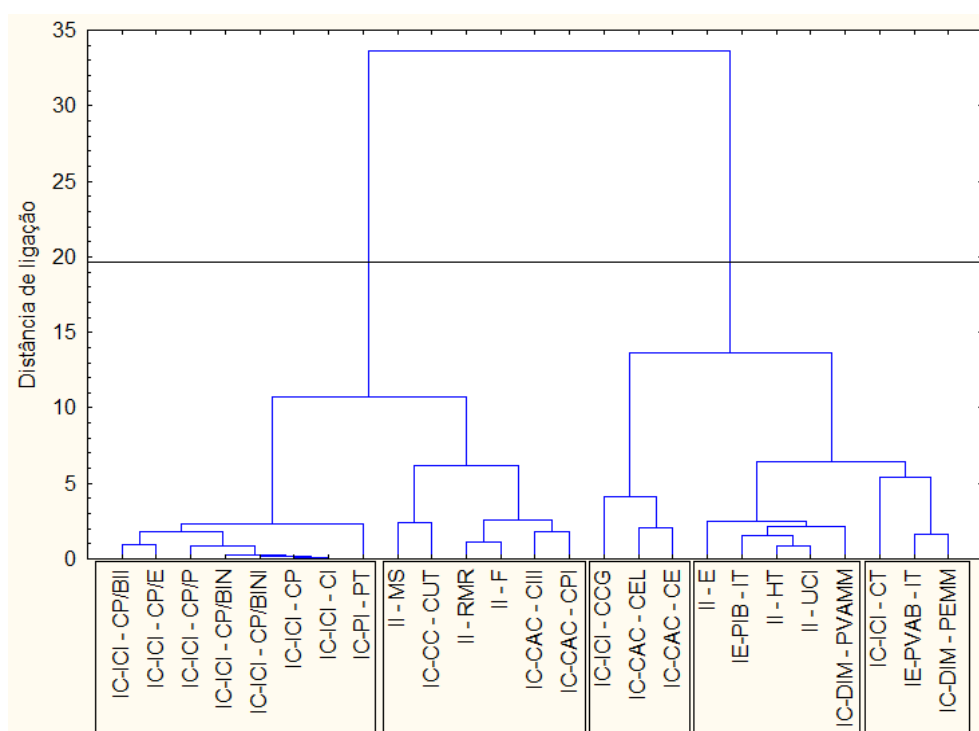


Figura 3. Análise de agrupamento das variáveis objeto de estudo

Fonte: Organização dos autores.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada com base na AA, e optou-se por retirar da análise os indicadores redundantes, mantendo os indicadores industriais que demonstraram maior afinidade com os indicadores econômicos. Foram incluídos os indicadores presentes nos grupos à esquerda e direita do agrupamento, no qual o PIB da indústria de transformação está presente, por estarem no mesmo conglomerado em uma visão macro do agrupamento. Os indicadores definidos para ACP foram: IC-DIM – PEMM, IC-DIM – PVAMM, IC-CAC – CE, IC-ICI – CT, IC-ICI – CCG, II – E, II – UCI e IE-PIB – IT como variável suplementar.

A aplicação da ACP independe da suposição de normalidade dos dados, as variáveis sob análise devem ser correlacionadas e, assim como a AA, a padronização se faz necessária para contornar os efeitos das diferentes unidades de medida. A porcentagem acumulada de variação foi considerada como critério de seleção dos Componentes Principais (CP). Assim, as CP 1 e CP 2 foram selecionadas por explicarem 77,61% das variações totais das medidas originais (Tabela 1).

Tabela 1. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente

Número de componentes	Autovalores			
	Extração das componentes principais			
	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores Acumulados	% da variância explicada acumulada
1	3,74	53,38	3,74	53,38
2	1,70	24,23	5,43	77,61
3	1,02	14,57	6,45	92,18
4	0,32	4,57	6,77	96,75
5	0,17	2,39	6,94	99,14
6	0,04	0,54	6,98	99,68
7	0,02	0,32	7,00	100,00

Fonte: Organização dos autores.

