

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Pedro Augusto Lopes Soyer

**CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NOS SETORES DA
INDÚSTRIA EXTRATIVA E DA TRANSFORMAÇÃO: UMA ANÁLISE PARA O
CASO BRASILEIRO (1996-2019)**

Juiz de Fora

2024

Pedro Augusto Lopes Soyer

**CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NOS SETORES DA
INDÚSTRIA EXTRATIVA E DA TRANSFORMAÇÃO: UMA ANÁLISE PARA O
CASO BRASILEIRO (1996-2019)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Weslem Rodrigues Faria

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli

Juiz de Fora

2024

Lopes Soyer, Pedro Augusto.

CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NOS
SETORES DA INDÚSTRIA EXTRATIVA E DA TRANSFORMAÇÃO:
UMA ANÁLISE PARA O CASO BRASILEIRO (1996-2019) / Pedro
Augusto Lopes Soyer. -- 2024.

71 f.

Orientador: Weslem Rodrigues Faria

Coorientador: Fernando Salgueiro Perobelli

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz
de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em
Economia, 2024.

1. Produtividade do trabalho. 2. Convergência. 3. Indústria
extrativa. 4. Indústria da transformação. I. Rodrigues Farias, Weslem,
orient. II. Salgueiro Perobelli, Fernando, coorient. III. Título.

Pedro Augusto Lopes Soyer**Convergência da produtividade do trabalho nos setores da indústria extrativa e da transformação: uma análise para o caso brasileiro (1996-2019)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada. Área de concentração: Economia

Aprovada em 27 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Weslem Rodrigues Faria - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Fernando Salgueiro Perobelli - Coorientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a. Rosa Lívia Gonçalves Montenegro

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Vinicius de Almeida Vale

Universidade Federal do Paraná

Juiz de Fora, 02/02/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Weslem Rodrigues Faria, Professor(a)**, em 27/02/2024, às 10:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius de Almeida Vale, Usuário Externo**, em 27/02/2024, às 10:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosa Lívia Gonçalves Montenegro, Professor(a)**, em 27/02/2024, às 11:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Salgueiro Perobelli, Professor(a)**, em 29/02/2024, às 08:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1692089** e o código CRC **1B3083D1**.

A minha mãe e minha avó, que sempre me apoiaram
nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a minha família, principalmente minha avó, Juracy, e minha mãe, Ana Flávia, sem elas nada seria possível.

Agradeço também ao Gabriel, meu colega de apartamento e irmão que a vida me deu. Sempre me apoiando e auxiliando nessa caminhada. Ao Daniel Alvarez que sempre esteve disposto a ajudar e me dar conselhos.

Agradeço aos meus orientadores Weslem e Fernando, pela paciência, pelos ensinamentos e a disponibilidade para me ajudar.

Agradeço a todo corpo docente do PPG Economia/UFJF, foram de extrema importância para minha formação.

Por fim, agradeço a CAPES por me apoiar financeiramente durante todo esse processo.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo geral, a partir de dados dos estados brasileiros, analisar para um período mais recente se há convergência da produtividade do trabalho para os setores da indústria extrativa e transformadora desagregados, por meio da β e σ convergência para dois períodos, 1996-2007 e 2008-2019. Além disso, pretende-se investigar os resultados de convergência e divergência dos setores, determinando as possíveis causas. Os resultados indicaram que para o primeiro período, 19 dos 26 subsetores analisados apresentaram β -convergência significativa e somente um apresentou divergência significativa. Já para o segundo período, 18 dos 28 subsetores analisados apresentaram sinais de convergência significativos. Um setor destaque na análise foi o de extração de petróleo, para ambos os períodos o mesmo apresentou maior coeficiente convergência. Os resultados da convergência condicional mostraram que os estados brasileiros na maior parte dos setores estão convergindo para um determinado nível de produtividade do trabalho internamente. Com relação a convergência, em sua maioria, os setores estão convergindo para um menor nível de produtividade do trabalho no primeiro período analisado. Já para o segundo período, os setores convergiram para um maior nível de produtividade do trabalho. Este resultado corrobora com a teoria de que a produtividade do trabalho é pró-cíclica. Por fim, esta dissertação contribui com uma análise mais atual e de forma desagregada, para os setores da economia brasileira, tornando viável uma comparação da convergência da produtividade do trabalho entre o Brasil com os demais países. Com esta desagregação, se torna possível examinar de melhor forma os sinais de convergência dos setores da economia, evitando o viés de agregação.

Palavras-chave: Convergência. Produtividade do Trabalho. Indústria extrativa. Indústria da transformação.

ABSTRACT

The present dissertation aims, based on data from Brazilian states, to analyze for a more recent period whether there is convergence of labor productivity for the disaggregated extractive and manufacturing industry sectors, through β and σ convergence for two periods, 1996-2007 and 2008-2019. Additionally, the intention is to investigate the results of convergence and divergence of the sectors, determining the possible causes. The results indicated that for the first period, 19 out of the 26 analyzed subsectors showed significant β -convergence, with only one showing significant divergence. For the second period, 18 out of the 28 analyzed subsectors showed significant signs of convergence. An outstanding sector in the analysis was oil extraction, which showed the highest convergence coefficient for both periods. The results of conditional convergence showed that Brazilian states in most sectors are converging to a certain level of labor productivity internally. Regarding convergence, in most cases, the sectors are converging to a lower level of labor productivity in the first period analyzed. However, for the second period, the sectors converged to a higher level of labor productivity. This result corroborates the theory that labor productivity is pro-cyclical. Finally, this dissertation contributes with a more current and disaggregated analysis for the sectors of the Brazilian economy, making it possible to compare the convergence of labor productivity between Brazil and other countries. With this disaggregation, it is possible to better examine the signs of convergence of the economy sectors, avoiding the bias of aggregation.

Keywords: Convergence. Labor Productivity. Extractive Industry. Manufacturing Industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1	– Produtividade média do trabalho 1996 x 2007 (CNAE 1.0)	38
Gráfico 2	– Produtividade média do trabalho 2008 x 2019 (CNAE 2.0)	44
Gráfico 3	– σ -convergência para o setor de Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados 1996 x 2007	49
Quadro 1	– Resumo dos Trabalho Empíricos utilizados na revisão de literatura sobre Convergência	23
Quadro 2	– Descrição das variáveis selecionadas para o modelo	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Análise descritiva da produtividade do trabalho no setor extrativista e da transformação (1996 – 2007) em mil reais	35
Tabela 2	– Análise descritiva da produtividade do trabalho no setor extrativista e da transformação (2008 – 2019) em mil reais	40
Tabela 3	– Convergência absoluta da produtividade do trabalho dos setores extrativista e da transformação desagregados, para os estados brasileiros (1996-2007)	46
Tabela 4	– Convergência absoluta da produtividade do trabalho dos setores extrativista e da transformação desagregados, para os estados brasileiros (1996-2007)	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	REVISÃO TEÓRICA	13
2.1.1	MODELO DE SOLOW	13
2.1.2	MODELOS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO	15
2.2	REVISÃO EMPÍRICA	17
3	METODOLOGIA	26
3.1	MODELO DE CONVERGÊNCIA	26
3.2	β e σ CONVERGÊNCIA	28
3.3	BASE DE DADOS	31
3.4	ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS	34
4	RESULTADOS	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	60
	APÊNDICE A – Setores e seus respectivos códigos CNAES para a classificação 1.0 e 2.0	65
	APÊNDICE B - Setores da Indústria da transformação e suas respectivas classificações de intensidade tecnológica para CNAE 1.0 e 2.0.....	66

1 INTRODUÇÃO

A produtividade do trabalho tem papel de extrema importância para o crescimento e o aumento da competitividade dos países (Rossi Júnior e Ferreira, 1999). No caso brasileiro, a produtividade do trabalho foi responsável por cerca de 50% do crescimento do produto no período de 2000-2012 (Bonelli e Fontes, 2013; Barbosa Filho e Pessôa, 2014). Para um ganho de produtividade, mesmo sem a presença de avanços tecnológicos, uma realocação da mão de obra de setores menos produtivos para setores com maior eficiência é uma solução, gerando uma mudança estrutural na economia (Menezes Filho et al, 2014). Outro detalhe é a abertura comercial, que também favorece os ganhos de produtividade do trabalho. Esse efeito ocorre via aumento da participação de insumos estrangeiros na cadeia produtiva do país e maior pressão sobre os produtos nacionais, aumentando a competitividade (Rocha, 2007). Altos níveis de produtividade do trabalho estão ligados diretamente a anos de escolaridade, participação em atividades de inovação pelos colaboradores, desenvolvimento e investimento em P & D pelas firmas, experiência dos trabalhadores e comércio exterior (Catela et al, 2015).