A contribuição das variáveis na formação dos componentes principais rotacionados (rotação varimax) é apresentada na Tabela 2, na qual observa-se que os indicadores com maior contribuição para formação do CP1 são IC-DIM – PEMM, IC-DIM – PVAMM e II – UCI, enquanto que os indicadores que mais contribuíram para formação CP2 foram: IC-CAC – CE e II – E.

Tabela 2. Composição dos CP's rotacionadas

Variáveis	CP1	CP2
IC-DIM – PEMM	<b>0,9636</b>	0,0711
IC-DIM – PVAMM	<b>0,8701</b>	0,4632
IC-CAC – CE	-0,1588	<b>-0,9202</b>
IC-ICI – CT	0,2431	0,0053
IC-ICI - CCG	0,4574	-0,3908
II – E	0,2538	<b>0,9293</b>
II – UCI	<b>0,7465</b>	0,6128

Os valores destacados correspondem a valores superiores a 0.7

Fonte: Organização dos autores.

O primeiro componente principal derivado do maior autovalor explicou 53,38% da variância no conjunto de dados, sendo que as variáveis que mais contribuem com esse componente são os indicadores de competitividade, que representam o desempenho da indústria no mundo: Participação nas Exportações Mundiais de Manufaturados (IC-DIM - PEMM) e Participação no Valor Adicionado Mundial de Manufaturados IC-DIM - PVAMM). Também apresentou contribuição significativa com o CP1, o Indicador Industrial – Utilização da Capacidade Instalada (II - UCI), desta forma o CP1 representa o valor da transformação industrial em termos de produtividade e participação de mercado. Enquanto o segundo componente principal derivado do segundo maior autovalor explicou 24,23% da variância do conjunto de dados, sendo que as variáveis que mais contribuíram para formação desse componente foram o Indicador de Competitividade – Coeficiente de Abertura Comercial – Coeficiente de Exportação (IC-CAC – CE) e Indicador Industrial – Emprego (II – E), representando a empregabilidade.

Na economia mundial, a estabilidade de participação do emprego no setor se estabilizou, entre 1970 e 2010 (FELIPE, MEHTA, 2016), diminuindo em países desenvolvidos e aumentando em países em desenvolvimento. No período da industrialização, entre 1940 e 1980, a empregabilidade da manufatura brasileira aumentou de 7.4% para 16.1% (MORCEIRO, 2019). Em 1986, a indústria de transformação alcançou um pico de participação no PIB de 27.3%, atingindo 16.2% na empregabilidade do setor. Mesmo diante disso, a manufatura demonstrou uma baixa absorção de mão de obra durante o período de industrialização (MORCEIRO, 2019).

O processo de desindustrialização brasileiro, iniciado no final da década de 1980, começou com as altas taxas de crescimento demográfico, intensa transferência da força de trabalho da agropecuária para a indústria de transformação, o qual contribuiu para a incapacidade do setor em criar empregos o suficiente para absorver a população (MORCEIRO, 2019). Neste período, o país não aplicava teorias básicas da cartilha de desenvolvimento como aumentar a produtividade, assim como a renda per capita, transferindo mão de obra dos setores de baixa produtividade (agropecuária) para setores que apresentavam maior produtividade (manufatura e serviços) (MORCEIRO, 2019).

A expansão populacional aliada à inserção tecnológica no setor industrial, entre 1950 e 1980, promoveu a incapacidade do setor em absorver a transição da mão de obra rural-urbana, contribuindo para o processo de desindustrialização precoce. Além disso, a partir dos anos de 1990, as altas taxas de juros combinadas com a taxa de câmbio apreciada no longo prazo resultaram no enfraquecimento de investimentos privados, fazendo com que empresas competitivas no âmbito administrativo e tecnológico reduzissem seu potencial competitivo (BRESSER-PEREIRA, 2019).

A baixa absorção da mão de obra na manufatura brasileira, no período de industrialização, mostrou-se inferior à registrada em países que atingiram maturidade industrial e atualmente são considerados economias desenvolvidas., refletindo a incapacidade do setor na geração de emprego em números suficientes para absorver o crescimento da população urbana, decorrente do processo de migração rural para área urbana (BAER, 1985).

O país teve êxito na implantação industrial do complexo metal-mecânico-químico e nas indústrias de bens de consumo não duráveis (MORCEIRO, 2019). Entretanto, a indústria de informática e produtos eletrônicos, setores característicos da terceira revolução industrial, não foram implantados com sucesso, fazendo com que o processo de industrialização ocorresse de forma parcial no país.

Em estudos recentes, Morceiro (2019) levantou cinco hipóteses para a baixa absorção da mão de obra, na manufatura brasileira, durante a industrialização: (i) industrialização tardia; (ii) o país não atingiu a última etapa do processo de industrialização: exportações, principalmente de bens de capital e tecnologia avançada (o que explica a baixa correlação entre o coeficiente de exportação com o PIB da manufatura); (iii) curta duração da participação do emprego no setor; (iv) incapacidade em atingir maturidade industrial; e (v) simultaneidade da industrialização e crescimento populacional, fazendo com que as tecnologias absorvessem grande parte da mão de obra. Assim, observa-se o aumento da produtividade em termos de tecnologia e redução da oferta de emprego em virtude da mesma.

Os componentes principais rotacionados CP1 e CP2 foram utilizados como dados de entrada para a análise de Regressão Linear Múltipla (RLM). A análise de correlação, utilizada para verificar a existência de ligação entre duas ou mais variáveis e a intensidade dessa associação (FIELD, 2009), demonstrou que os componentes principais rotacionados CP1 e CP2 possuem correlação moderada a forte com o PIB da indústria de transformação, 0.46 e 0.77 respectivamente.

A análise da variância verificou a existência de regressão linear significativa ( $p=0.003$ ), com  $R^2$  de 0.8093. O coeficiente de determinação  $R^2$  para o modelo estimado igual a 0.8093, ou seja, aproximadamente 80.93%, indica o percentual de variação do PIB da indústria de transformação que pode ser explicado pelas variáveis regressoras CP1 e CP2.

Os coeficientes de regressão (Tabela 3), por serem estimados a partir de componentes principais padronizados, são independentes de escala de medidas ou magnitudes. Neste caso, os coeficientes Beta correspondem aos coeficientes de regressão parciais padronizados correspondem aos valores de B, coeficientes não padronizados. Da mesma forma, o intercepto é igual a zero em virtude da utilização de componentes principais padronizados.

Tabela 3. Coeficientes de regressão linear múltipla estimados

	Coeficientes de regressão estimados					
	Beta	EP Beta	B	EP B	t(10)	p-valor
Intercepto			-	-	-	-
CP1	0,4640	0,1381	0,4640	0,1381	3,3601	0,0072
CP2	0,7707	0,1381	0,7707	0,1381	5,5807	0,0002

Fonte: Organização dos autores.

Estima-se que o acréscimo em 0.4640 no PIB da indústria de transformação com o aumento do componente principal CP1 e o acréscimo de 0.7707 com o aumento do CP2, assim, observa-se que o componente principal CP2 é mais importante para fins de previsão do PIB da indústria de transformação.

Os coeficientes padronizados são usados para expressar a contribuição de cada uma das variáveis. Desta forma, a partir da Tabela 3, é possível verificar a contribuição relativa das variáveis para explicação do modelo. A Contribuição relativa =  $(0.7707 - 0.4640) / 0.4640 = 0.6608$ , demonstra que o CP2 é 66.08% mais eficiente que o CP1 para previsão do PIB.