Segundo Nassif et al (2015), os economistas estruturalistas consideram a indústria de transformação como uma das principais responsáveis pela difusão do progresso técnico. Assim, o desempenho do setor da transformação explica de forma significativa a produtividade agregada. Já o setor da indústria extrativa é considerado um setor que absorve equipamentos técnicos, gerando o aumento da sua produtividade do trabalho (Galeano e Wanderley, 2013). De acordo com Vasconcelos e Nogueira (2011), a partir da análise de dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), as diferenças de níveis de produtividade do trabalho para determinados tamanhos de empresas, tanto na indústria de transformação quanto na extrativa, é em razão da grande heterogeneidade entre as firmas, visto que as grandes empresas são responsáveis pelos maiores níveis de produtividade do trabalho.

Existe também uma relação entre produtividade do trabalho e ciclos econômicos. A produtividade média do trabalho diminui durante períodos de recessão e aumenta durante o período de expansão, confirmando sua característica pró-cíclica. Segundo Baily et al (2001), esse comportamento cíclico da produtividade do trabalho tem relação direta com três fatores: i) imperfeições de mercado ou tecnologia de produção não padronizada; ii) ajustamento dos dados em razão de possíveis erros de medição decorrentes, por exemplo, de alterações não captadas na utilização dos fatores; e iii) os choques tecnológicos são assumidos como a força motriz primária dos ciclos econômicos.

Em momentos de expansão, a demanda por mão de obra aumenta, tornando a oferta escassa. Essa escassez faz com que os requisitos mínimos para a contratação sejam reduzidos, diminuindo a qualidade dos trabalhadores. Já em momentos de contração, a demanda por mão de obra diminui, conseqüentemente, o contratante irá buscar manter uma mão de obra de maior qualificação e demitir a de menor qualificação primeiro (Reder, 1995). Essa qualificação do trabalhador tem relação direta com a produtividade do trabalho, uma vez que funcionários de maior qualificação se encontram mais aptos a utilizar as melhorias tecnológicas, gerando um crescimento da produtividade do trabalho mais veloz (Estrella, 2004).

Com relação aos períodos de recessão, estes têm ligação com o crescimento mais rápido das atividades que geram aumentos na produtividade do trabalho. Essas atividades que melhoram a produtividade do trabalho têm maior importância durante estes períodos, uma vez que esses investimentos auxiliam a resistir às dificuldades encontradas. Os ganhos de produtividade do trabalho durante uma recessão podem estar ligados a uma eliminação de firmas menos produtivas, que iram liberar recursos para as mais produtivas. Outro fator é em razão de um maior risco de falência durante uma recessão, obrigando as empresas a se reorganizar (efeito disciplina) (Saint-Paul, 1993).

A produtividade do trabalho no Brasil pode ter sido afetada de várias formas, tanto positivamente, quanto negativamente. O país e seus setores da economia passaram por inúmeras situações em sua história, como recessões, períodos de hiperinflação, crises mundiais, crises políticas, entre outras. Para resistir a estas conjunturas, foram necessárias algumas medidas. Em 1994, o Plano Real entrou em ação. O governo passava por um período de altas taxas de inflação e uma economia que era considerada relativamente fechada. Segundo Fochezatto e Stül (2007), para conter essa situação, houve um controle da taxa de câmbio, da oferta de moeda e da taxa de juros. Em uma primeira fase, o Plano Real gerou impactos positivos em alguns setores, como os mais dependentes das importações de insumos e equipamentos. Houve também um aumento da produtividade do trabalho e da competitividade da indústria brasileira a partir das privatizações no período (Rossi Júnior e Ferreira, 1999).

Após 14 anos, a crise mundial assolou o Brasil e o mundo em 2008. Inicialmente, o país não demonstrou variações em seus indicadores que gerassem algum tipo de preocupação. Mas, segundo Marques e Nakatami (2009), a partir do segundo semestre de 2008, a crise se agravou mundialmente e, conseqüentemente, foi sentida no Brasil. A produção, consumo e emprego apresentaram quedas em seus indicadores. Algumas medidas foram tomadas pelo governo da época, abrindo linhas de crédito, redução de impostos (imposto sobre produtos industrializados,

imposto sobre operações financeiras e o imposto de renda – pessoa física) e aumento no número de parcelas do seguro desemprego.

No ano seguinte, 2009, com o objetivo de controlar a crise mundial no país, o governo brasileiro fortaleceu seu programa de redução de IPI, prorrogando a política por mais um ano. Segundo Souza et al (2017), esta medida foi responsável pelo aquecimento das vendas, evitando assim quedas na produção e no nível de pleno emprego. Alguns setores foram favorecidos com essas medidas, principalmente o de fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e o setor de fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos, sendo seus principais produtos vendidos, respectivamente, os automóveis e os eletrodomésticos da linha branca. Para os próximos anos, foram mantidas as mesmas políticas de incentivos ao consumo, taxas de juros baixas, câmbio desvalorizado e redução de impostos (Cunha et al, 2015). Em 2010, a taxa de inflação começou a apresentar uma aceleração, permanecendo com tendência de alta em 2011. Com o objetivo de contê-la, em 2012, o governo tomou algumas medidas como o controle de tarifas, mantidas artificialmente via repasses do tesouro nacional (Mendonça, 2008).

Mas, desde o terceiro trimestre de 2013 até o fim do ano de 2014, segundo Rossi e Mello (2017), o Brasil passou por um processo de desaceleração na economia, consequência de uma condução falha da política econômica, fatores internacionais, institucionais e/ou jurídicos. Com todo este panorama, em 2015, o governo optou como medida um choque recessivo, que tinha como objetivo corrigir de uma só vez os desequilíbrios da economia brasileira. No que se refere aos preços administrados, com o fim do controle, foram gerados aumentos nos custos das empresas e uma queda na renda real das famílias. Outra fonte de custos para as firmas foram as mudanças na taxa de câmbio. Empresas com suas dívidas em dólar, agravaram ainda mais suas situações financeiras. Além disso, o câmbio, atingiu de forma direta a compra de bens de capitais e insumos importados, afetando a produtividade. Choques no câmbio afetaram também a inflação, reduzindo novamente os salários reais e gerando impactos negativos no consumo. Por fim, houve um aumento no custo do crédito, apresentando uma taxa básica de juros de 14,25% (Rossi e Mello, 2017; Sarti e Hiratuka, 2017).

Os anos de 2015 e 2016 então foram marcados por uma forte recessão, devido ao conjunto de medidas políticas de austeridade econômica tomadas em 2015. Neste período, a indústria brasileira apresentou seu pior desempenho histórico, superando uma evolução negativa que ocorreu no final de 2008 e início de 2009 (Sarti e Hiratuka, 2017). Além disso, o ano de 2016 é marcado pelo impeachment da Presidente Dilma Roussef, ocorrido no dia 31 de

agosto. Este acontecimento, afetou diretamente a agenda da política econômica, pois as ações do governo foram praticamente paralisadas (Paula e Pires, 2017).

Com uma nova agenda, segundo Oreiro e Paula (2019), os governos Temer (2016-2018) e Bolsonaro (2019) tentaram manter a continuidade em suas políticas econômicas. Neste período, o ritmo de recuperação econômica se manteve muito lento, com média 0,98% a.a. Os autores indicaram que existiam dois fatores que afetaram de forma profunda a estrutura produtiva. O primeiro é o efeito da histerese econômica. Este ocorre devido ao baixo crescimento econômico, afetado por uma série de situações. Por exemplo, a falta de investimentos em manutenção e modernização do estoque de capital existente, o tornando cada vez mais obsoleto; o desemprego de longo prazo, afetando a acumulação de capital humano, gerando perdas de treinamento e habilidades dos funcionários; entre outras situações. Estas situações citadas anteriormente, resultaram em perda de produtividade do trabalho e capital. O segundo fator é em relação a desindustrialização da economia brasileira, que foi considerada prematura. Este fenômeno estava relacionado principalmente à forte concorrência dos produtos chineses e o esmagamento das taxas de lucros. O câmbio apreciado no período e aumento dos salários acima da produtividade em certos segmentos, tem relação direta com este esmagamento. Cabe salientar que o fenômeno da desindustrialização acompanhou o aumento do coeficiente de importação da indústria de transformação. Setores como o têxtil; produtos de couro; borracha e produtos plásticos; produtos químicos; farmacêutico; máquinas e equipamentos, máquinas, equipamentos e material elétrico; estavam importando mais do que exportando (Marconi, 2019).

Neste contexto, o objetivo geral desta dissertação, a partir de dados dos estados brasileiros, é analisar para um período mais recente se há convergência da produtividade do trabalho para os setores da indústria extrativa e transformadora desagregados, por meio da β e σ convergência. De forma específica, pretende-se investigar os fatores que geraram a convergência ou a divergência dos setores, além de um exame com relação a intensidade tecnológica. A análise é dividida em dois períodos, 1996-2007 e 2008-2019. Esta divisão permite uma comparação entre o período antes da crise e pós crise de 2008.

Quando há convergência da produtividade do trabalho, isto indica que existe algum mecanismo de ajuste que reduza as diferenças de produtividade do trabalho entre os estados. Essa redução da diferença pode ocorrer de duas formas. A primeira é via ganho de produtividade do trabalho dos estados em determinado setor, por meio de uma transmissão intersetorial de inovações e tecnologias, aumento da concorrência, barateamento de insumos, crescimento da

produtividade total dos fatores, entre outros. A segunda forma é por meio da deterioração de um setor em determinados estados, gerando uma redução da produtividade do trabalho e, conseqüentemente, uma redução da diferença de produtividade entre os estados (Fochezatto e Stül, 2007; Wong, 2007). Além disso, segundo Kinfe Michael e Morshed (2019), a natureza da atividade econômica pode ter relevância no contexto de convergência da produtividade do trabalho. Por fim, os setores podem apresentar coeficientes de convergência similares, mesmo apresentando diferenças em outros aspectos.

No que se refere à literatura empírica sobre o tema, existem trabalhos que analisaram a convergência da produtividade do trabalho no Brasil, mas não para o período recente e nem de forma desagregada. Grande parte dos estudos¹, expostos na próxima seção desta dissertação, se concentram em uma análise até o ano 2005 e de forma agregada. Portanto, um estudo para um período mais recente de forma desagregada ainda é uma lacuna que deve ser preenchida.

Deste modo, este estudo auxilia a analisar como os setores e subsetores da economia se comportaram nos estados brasileiros durante o período mais recente. Os resultados de convergência ou não de um setor, podem ser valiosos para formuladores de políticas, uma vez que os mesmos buscam o crescimento e a diminuição das disparidades, facilitando a criação de políticas específicas para cada região e setor. Algumas medidas podem ser adotadas com o objetivo de aumento da produtividade do trabalho como os investimentos em capital humano, P & D, linhas de crédito especiais para aquisição de máquinas e equipamentos, entre outras. Além disso, os resultados encontrados são uma forma de avaliar os efeitos das forças econômicas durante o período de análise e como a produtividade do trabalho se comportou. Por fim, será possível uma comparação da convergência da produtividade do trabalho entre países e o Brasil, observando em que tipo de intensidade tecnológica cada economia apresenta convergência.

O restante desta dissertação está dividido em mais cinco seções. Além da introdução, na seção dois será apresentado a revisão de literatura, desmembrada em teórica e empírica; a terceira seção apresentará a metodologia, os dados utilizados e uma análise descritiva sobre a produtividade do trabalho; na quarta seção serão apresentados os resultados da análise de convergência e seus causadores; e por último, na quinta e última seção, as considerações finais.

¹ Ver Rossi Júnior e Ferreira (1999); Wong (2006); Wong (2007); Fochezatto e Stül (2007); Canêdo-Pinheiro e Barbosa Filho (2011); e Rodrik (2013).

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura está dividida em duas partes. A primeira é uma revisão teórica desmembrada em Modelo de Solow e modelos de crescimento endógeno, em que estes modelos são a base da teoria da convergência. Já na segunda parte, serão apresentados os estudos empíricos que foram cruciais para a presente dissertação.

2.1 REVISÃO TEÓRICA

2.1.1 MODELO DE SOLOW

Segundo Romer (2011), o modelo de Solow, um dos modelos mais tradicionais utilizados para análise de crescimento econômico, é considerado o ponto de partida para identificar os determinantes do crescimento. A produtividade do trabalho no modelo é apontada como uma das possíveis fontes de variação do produto por trabalhador.

O modelo base de Solow (1956) assume que existe somente um bem, cujo seu valor de produção é $Y(t)$. Parte deste produto é consumido e o restante é poupado e investido, a uma taxa s . O estoque de capital é $K(t)$, sendo que o investimento líquido é a taxa de variação do estoque de capital, dK/dt ou \dot{K} . Assim, a identidade básica do modelo para cada instante de tempo é:

$$\dot{K} = sY \tag{1}$$

A função de produção tem como *input* capital e o trabalho. Uma característica importante é que ela apresenta retornos constantes de escala, logo é homogênea de grau um. Tem-se então:

$$Y = F(K, L) \tag{2}$$

em que L cresce a uma taxa n .

Existem algumas possibilidades de crescimento no modelo, em que se considera um caminho de acumulação de capital com qualquer nível de crescimento da força de trabalho.

Para isso, Solow (1956) introduz uma nova variável r , que é a razão capital por trabalho. Assumindo que \dot{r} é a taxa de variação da razão capital por trabalho ao longo do tempo, algumas possibilidades podem ser testadas.

Quando $\dot{r} = 0$, a situação indica que a razão capital por trabalho é constante ao longo do tempo. Assim, o estoque de capital cresce a mesma taxa que a força de trabalho, que se expande a uma taxa n . Consequentemente, em razão dos retornos constantes de escala, a produção também crescerá a mesma taxa n .

Se $r \neq r^*$, existem duas possibilidades, $r > r^*$ ou $r < r^*$. No primeiro caso, r irá diminuir em direção a r^* . Já no segundo caso, r irá aumentar em direção a r^* . Isto indica então que independentemente do valor da razão capital por trabalho, o modelo tenderá ao estado de crescimento equilibrado. Caso o estoque de capital inicial se encontre abaixo da taxa de equilíbrio, o capital e a produção irão ascender mais rápido do que a força de trabalho até o momento em que a taxa de equilíbrio seja alcançada. Se este estoque de capital se encontrar acima da taxa de equilíbrio, o capital e a produção irão crescer de forma mais lenta que a força de trabalho. Com isto, se identifica que o modelo pode se ajustar a qualquer taxa de crescimento da força de trabalho dada e, consequentemente, irá ficar próximo de um nível de expansão proporcional constante.

Uma das extensões que Solow (1957) apresenta é a introdução da mudança técnica neutra no modelo. A palavra neutra se refere que existem mudanças na função de produção, porém não haverá alterações nas taxas marginais. Além disso, Solow (1957) define a mudança técnica como acelerações, desacelerações, qualificação dos trabalhadores, entre outros tipos de coisas que afetariam a produção ou a produtividade do trabalho. Portanto, tem-se:

$$Y = A(t)F(K, L) \tag{3}$$

em que $A(t)$ mede o efeito acumulado das mudanças ao longo do tempo e cresce a uma taxa g .

A partir da equação (3), com uma produção mais alta, automaticamente há mais poupança e investimento. Estes dois últimos fatores irão compor ainda mais a taxa de crescimento. Com relação a razão capital por trabalho, essa nunca chegará a um valor de equilíbrio, mas irá crescer de forma indefinida. Com o investimento em aumento contínuo, nenhuma aceleração do crescimento da força de trabalho será capaz de acompanhar seu crescimento. Por fim, no estado estacionário, o produto e o capital por trabalho crescem a uma mesma taxa, g .

Embora o modelo de Solow apresente resultados que contribuem para a teoria, o produto por trabalhador tem como sua fonte principal a eficiência do trabalho, que é dada. Se torna necessário então discutir esta variável. Os próximos modelos que serão apresentados irão buscar explicar um pouco mais sobre a eficiência do trabalho, sendo uma correspondência natural com o estoque de conhecimento.

2.1.2 MODELOS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

Os modelos neoclássicos eram ferramentas consideradas fracas na determinação do crescimento de longo prazo em meados da década de 1980, uma vez que não eram capazes de abordar as desacelerações das taxas de crescimento ou a convergência do produto per capita, por exemplo (Lucas, 1986; Barro e Sala-i-Martin, 2004). A necessidade de determinar como funciona o crescimento de longo prazo, fez com que fosse criada a teoria do crescimento endógeno. Nesses modelos, o progresso tecnológico não é considerado exógeno, como nas teorias anteriores, e admitem que os rendimentos do capital não apresentem retornos decrescentes. Alguns dos autores desse assunto consideram os transbordamentos e o processo de “*learning by doing*” como um dos principais geradores de capital humano, uma vez que este capital é o motor do crescimento econômico e está diretamente ligado à produtividade do trabalho. Outra parte, considerou o crescimento endógeno da inovação, ou mais conhecidos como schumpeteriano, enfatizando os retornos gerados do progresso técnico em razão das inovações admitidas de forma intencional pelos produtores (Martin e Sunley, 2000). Além disso, o termo endógeno faz referência a modelos que políticas públicas poderiam influenciar de forma permanente a taxa de crescimento (Jones, 2000). A seguir são apresentados os modelos de Romer (1986;1990), Lucas (1988) e o modelo AK, sendo os dois primeiros autores considerados os pioneiros no assunto.