O crescimento do PIB indica aumento da produtividade, como também da demanda por mão de obra, mesmo que esta não esteja diretamente ligada aos processos produtivos. Quando as pessoas produzem, seja bens ou serviços, produzem valor, ou seja, atividades que geram renda mesmo que não seja um emprego formal. Ao contrário, quando o PIB decresce, também se perdem condições de vida, de emprego e de trabalho.

As análises multivariadas demonstraram que o fator empregabilidade foi o componente com maior contribuição para formação do PIB do setor. A desindustrialização do emprego é explicada de forma convencional pelo grau de progresso tecnológico (LAWRENCE, EDWARDS, 2013). O rápido crescimento da manufatura devido à inserção tecnológica reduz a absorção da mão de obra (RODRIG, 2016). Deste modo, para que o processo de desindustrialização não se agrave, a mão de obra da manufatura deveria ser redistribuída entre os demais setores econômicos.

O Brasil apresenta elevado grau de desindustrialização precoce em setores de alta e média-alta tecnologia, ocorrendo de forma heterogênea entre os setores de manufatura, sendo um processo específico do setor (MORCEIRO, GUILHOTO, 2019). A incapacidade do setor produtivo industrial brasileiro em acompanhar o avanço tecnológico, aliado a altas taxas de câmbio, transferência de plantas da indústria e a financeirização da economia, promovem a continuidade da desindustrialização presente no país (POCHMANN, 2016). Em países desenvolvidos, o processo de desindustrialização está associado ao crescimento da produtividade industrial da manufatura, ao aumento da geração de emprego e à alta qualificação de mão de obra, que, conseqüentemente, transfere trabalhadores para outros segmentos econômicos, resultando em um crescimento total da economia (ROWTHORN, RAMASWAMY, 1999).

A diferença estrutural entre a cadeia produtiva brasileira e as das nações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é responsável pelo baixo esforço tecnológico da indústria de transformação do país, fazendo com que o esforço tecnológico da indústria brasileira seja limitado (ZUCOLOTO, TONETO JÚNIOR, 2005). Desta forma, a coordenação do regime macroeconômico aliado a uma política industrial estratégica é fundamental para o desenvolvimento econômico e social, devendo ser a principal prioridade do Brasil (NASSIF et al., 2018).

A incapacidade de indução de mudanças persistentes no comportamento inovador das empresas é uma das principais razões para o fracasso das políticas no Brasil e na América Latina (SUZIGAN et al., 2020). Segundo estudos promovidos pela FIESP (2019), para reverter a desindustrialização, é crucial promover estratégias competitivas de recuperação delineadas por alta tecnologia e inovação, políticas industriais e tecnológicas amplas e efetivas, o que pode ser visualizado no estudo de Coronel et al (2014).

De acordo com o Mapa Estratégico da Indústria 2018-2022 (CNI, 2019a), o crescimento acelerado das tecnologias está estimulando cada vez mais a indústria mundial, e novos conceitos e tecnologias como digitalização, internet das coisas, economia circular e de baixo carbono auxiliarão no curso da evolução e

aumento da competitividade da indústria brasileira. Diante desse panorama, tem-se na Indústria 4.0 um desafio e uma oportunidade para o crescimento econômico e competitividade da indústria brasileira (KUMAR et al., 2020). Desafios em termos de investimentos tecnológicos nas plantas industriais, adoção, mão de obra qualificada e oportunidade de utilizar seus conceitos e ferramentas disruptivas para transformar a manufatura em fonte de emprego, produtividade e desempenho econômico, com alto poder de personalização, baixo custo, qualidade e resposta de serviço.

Apesar da continuidade do processo de desindustrialização prematuro afetar a economia brasileira e a manufatura do país ser considerada “imatura”, com elevado grau de heterogeneidade no que tange aos níveis de produtividade quando comparado com outras indústrias, o setor industrial tem oportunidades para promover mudanças estruturais a partir de manobras industriais e políticas tecnológicas, gerando a modernização do setor manufatureiro e, desta forma, atingindo maturidade produtiva por meio da inovação, impactando significativamente na competitividade do país (NASSIF et al., 2018).