No primeiro modelo apresentado por Romer (1986), o crescimento de longo prazo é impulsionado principalmente pela acumulação de conhecimento por agentes que buscam o lucro. Já o crescimento da produtividade, estava atrelado ao processo de imitação e a transmissão de conhecimento. Além disso, a criação de um novo conhecimento por determinada firma gera externalidades positivas, uma vez que o conhecimento produzido pode não ser perfeitamente patenteado ou mantido em segredo. A conclusão do modelo indica que é justificável o uso de medidas públicas, como a tributação e subsídios, com o objetivo de investimentos na produção de conhecimento. Pequenos choques nestas políticas podem ter papel importante sobre possíveis equilíbrios.

Lucas (1988), em seu modelo, apresenta que o treinamento e o “*learning by doing*” é tão importante quanto a escolarização na formação do capital humano. Consequentemente, um maior tempo despendido na aquisição de conhecimento fará com que aumente a taxa de acumulação de capital humano, aperfeiçoando tanto a produtividade do trabalho quanto a do capital físico. Além disso, para Lucas (1988), o ambiente também importa para o aprimoramento da produtividade do trabalho, em razão das interações sociais em determinados grupos. Por fim, a produção de bens que não proporcionam benefício imediato aos consumidores, também irão contribuir para o aperfeiçoamento da produtividade do trabalho no futuro.

Em seu segundo modelo, Romer (1990) assume três premissas. A primeira é que a mudança tecnológica está no cerne do crescimento econômico. A mudança tecnológica provê um incentivo para a acumulação contínua de capital e, em conjunto, ambas respondem por grande parte do aumento da produtividade do trabalho. A segunda premissa é que a mudança tecnológica surge na maioria das vezes em razão das demandas de mercado. Um novo conhecimento pode ser transformado em lucros. A terceira e última premissa é que as técnicas ou instruções para a produção de determinado produto é diferente de outros bens econômicos. Essas técnicas ou instruções podem ser usadas várias vezes sem nenhum custo adicional. Com relação aos setores da economia, para Romer (1990), o setor de P & D é base para os demais setores. São utilizados do capital humano e estoque de conhecimento para projetar novos bens de capital. A produção de pesquisa depende da quantidade de capital humano e do estoque de conhecimento disponível. Quanto maior for o estoque de projetos e de conhecimento, maior será a produtividade de um pesquisador. Além disso, uma maior integração dentro da economia entre pesquisadores é de extrema importância para o crescimento. Por fim, o autor conclui que os projetos de pesquisa trocam custos que incorrem imediatamente por frutos que serão colhidos no futuro. Portanto, a taxa de mudança tecnológica é sensível à taxa de juros. Com relação às políticas, o subsídio para produção de capital humano pode ser considerado o ideal. Uma maior alocação de capital humano leva a uma taxa de crescimento mais elevada.

Por último, de acordo com Jones (2000), um dos mais simples modelos que levou em consideração o crescimento endógeno, é o AK. Sendo uma de suas principais propriedades a ausência de retornos decrescentes do capital (Barro e Sala-i-Martin, 2004). No modelo, a taxa de crescimento da economia teve relação direta e positiva com a taxa de investimento. Consequentemente, medidas governamentais com o objetivo de aumentar de forma permanente a taxa de investimento, geraram ganhos permanentes na taxa de crescimento da economia. Este

modelo também apresentou uma previsão de Lucas (1988), em que o investimento permanente em acúmulo de conhecimento e/ou qualificações, geraram aumentos permanentes na taxa de crescimento.

2.2 REVISÃO EMPÍRICA

No que se refere a abordagem da convergência, encontram-se trabalhos com diversas metodologias, sendo as mais aplicadas a da β -convergência (convergir para um mesmo nível de produtividade) e σ -convergência (redução da dispersão durante o período analisado), utilizando-se de dados em *cross-section*, painel, entre outros. A seguir, são apresentados os trabalhos que auxiliaram a elucidar o tema, a partir da análise da convergência de renda e produtividade do trabalho.

Com relação a literatura internacional, Chanda e Panda (2016) apresentaram a importância do capital humano inicial. Os autores buscaram examinar as fontes de variação no crescimento da produtividade nos Estados Unidos da América. Foi realizada uma análise de convergência em nível setorial (bens e serviços), para o crescimento da produtividade do trabalho, produtividade multifatorial (PMF) e preço dos fatores, via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). A base de dados é composta por observações dos setores de bens e serviços em nível estadual, durante o período de 1980-2007. Os autores afirmaram que a produtividade do trabalho e o crescimento da PMF estão diretamente ligados a um capital humano inicial mais alto em ambos os setores. Além disso, resultados encontrados no estudo indicaram convergência absoluta para o setor de bens. Já para o setor de serviços, não apresentou resultados convincentes de convergência tanto para PMF quanto para a produtividade do trabalho. Isto pode ser explicado pela falta de convergência no crescimento salarial.

Kinfemichael e Morshed (2019) analisaram a convergência da produtividade do trabalho para os estados do EUA, a partir de dados em *cross-section* e altamente desagregados, por MQO. A justificativa de trabalhar desta forma é evitar o viés de agregação e oferecer informações valiosas para formuladores de políticas. Os autores analisaram o perfil de convergência para dois períodos, 1987-1997 e 1998-2015 (esta separação ocorreu devido uma mudança no sistema de classificação industrial), a partir da β -convergência. Os resultados mostraram que o processo de *catching-up* de alguns subsetores parou, como o de madeira e produtos de madeira, e por outro lado é detectado um novo processo de *catching-up* para outros subsetores, como o de impressão e publicação. É sugerido por meio dos resultados encontrados,

um enfraquecimento do processo de convergência para grande parte dos subsetores na maioria das regiões durante 1998-2015, tanto para dados agregados quanto desagregados.

Young et al. (2013) por meio de um *generalized method of moments* (GMM) estimou um modelo de análise de convergência condicional de renda para 22 estados, constituídos por 1921 condados dos EUA, buscando investigar a heterogeneidade nas taxas de convergência. Os autores concluíram que taxas de convergência e os níveis de renda são essencialmente não correlacionados, indicando que os estados mais pobres não apresentaram desvantagem inerente em atingir seus correspondentes mais ricos. As diferentes peculiaridades apresentadas por cada estado como indústrias predominantes, características culturais e instituições poderiam gerar diferentes taxas de convergência. Por último, há heterogeneidade significativa nas taxas de convergência em nível estadual no período de 1970-2010.

Young et al. (2008) apresentaram também outro estudo, mas este focado na comparação e relação entre β -convergência e σ -convergência. Os autores analisaram inicialmente a β -convergência nos EUA, para o ano de 1970-1998 em nível de condado por Mínimos Quadrados em 3 Estágios (MQ3E). Os resultados indicaram a presença de β -convergência em grande parte dos estados e para os EUA como um todo. Após isto, utilizando os mesmos dados, verificaram que a σ -convergência pode não ser detectada durante o período de análise ou em grande parte dos estados considerados individualmente. Estes resultados corroboram que a β -convergência é necessária, mas não suficiente para haver σ -convergência.

Já Rodrik (2013), analisou se há convergência incondicional do setor manufatureiro para 118 países em seu modelo de linha de base, utilizando como método o MQO com e sem efeitos fixos. Os resultados indicaram convergência da produtividade do trabalho independente da geografia, políticas ou outras influências. O coeficiente encontrado de convergência incondicional é grande, -2,9% ao ano. Outra estimação apresentada é de uma *cross-section* para o período de 1995 a 2005, analisando o setor manufatureiro desagregado. Os resultados indicaram que de 23 setores, 18 apresentaram coeficiente de β -convergência estatisticamente significativo. Para a σ -convergência, a maioria dos setores apresentaram queda na dispersão, sendo que alguns de forma drástica. Além disso, o autor destacou a redução de 10% da dispersão na manufatura como um todo.

Wong (2007) buscou em seu trabalho analisar os canais da decomposição do crescimento econômico, com destaque especial de que forma a convergência condicional é atingida, por meio de MQO. O crescimento pode ser afetado por meio de três canais:

acumulação de capital físico, obtenção de capital humano ou crescimento da produtividade total dos fatores (PTF). Para isto, o autor utilizou de duas amostras, a primeira composta por 23 países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), verificando se a convergência na produção por trabalhador é alcançada via crescimento da PTF ou acumulação de fatores. A segunda amostra contém 77 países, em que os membros da OCDE também participaram, sendo este modelo de linha de base para estimação. Os resultados apresentados para os 23 países mostraram que a taxa de crescimento da produtividade do trabalho converge a 1,94% para a produção inicial por trabalhador, 1,85% para a PTF e 0,52% para a acumulação do capital físico. Já a acumulação do capital humano diverge à taxa de 0,42% ao ano. Com isto, o crescimento mais rápido da PTF é responsável por cerca de 95% da convergência condicional da produtividade do trabalho entre os países da OCDE.

Em outro trabalho de Wong (2006), o autor analisou também a decomposição da convergência por MQO, mas neste por meio da β -decomposição. O objetivo é de forma direta decompor a convergência da produtividade agregada em três componentes: crescimento da produtividade setorial, fluxos de emprego entre setores com produtividades diferentes e sua interação. Para este exercício, foram utilizados 7 setores em 13 países da OCDE pelo período de 1970-90. A convergência agregada da produtividade da mão de obra foi estimada em 2,46%. Para os setores de manufatura e mineração, os resultados foram de 0,42% e 0,17%, respectivamente, mas não significativos. Um detalhe importante que o autor destaca é que um setor pode gerar contribuições para a convergência agregada, mesmo que este seja menos produtivo e não demonstre sinais de recuperação de produtividade, liberando recursos para os setores mais produtivos.

Já em relação à literatura nacional, Canêdo-Pinheiro e Barbosa Filho (2011) teve como objetivo examinar cada setor da economia brasileira e a evolução da produtividade. Além disso, pretenderam combinar a análise de convergência e uma decomposição *shift-share* do crescimento da produtividade para os estados brasileiros. Neste caso, foram decompostos dois conceitos de convergência, β e σ , e estimados via MQO. Os resultados do estudo indicaram que todos os setores da economia apresentaram β -convergência no período de 1985 a 2005, exceto os de Serviços de Transporte e Comunicação e Serviços de Administração Pública. Ademais, de todo um modo, a produtividade agregada também apresentou convergência para todos os períodos em análise. A β -convergência neste caso, foi explicada em grande parte pelo efeito do crescimento dentro dos setores, cerca de 78%. Em relação a σ -convergência, o efeito deslocamento foi um dos principais fatores para a redução da dispersão no período de 1985 a

1995. Mas, em uma análise do período como um todo, 1985 a 2005, o efeito crescimento apresentou maior contribuição.

O estudo de Fochezatto e Stül (2007) não apresentou convergência para os setores da indústria extrativa mineral, indústria de transformação, eletricidade, gás e água, apesar de uma melhora na posição relativa em um número expressivo de estados no período da década de 90. Os dados do estudo abrangeram os 8 setores e 27 estados brasileiros, no período de 1990 a 2000. Os autores utilizaram de um processo estacionário de primeira ordem de Markov para analisar a convergência, fugindo um pouco das técnicas tradicionais. Alguns outros resultados encontrados por Fochezatto e Stül (2007) merecem ser destacados. Primeiro, a situação inicial é um fator de relevância para o aumento da produtividade do trabalho. Além disso, as disparidades de produtividade do trabalho entre os estados aumentaram em razão do cenário macroeconômico vivido naquele período.

Outro estudo que corrobora com a ideia de que o momento macroeconômico vivido teve influência direta na produtividade do trabalho é o de Rossi Júnior e Ferreira (1999). Por meio de dados em painel para 16 setores da indústria de transformação brasileira, os autores buscaram estimar o impacto da abertura comercial na taxa de crescimento da produtividade durante a década de 90, por meio de MQ3E. Os resultados apresentados mostraram um ganho de produtividade a partir de 1990 até 1997 (último período de análise dos autores), em que alguns setores foram destaque, como o de material de transporte (+5,04%), química (+5,04%), metalurgia (+3,3%) e material elétrico e de comunicações (+3,3%). Segundo os autores, estes resultados indicaram que a abertura comercial gerou uma forte influência no processo, uma vez que setores de material de transporte e material elétrico, apresentaram uma maior competição e utilização de matérias-primas importadas. Da mesma forma, na indústria química, o processo de privatização gerou um papel de destaque no fenômeno, uma vez que após as privatizações, o setor obteve um dos maiores ganhos de produtividade.

Após a revisão empírica, esta dissertação, então, se diferencia dos demais trabalhos a partir de uma análise desagregada para os setores da indústria extrativista e da transformação nos estados brasileiros, em um período mais recente da economia, utilizando tanto da β -convergência absoluta quanto a condicional. Outro diferencial do estudo é buscar determinar o que gerou os sinais de convergência e divergência para os setores da economia brasileira no período analisado, além de apresentar uma análise por intensidade tecnológica. Por fim, será apresentado uma variável de educação para o cálculo da convergência condicional. A seguir, o Quadro 1 apresenta de forma resumida todos os trabalhos apresentados nesta subseção.

Quadro 1: Resumo dos Trabalho Empíricos utilizados na revisão de literatura sobre Convergência

Autor	Objetivo	Período	O que foi estimado?	Variável dependente	Região	Método	Conclusão
Wong (2006)	Decompor a convergência da produtividade agregada em três componentes: crescimento, fluxos de emprego e sua interação	1970-1990	β -convergência	Produtividade do trabalho	13 países da OCDE	MQO	Um setor pode gerar contribuições para a convergência agregada, liberando recursos para os setores mais produtivos
Wong (2007)	Identificar os canais da decomposição do crescimento econômico	1960-1985	β -convergência	Produtividade do trabalho	Países da OCDE	MQO	O crescimento da PTF é o canal mais importante para a convergência condicional
Young et al. (2013)	Estudar a heterogeneidade nas taxas de convergência	1970-2010	β -convergência	Renda dos estados	22 estados dos EUA	GMM	Existe heterogeneidade substancial nas taxas de convergência de estados individuais
Chanda e Panda (2016)	Examinar a importância do crescimento da PMF nos setores de bens e serviços	1980-2007	β -convergência	Produtividade do trabalho	Estados dos EUA	MQO	Um maior capital humano inicial está associado a um maior crescimento e há convergência absoluta para o setor de bens

Kinfemichael e Morshed (2019)	Analisar a convergência dos setores da economia de forma desagregada, verificando a recuperação da produtividade do trabalho	1987-1997, 1998-2015	β -convergência	Produtividade do trabalho	Estados dos EUA	MQO	Declínio no processo de convergência após 1997; desaceleração da velocidade de convergência da produtividade para a manufatura e mineração
Young et al. (2008)	Verificar se a σ convergência pode ser identificada em nível de condado	1970-1998	β e σ convergência	Renda dos estados	Condados dos EUA	MQ3E	A σ convergência não estava presente em grande maioria dos estados considerados separadamente
Rodrik (2013)	Discutir a convergência condicional e incondicional da manufatura e verificar como ela ocorre	1965-1975, 1975-1985, 1985-1995, 1995-2005	β e σ convergência	Produtividade do trabalho	118 países	MQO com e sem efeitos fixos	A falta de convergência ocorre devido a circunstâncias específicas que influênciam a velocidade de realocação estrutural
Rossi Júnior e Ferreira (1999)	Investigar a evolução da produtividade brasileira e o impacto da abertura comercial sobre a taxa de crescimento da produtividade	1985-1997	PTF	Produtividade do trabalho	Setores da economia brasileira	MQ3E	A produtividade brasileira cresceu a altas taxas na totalidade dos setores e a abertura comercial gerou um maior crescimento da produtividade

Canêdo-Pinheiro e Barbosa Filho (2011)	Entender como a dinâmica estrutural da economia influenciou a evolução da produtividade de forma desagregada e combinar a técnica <i>shift-share</i> de decomposição da produtividade com uma análise de convergência	1985-2005, 1985-1995, 1995-2005	Decomposição da Produtividade Total dos Fatores (PTF), β e σ convergência	Produtividade do trabalho	Estados e setores da economia brasileira	MQO	A economia paulista manteve tendência de queda na produtividade, principalmente na Indústria de Transformação. Este efeito é associado a abertura comercial, penalizando São Paulo e beneficiando os demais estados
Fochezatto e Stül (2007)	Analisar a evolução e se está ou não havendo convergência da produtividade do trabalho setorial	1990-2000	Convergência clube	Produtividade do trabalho	Estados e setores da economia brasileira	Processo estacionário de primeira ordem de Markov	Alguns setores apresentaram convergência para a classe mais baixa de produtividade e o setor da Indústria Extrativa Mineral e da Transformação não apresentou sinais de convergência