## Conclusão

A tendência de desindustrialização, embora atinja diversos setores, somente alguns explicam a maior parte da diminuição da indústria de transformação no PIB, em sua maioria os setores com intensiva tecnologia e conhecimento. A análise multivariada dos indicadores da indústria de transformação permitiu observar quais indicadores industriais contribuem com mais intensidade para a formação do PIB do setor, evidenciando o processo de desindustrialização pela ótica do desempenho dos indicadores industriais da manufatura, demonstrando a importância da produtividade e da empregabilidade para alavancar o crescimento econômico e competitivo do país.

A análise de regressão linear múltipla demonstrou que os componentes principais CP1 e CP2 são capazes de explicar 80.93% da variação do PIB da indústria de transformação, mostrando-se coerente com a realidade do setor, na qual a redução da participação da indústria na geração de emprego e no valor adicionado corroboram para o processo de desindustrialização.

O novo paradigma industrial criado pela Indústria 4.0 demanda por desenvolvimento de estratégias que contemplem as necessidades atuais da manufatura, entretanto a incapacidade do país em acompanhar o processo de industrialização das revoluções industriais anteriores se torna uma barreira para a manufatura absorver as tecnologias atuais e dimensionar o desenvolvimento em termos de produtividade e empregabilidade. Portanto, torna-se crucial a promoção de estratégias competitivas de recuperação delineadas por alta tecnologia e inovação, políticas industriais e tecnológicas amplas e efetivas para que a geração de empregos, a produtividade e o desempenho econômico do país sejam estimulados.

O presente estudo apresentou uma explanação geral sobre a contribuição dos indicadores da indústria de transformação para formação do PIB da manufatura, buscando compreender quais as perspectivas da Indústria 4.0 para manufatura brasileira, limitando-se a estabelecer uma visão global do desempenho da indústria de transformação por meio do impacto de seus indicadores na formação do PIB do setorial. Para estudos futuros, sugere-se uma análise setorial mais específica dos setores da indústria de transformação com grau de desindustrialização, identificando as tecnologias disruptivas capazes de promover sua competitividade e desenvolvimento econômico do setor, assim como dimensionar a empregabilidade e a produtividade para que o processo de desindustrialização não se agrave ou seja um impeditivo de crescimento econômico e social.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Referências

- ALMEIDA, P. S. de. (2019). Indústria 4.0: Princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial. São Paulo: Érica.
- BAER, W. (1985). Industrialização e o desenvolvimento econômico do Brasil (6. ed.). Rio de Janeiro: FGV.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. (2019). A taxa de câmbio no centro da teoria do desenvolvimento. 2011. Disponível em: [http://www.bresserpereira.org.br/papers/2011/11.24.Macro\\_cambio\\_teorias\\_desenvolv\\_n\\_destin.pdf](http://www.bresserpereira.org.br/papers/2011/11.24.Macro_cambio_teorias_desenvolv_n_destin.pdf).
- BRESSER-PEREIRA, L. C. Brasil vive desindustrialização. Economia, Tecnologia, v. 22, 2010.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. Globalização e competição: porque alguns países emergentes têm sucesso e outros não. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. (2019). 40 anos de desindustrialização. Jornal dos economistas, jun 2019. Disponível em: <http://www.bresserpereira.org.br/documento/7636>.
- CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS (2019). CNAE versão 2.0. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-atividades-economicas>.
- CANO, W. (2012). A desindustrialização no Brasil. Economia e Sociedade, 21, p. 831-851.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2019a). Mapa estratégico da indústria 2018-2022. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/mapa-estrategico-da-industria/downloads/>.
- COLOMBO, A. O.; FELIPE, E. S.; SAMPAIO, D. (2019). A desindustrialização no Brasil: um processo, várias vertentes. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DA ASSOCIAÇÃO KEYNESIANA BRASILEIRA. Anais... Campinas (SP) IE-UNICAMP. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/akb/172464-a-desindustrializacao-no-brasil--um-processo-varias-vertentes>
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2019b). Metodologia de custos industriais. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicador-de-custos-industriais/>.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2019c). Metodologia de indicadores industriais. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/e3/25/e32545bc-21e4-4684-93d8-1e0aecf61679/indicadoresindustriais\\_metodologia\\_versao\\_2\\_5.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/e3/25/e32545bc-21e4-4684-93d8-1e0aecf61679/indicadoresindustriais_metodologia_versao_2_5.pdf).
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2020d). Perfil da Indústria Brasileira. Disponível em: <http://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/#/industria-transformacao>.
- CORONEL, D. A et al. (2014). Política industrial e desenvolvimento econômico: a reatualização de um debate histórico. Revista de Economia Política, 34, (1), p. 103-119.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. (2020). Manual de análise de dados – Estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata® (1. Ed.). Rio de Janeiro: LTC.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP) E CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE ESTADO DE SÃO PAULO (CIESP). (2019). Departamento de Economia,