Fonte: Elaboração própria

3 METODOLOGIA

3.1 MODELO DE CONVERGÊNCIA

Segundo Barro e Sala-i-Martin (1991), a taxa de crescimento per capita tende a apresentar relação inversa ao valor inicial do produto ou renda por pessoa nos modelos neoclássicos de crescimento com economia fechada. Caso os países apresentem similaridade com relação às suas preferências e tecnologias, as economias mais pobres exibem maiores taxas de crescimento que as economias mais ricas. Consequentemente, haverá uma força que gere a convergência em níveis de produto ou renda. A partir dos modelos neoclássicos, a função de produção na forma intensiva é:

$$\hat{y} = f(\hat{k}) \quad (4)$$

em que \hat{y} e \hat{k} são respectivamente o produto e o capital por trabalhador efetivo, Le^{gt} , L é o número de trabalhadores (e população) e g é a taxa de progresso tecnológico. \hat{k} em uma economia fechada cresce como:

$$\dot{\hat{k}} = f(\hat{k}) - \hat{c} - (\delta + g + n)\hat{k} \quad (5)$$

no qual $\hat{c} = C/Le^{gt}$, δ é a taxa de depreciação e n é a taxa de crescimento de L . O problema de maximização da utilidade de uma família representativa com horizonte infinito é:

$$U = \int_0^{\infty} u(c)e^{nt} e^{-\rho t} dt \quad (6)$$

em que $c = C/L$, ρ é a taxa de escolha temporal e

$$u(c) = \frac{c^{1-\theta}-1}{1-\theta} \quad (7)$$

com $\theta > 0$, de forma que a utilidade marginal apresenta elasticidade constante $-\theta$ em relação a c . A condição de primeira ordem para maximizar U implica:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} (f'(\hat{k}) - \delta - \rho) \quad (8)$$

No estado estacionário, os estoques \hat{y} , \hat{k} e \hat{c} , não variam. Já os valores per capita, y , k e c , crescem a taxa g . O estoque de \hat{k} no estado estacionário satisfaz a seguinte equação:

$$f'(\hat{k}^*) = \delta + \rho + \theta g \quad (9)$$

A taxa de crescimento do capital por trabalhador, \dot{k}/k , cai de forma monotônica no sentido do valor de estado estacionário, g . Conseqüentemente, essa propriedade tem efeito direto na taxa de crescimento do produto por trabalhador, \dot{y}/y , se a função de produção for do tipo Cobb-Douglas. Ou seja:

$$\hat{y} = f(\hat{k}) = A\hat{k}^\alpha, 0 < \alpha < 1 \quad (10)$$

A dinâmica de transição pode ser determinada a partir de uma log-linearização das equações (5) e (8) em torno do estado estacionário. A solução para $\log(\hat{y}(t))$ com uma tecnologia Cobb-Douglas é:

$$\log(\hat{y}(t)) = \log(\hat{y}(0)) e^{-\beta t} + \log(y^*)(1 - e^{-\beta t}) \quad (11)$$

no qual o parâmetro β positivo tem papel importante na determinação da velocidade de convergência de ajuste para o estado estacionário. Quanto maior o valor de β , mais rápido será a convergência.

Da equação anterior, a taxa de crescimento de y no intervalo entre 0 e T é:

$$\frac{1}{T} \log\left(\frac{y(T)}{y(0)}\right) = g + \frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \log\left(\frac{\hat{y}^*}{\hat{y}(0)}\right) \quad (12)$$

A versão da equação (12) aplicada a um período de tempo discreto para economia i e adicionada de perturbações aleatórias será:

$$\log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) = a_i - (1 - e^{-\beta})[\log(y_{i,t-1}) - g_i(t-1)] + u_{i,t} \quad (13)$$

em que $a_i = g_i + (1 - e^{-\beta})\log(\hat{y}^*)$, e $u_{i,t}$ termo de erro. Já a versão para a taxa média de crescimento entre dois pontos no tempo, t_0 e $t_0 + T$, para i economias é:

$$\frac{1}{T} \log\left(\frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}}\right) = B - \frac{1-e^{-\beta T}}{T} \log(y_{i,t_0}) + u_{i,t_0,t_0+T} \quad (14)$$

na qual u_{i,t_0,t_0+T} corresponde ao termo de erro e $B = g + [(1 - e^{-\beta})/T]$.

3.2 β e σ CONVERGÊNCIA

Este trabalho tem como proposta analisar a convergência da Indústria Extrativa e da Transformação na economia brasileira, desagregadas em seus determinados subsetores, por meio da taxa de crescimento da produtividade do trabalho e sua produtividade inicial do trabalho. Segundo Sala-i-Martin (1996b), existem dois conceitos que são considerados os principais na literatura clássica sobre convergência, a β -convergência, e a σ -convergência, em que a β -convergência pode ser dividida em dois tipos, absoluta e condicional.

A β -convergência absoluta existe quando uma relação negativa é observada entre crescimento da produtividade do trabalho ao longo do tempo e nível inicial de produtividade do trabalho dos estados, no momento em que todos estes estados estão convergindo para o mesmo nível de produtividade do trabalho (Azzoni, 2001). Adaptando a equação (14) apresentada na subseção anterior, o modelo que representa a convergência absoluta da produtividade do trabalho é a seguinte:

$$\ln\left(\frac{Y_{j,i,t}}{Y_{j,i,t-1}}\right)/T = \alpha + \beta \ln(Y_{j,i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad (15)$$

em que a variável dependente é o logaritmo natural da taxa de crescimento da produtividade do trabalho do setor ou grupo j , para o estado i no período t ; T é o número de períodos entre o final e o inicial; e $\ln(Y_{j,i,t-1})$ é o nível inicial da produtividade do trabalho do setor ou grupo j para o estado i . Caso $\beta < 0$ e este seja estatisticamente significativo, então pode-se afirmar que o setor j apresenta convergência absoluta.

Com relação a β -convergência condicional, esta existe na situação em que cada região tem características próprias que determinariam seu nível de estado estacionário (capital humano, tecnologia, investimentos, etc.), com isso, as mesmas iriam convergir para o próprio nível de produtividade do trabalho e não para um nível comum (Barro et al., 1991; Sala-i-

Martin, 1996b; Azzoni, 2001). Regiões que apresentam maior distância do seu nível de estado estacionário de produtividade, crescem mais rapidamente em comparação às que estão mais próximas (Coelho e Figueiredo, 2007). A equação que representa o modelo de convergência condicional da produtividade do trabalho é a seguinte:

$$\ln\left(\frac{Y_{j,i,t}}{Y_{j,i,t-1}}\right)/T = \alpha + \beta \ln(Y_{j,i,t-1}) + \gamma X_{j,i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (16)$$

em que, ao confrontarmos com a equação de convergência absoluta, existe à adoção de um vetor X de variáveis de controle, em que este é composto por: $CAPH_{i,jt}$, que é a razão entre os valores da proporção de trabalhadores ocupados com pelo menos ensino médio completo, no período final sobre o inicial para o estado i e setor ou grupo j ; quatro variáveis dummies, (CO_i , NE_i , N_i , S_i), tendo como modelo base a região sudeste; e uma variável dummy de cada setor. Para haver convergência condicional no setor j , β deve ser menor que zero e estatisticamente significativo. Um alto valor de β em módulo indica uma maior tendência de convergência (Sala-i-Martin, 1996a)

Por último, a σ -convergência existe quando a dispersão da produtividade do trabalho de um grupo de setores tende a diminuir ao longo do tempo (Sala-i-Martin, 1996a), dado $t > t-1$, então:

$$\sigma_t < \sigma_{t-1} \quad (17)$$

em que σ_t é o erro padrão de $\ln(Y_{j,i,t})$ no estado i . Uma constatação interessante é que há relação entre σ e β -convergência. De acordo com Sala-i-Martin (1996a), ao analisar a variância de $\ln(Y_{j,i,t})$, é possível observar uma relação entre σ_t e σ_{t-1} que depende de β . De (2), se tem que o termo de erro, $\varepsilon_{i,t}$, possui média zero, mesma variância para toda economia, σ_ε^2 , e é independente ao longo do tempo. A variância do logaritmo natural da produtividade do trabalho em t é:

$$\sigma_t^2 = (1/n) \sum_{i=1}^N [\ln(Y_{j,i,t}) - \mu_{j,t}]^2 \quad (18)$$

em que $\mu_{j,t}$ é a média amostral do logaritmo natural da produtividade do trabalho. Quando N é grande, a variância amostral é próxima da variância populacional. Assim, é possível usar (18) para derivar a evolução de σ_t^2 :

$$\sigma_t^2 \cong (1 + \beta)^2 \sigma_{t-1}^2 + \sigma_e^2 \quad (19)$$

Se $-1 < \beta < 0$, a equação anterior de diferenças em primeira ordem é estável. Caso $\beta > 0$, não há β -convergência, implicando um aumento da variância. Logo, a condição de β -convergência é necessária para haver σ -convergência.

No estado estacionário, $\sigma_t^2 = \sigma_{t-1}^2 = (\sigma^2)^*$, conseqüentemente:

$$(\sigma^2)^* = \frac{\sigma_e^2}{[1 - (1 + \beta)^2]} \quad (20)$$

então, a dispersão no estado estacionário pode cair com β e/ou aumentar com a variância σ_e^2 .

Isolando σ_e^2 em (20) e substituindo em (19), obtêm-se uma equação diferencial linear de primeira ordem, que pode representar uma expressão para σ_t^2 ao longo do tempo:

$$\sigma_t^2 = (1 + \beta)^2 \sigma_{t-1}^2 + [1 - (1 + \beta)^2] (\sigma^2)^* \quad (21)$$

Com este resultado, conclui-se que a o aumento ou diminuição da variância no sentido do seu estado estacionário, está diretamente ligado ao valor inicial de σ^2 (Young et. al, 2008). Um caso em particular é que σ pode estar crescendo, mesmo sendo apresentado β -convergência ($\beta < 0$). Logo, a condição de β -convergência é necessária, mas não suficiente, para a condição de σ -convergência (Sala-i-Martin, 1996a).

Para verificar a robustez das estimações, foram considerados mais 4 modelos, todos em formato de painel desbalanceado e intervalos de $T = 6$ anos. Portanto, as equações para o primeiro período são:

$$\ln \left(\frac{Y_{j,i,2001}}{Y_{j,i,1996}} \right) / 6 = \alpha + \beta \ln(Y_{j,i,1996}) + \ln \left(\frac{educ_{j,i,2001}}{educ_{j,i,1996}} \right) + \gamma X_i + \varepsilon_{i,t}, e \quad (22)$$

$$\ln \left(\frac{Y_{j,i,2007}}{Y_{j,i,2001}} \right) / 6 = \alpha + \beta \ln(Y_{j,i,2007}) + \ln \left(\frac{educ_{j,i,2007}}{educ_{j,i,2001}} \right) + \gamma X_i + \varepsilon_{i,t} \quad (23)$$

em que $\frac{educ_{i,j,2007}}{educ_{i,j,2001}} = CAPH_{i,j,t}$ e X_i é o vetor de variáveis dummy. De forma análoga, as equações para o segundo período são:

$$\ln\left(\frac{Y_{j,i,2013}}{Y_{j,i,2008}}\right)/6 = \alpha + \beta \ln(Y_{j,i,2008}) + \ln\left(\frac{educ_{j,i,2013}}{educ_{j,i,2007}}\right) + \gamma X_i + \varepsilon_{i,t}, e \quad (24)$$

$$\ln\left(\frac{Y_{j,i,2019}}{Y_{j,i,2013}}\right)/6 = \alpha + \beta \ln(Y_{j,i,2013}) + \ln\left(\frac{educ_{j,i,2019}}{educ_{j,i,2013}}\right) + \gamma X_i + \varepsilon_{i,t} \quad (25)$$

Além disso, cada modelo do teste de robustez tem um formato. A ideia principal é adicionar uma a uma das variáveis em cada equação e realizar as estimações. Para o primeiro caso, foi estimado um modelo em painel desbalanceado considerando somente $CAPH_{i,j,t}$ e $\ln(Y_{j,i,t-1})$. No segundo caso, são adicionadas as variáveis dummies de região. Já no terceiro caso, é estimado um modelo sem as variáveis dummies de região e considera-se o efeito fixo de ano. No último, são consideradas todas as variáveis e o efeito fixo de ano.

Por fim, foi assumido um nível de significância de 10% para as estimativas. O setor de extração de carvão mineral é o único que não foi estimado, pois o mesmo apresenta somente duas observações.

3.3 BASE DE DADOS

A amostra contém dados dos setores extrativo e da transformação para os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal. A indústria extrativa foi escolhida em razão da consolidação brasileira no mercado de commodities minerais, sendo considerado um grande *player* mundial (Hiratuka, 2010). Já a escolha da indústria da transformação se deveu a sua importância no desenvolvimento do país, além de ser responsável pela produção de grande parte do que é consumido internamente e pela difusão do progresso tecnológico. Com relação aos setores, estes foram desagregados entre seus determinados grupos. A produtividade do trabalho utilizada no estudo é calculada a partir da divisão do valor da transformação industrial pelo número de pessoas ocupadas. A análise será dividida entre dois períodos, o primeiro de 1996 a 2007, e o segundo de 2008 a 2019. A escolha dos períodos se deveu a disponibilidade dos dados. Coincidentemente, esta separação torna possível uma comparação entre o período antes e pós crise mundial de 2008.

Serão estimados então dois modelos para dois períodos de tempo diferentes, um para a β -convergência absoluta e outra para a condicional. Ademais, todos os valores monetários

foram deflacionados de acordo com o Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA-M), tendo como ano base no primeiro período de análise, 2007, e no segundo período de análise, 2019. A escolha do IPA-M se deveu por este índice captar as variações de preços nos produtos em estágios antes da comercialização do produto final (IBRE-FGV, 2023). Além disso, dados da PIA que apresentaram valor X (valor inibido) e 0 foram retirados da amostra (não existe logaritmo natural de 0).

Variável dependente $\ln\left(\frac{Y_{j,i,t}}{Y_{j,i,t-1}}\right)/T$: é o logaritmo natural da razão entre os valores da produtividade do trabalho final e inicial para a região i e setor ou grupo j , dividido pelo número de períodos entre o final e inicial. Por exemplo, se o ano inicial é 1996 e o final é 2007, T valerá 11. Com relação a produtividade do trabalho, é medida pela razão entre o valor da transformação da indústria, que é dado pela diferença entre o valor bruto da produção industrial e o custo das operações industriais, e o número de pessoal ocupado em 31/12 (IBGE, 2023).

Variáveis explicativas: São representadas pelo vetor X da equação (2) e o logaritmo natural da produtividade inicial do trabalho do setor j no estado i . As variáveis explicativas indicadas a seguir são utilizadas no modelo incondicional (item i) e condicional (item i, ii, iii, iv).

i) $\ln(Y_{j,i,t-1})$: Logaritmo natural da produtividade inicial do trabalho do setor ou grupo j e estado i (IBGE, 2023);

ii) Dummies para região: As regiões brasileiras apresentam grande heterogeneidade. Portanto, com o objetivo de controlá-la, será criada quatro variáveis dummies, (CO, NE, N, S), tendo como modelo base a região sudeste;

iii) $CAPH_{i,j,t}$: A construção da variável se deu pela razão entre os valores da proporção de trabalhadores ocupados com pelo menos ensino médio completo, no período final sobre o inicial para o estado i e setor ou grupo j (RAIS,2023). Espera-se que $CAPH_{i,j,t}$ afete positivamente a produtividade do trabalho.

iv) IND_j : Os setores da economia também apresentam grande heterogeneidade, com o objetivo também de controlá-la e tornar possível os testes de robustez por meio de modelos em dados em painel, será criada uma variável dummy para cada setor da economia analisado;

No Quadro 2 serão apresentadas algumas características das variáveis utilizadas para analisar a convergência da produtividade dos setores da economia brasileira.

Quadro 2: Descrição das variáveis selecionadas para o modelo

Variáveis do modelo	Fonte	Descrição da variável	Referencial
Valor da transformação	PIA/IBGE	Diferença entre o valor bruto da produção industrial e o custo das operações industriais (mil reais)	Silva e Botelho (2021); Rocha (2007)
Pessoal ocupado ²	PIA/IBGE	Pessoas ocupadas em 31.12 do ano de referência da pesquisa	Silva e Botelho (2021); Fochezzato e Stül (2007); Rocha (2007)
$\ln\left(\frac{Y_{j,i,t}}{Y_{j,i,t-1}}\right) / T$	PIA/IBGE	Logaritmo natural da razão da produtividade do trabalho entre t e $t-1$ no setor ou grupo j	Kinfemichael e Morshed (2019); Fochezzato e Stül (2007); Rodrik (2013)
CO_i	IBGE	Variável <i>dummy</i> que recebe valor 1 para os estados pertencentes a região Centro-Oeste e 0 caso contrário	-
NE_i	IBGE	Variável <i>dummy</i> que recebe valor 1 para os estados pertencentes a região Nordeste e 0 caso contrário	-
N_i	IBGE	Variável <i>dummy</i> que recebe valor 1 para os estados pertencentes a região Norte e 0 caso contrário	-
S_i	IBGE	Variável <i>dummy</i> que recebe valor 1 para os estados pertencentes a região Sul e 0 caso contrário	-
$CAPH_{ij}$	RAIS	Razão entre os valores da proporção de trabalhadores	-

² Para mais informações, acessar a parte das variáveis do PIA no site do IBGE (IBGE, 2023).

		ocupados com pelo menos ensino médio completo, no período final sobre o inicial para o estado i e setor ou grupo j	
IND_j	PIA	Variável <i>dummy</i> que recebe valor 1 para os setores da Indústria extrativa e 0 caso contrário	Kinfemichael e Morshed (2019)

Fonte: Elaboração própria.