Competitividade e Tecnologia: Panorama da indústria de transformação brasileira (18. ed.). Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/o-processo-de-desindustrializacao/>.

FELIPE, J.; MEHTA, A. (2016). Deindustrialization? A global perspective. *Economics Letters*, 149, p. 148-151.

FERREIRA, D. F. (2018). *Estatística Multivariada* (3. ed.). Lavras, MG: Editora UFLA.

FIELD, A. (2009) *Descobrimo a estatística usando o SPSS* (2. ed.). Porto Alegre: Artmed.

FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALAM N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 201, p. 15-26.

GALA, P. (2008). Real Exchange rate levels and economic development: theoretical analysis and econometric evidence. *Cambridge Journal of Economics*, 32, p. 273-288.

HAIR JR., J. F. et al. (2009). *Análise multivariada de dados* (6. ed.). Porto Alegre: Bookman.

INDICADORES CNI (2019). Coeficientes de abertura comercial, 9, (1). Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/99/0d/990d818d-fad2-463e-816e-f4c06360dba5/coeficientesdeaberturacomercial\\_numero1\\_2019.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/99/0d/990d818d-fad2-463e-816e-f4c06360dba5/coeficientesdeaberturacomercial_numero1_2019.pdf).

INDICADORES DE COMPETITIVIDADE-CUSTO (2020). Indicadores econômicos CNI, 3, (1). Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicadores-de-competitividade-custo/>.

INDICADOR DE CUSTOS INDUSTRIAIS (2020). Indicadores econômicos CNI, 9, (3). Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicador-de-custos-industriais/>.

INDICADORES INDUSTRIAIS (2021). Estatísticas. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicadores-industriais/>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). Contas Nacionais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais.html>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE (2020). Contas Regionais do Brasil. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/>.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (2019). Ipeadata. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>.

JOLLIFFE, I. T. (2002). *Principal componente analysis* (2. ed.). New York: Springer Verlag.

KALDOR, N. (1966). *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom*. Cambridge: Cambridge University Press.

KUMAR, S.; SUHAIB, M.; ASJAD, M. (2020). Industry 4.0: Complex, disruptivem but inevitable. *Management and Production Engineering Review*, 11, (1), p. 43-51.

LAWRENCE, R. Z.; EDWARDS, L. (2013). US Employment deindustrialization: Insights from history and the international experience. *Peterson Institute for International Economics*, p. 13-27.

MARCONI, N. A doença holandesa e o valor da taxa de câmbio (2015). In: OREIRO, J. L.; DE PAULA, L. F. de.; MARCONI, N. (Org.). A teoria econômica na obra de Bresser-Pereira. Santa Maria: Ed. UFSM.

MINGOTI, S. A. (2005). Análise de dados por meio de métodos de estatística multivariada: Uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG.

MORCEIRO, P. C. Desindustrialização na economia brasileira no período 2000-2011: abordagens e indicadores. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

MORCEIRO, P. C. (2019). Industrialização e Desindustrialização Brasileira pela Ótica do Emprego. Informações Fipe, 463, p. 27-32.

MORCEIRO, P. C.; GUILHOTO, J. J. M. (2019). Desindustrialização setorial e estagnação de longo prazo da manufatura brasileira. TD Nereus, p. 152-167.

NASSIF, A.; BRESSER-PEREIRA, L. C.; FEIJÓ, C. (2018). 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, p. 355-381.

OREIRO, J. L.; FEIJÓ, C. A. (2010). Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. Revista de Economia Política, 30, (2), p. 219-232.

OREIRO, J. L. et al. Revisiting the growth of the Brazilian economy 1980-2012 (2018). PSL Quarterly Review, 71, (285).

POCHMANN, M. (2016). Brasil sem industrialização: a herança renunciada. Ponta Grossa: Editora UEPG.

RODRIK, D. (2016). Premature deindustrialization. Journal of Economic Growth, 21, (1), p. 1-33.

ROSIN, F. et al. (2019). Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. International Journal of Production Research.

ROWTHORN, R; RAMASWANY, R. (1999). Growth, trade and de-industrialization. IMF Staff Papers, 46, (1).

SACOMANO, J. B. et al. Indústria 4.0: Conceitos e fundamentos. São Paulo: Blucher, 2018.

SANTOS, M. M. D.; LEME, M. O.; STEVAN JR. S. L. (2018). Indústria 4.0: Fundamentos, perspectivas e aplicações. São Paulo: Érica.

SCHWAB, K. (2016). A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro.

SCHWAB, K; DAVIS, N. (2018). Aplicando a quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro.

SCHWARTSMAN, A. (2009). Uma Tese com Substâncias. Folha de São Paulo. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1908200909.htm>.

SILVA, M. L. et al. (2019). O setor industrial brasileiro: desafios e oportunidades. Revista de desenvolvimento econômico – RDE, 2, (4)3, p. 28-54.



SIMAR, L.; HÄRDLE, W. (2003) Applied multivariate statistical analysis. Alemanha: Springer. Disponível em: [http://www.leg.ufpr.br/lib/exe/fetch.php/wiki:internas:biblioteca:applied\\_multivariate\\_statistics.pdf](http://www.leg.ufpr.br/lib/exe/fetch.php/wiki:internas:biblioteca:applied_multivariate_statistics.pdf).

SOARES, C.; MULLER, A.; OREIRO, J. L. (2012). Uma análise empírica dos determinantes da desindustrialização no caso brasileiro (1996-2008). Working papers - Textos para Discussão do Departamento de Economia da Universidade de Brasília, 361, Departamento de Economia da Universidade de Brasília.

SUZIGAN, W.; GARCIA, R.; FEITOSA, P. H. (2020). Institutions and industrial policy in Brazil after two decades: have we built the needed institutions? Economics of innovation and new technology.

TREGENNA, F. (2016) Deindustrialisation: an issue for both developed and developing countries. In: WEISS, J.; TRIBE, M. (Ed.). Routledge Handbook of Industry and Development. London: Routledge.

VICINI, L. et al. (2018). Técnicas multivariadas exploratórias: teorias e aplicações no software STATISTICA®. Santa Maria, RS: Editora da UFSM.

ZUCOLOTO, G. F.; TONETO JÚNIOR, R. (2005). Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira uma comparação com países selecionados. Revista Economia Contemporânea, 9, (2) , p. 337-365.

WOOLDRIDGE, J. M. (2002). Introductory econometrics: a modern approach (2. Ed). Nashville: South-Western College Pub.