3.4 ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS

A seguir, nas Tabelas 1 e 2, será apresentado uma análise descritiva da produtividade do trabalho para todos os setores e estados brasileiros entre os períodos de 1996-2007 e 2008-2019. Os setores da CNAE 1.0 e 2.0 que serão utilizados encontram-se no Apêndice (Tabela A.1 e A.2).

Para o período de 1996-2007 os valores indicaram uma queda na produtividade média do trabalho, analisando de forma agregada os setores extrativo e da transformação. Já para uma análise desagregada, o setor extrativista apresentou ganhos de produtividade do trabalho, principalmente na (13) Extração de minerais metálicos e (11) Extração de petróleo e serviços relacionados. Com relação a (13) Extração de minerais metálicos, seus ganhos podem ser relacionados às privatizações ocorridas na década de 1990, como a da Vale do Rio Doce. Segundo Anuatti-Neto et al (2005), após este acontecimento, empresas que eram estatais se tornaram mais eficientes operacionalmente, por meio de uma redução dos custos operacionais e de ativos imobilizados. Outro detalhe, é que o país apresenta vantagem competitiva natural na extração de minério de ferro e manganês (Bonelli, 2002).

Já para o setor de (11) Extração de petróleo e serviços relacionados, os aumentos da produtividade do trabalho podem estar ligados a alguns fatores mundiais e nacionais. Assumindo a hipótese em que o investimento gera demanda e demanda gera investimento, apresentada por Kaldor (1957), o primeiro fator que proporciona ganhos de produtividade do trabalho é a demanda de petróleo mundial. De acordo com as estatísticas da agência de Administração de Informações de Energia dos Estados Unidos da América (EIA), a demanda

por petróleo apresentou um aumento no ano de 2007 em cerca 15,5 milhões de barris por dia comparado ao ano de 1996. Os países em desenvolvimento são em grande parte responsáveis por esse aumento. Outro detalhe é a combinação da alta demanda com o alto preço do barril do petróleo. Segundo dados da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), em 2007, o preço do barril chegou aos US\$ 91,77 em novembro. Esta alta nos preços pode ser explicada por dois pontos. O primeiro é o aumento da tensão entre Iraque e Turquia após uma autorização de uma intervenção militar (Mendes, 2008). O segundo seria uma rápida depreciação do dólar no período de 2001 a 2008, levando a uma inflação no preço do barril durante este período (Askari e Krichene, 2010). Por último, de acordo com Sant'Anna (2011), a quebra do monopólio da Petrobras em 1997, resultou em um aumento significativo de investimentos no setor, liderados pela própria Petrobras.

O setor da indústria de transformação, apesar de apresentar queda na produtividade média do trabalho em uma análise agregada, demonstra alguns resultados de ganho de produtividade para determinadas atividades. A que se destacou foi a de (23) Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool. Este ganho está ligado diretamente à extração de petróleo, uma vez que este produto apresentou um aumento na demanda e no preço, como citado anteriormente. Outra atividade que apresentou uma variação positiva da produtividade foi a (16) Fabricação de produtos do fumo. De acordo com Steingabrer e Gonçalves (2010), os ganhos de produtividade do trabalho deste setor estão associados às instituições (governo e universidades) e ao capital social (cooperação entre empresas). Um setor que apresentou queda na produtividade média do trabalho foi o de (30) Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática. Apesar de contrariar o resultado encontrado no estudo de Galeano e Feijó (2013), para a amostra utilizada no presente estudo, que excluiu os valores inibidos e 0, o resultado indica que há uma desconcentração dos principais estados produtores do setor para outros estados, que em 1996 não produziam ou tinham seus valores inibidos.

A seguir, na figura 1, será apresentado o gráfico com a relação das médias da produtividade do trabalho nos setores da economia entre 1996 e 2007. Por meio deste gráfico pode-se analisar as mudanças apresentadas durante o período.

Inicialmente, verificou-se que nenhum setor melhorou sua posição relativa com relação à produtividade do trabalho. Dois setores mantiveram os níveis de produtividade do trabalho altos tanto em 1996 e 2003. Estes são os de (13) Extração de minerais metálicos e (23) Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de

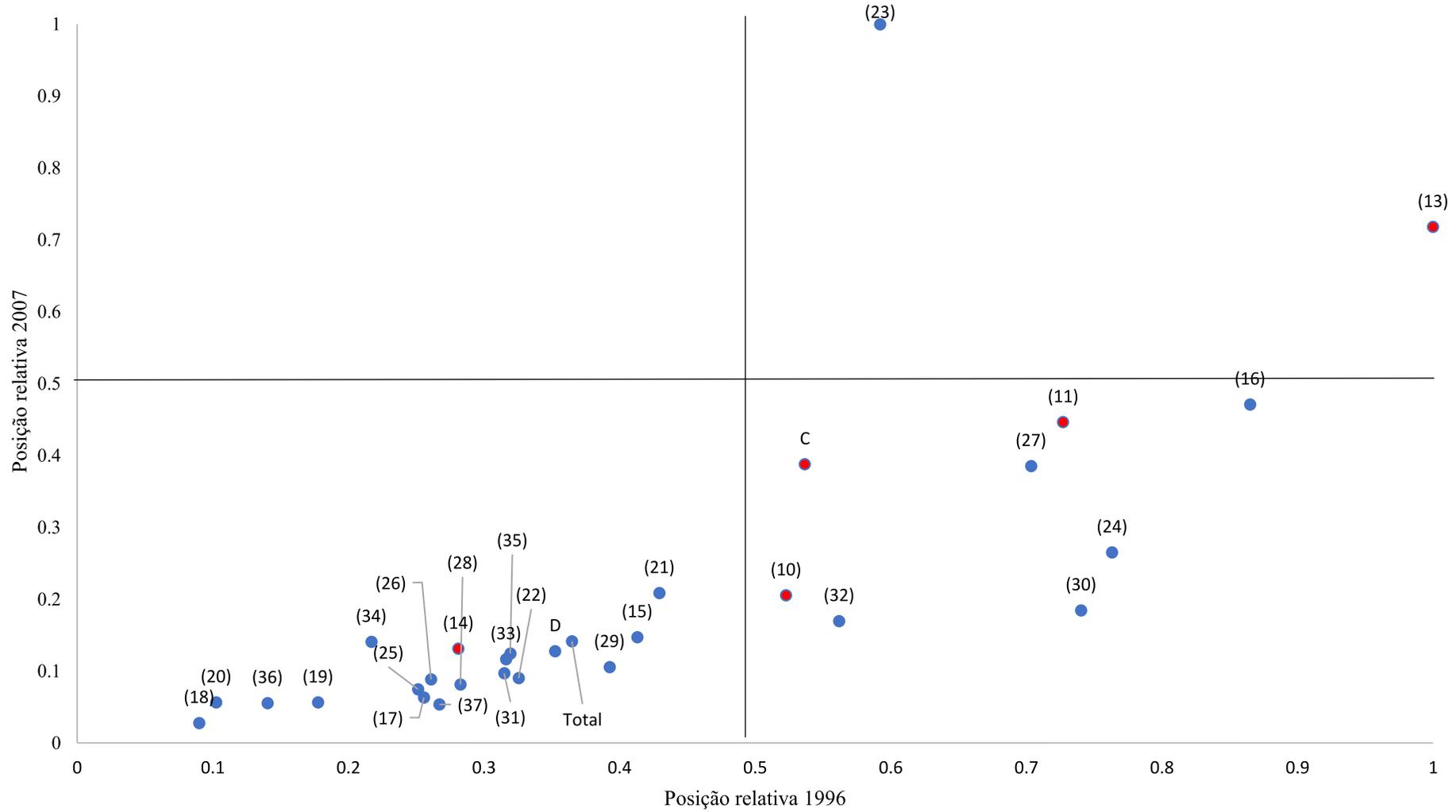
Tabela 1: Análise descritiva da produtividade do trabalho no setor extrativista e da transformação (1996 – 2007) em mil reais

Setor	Média		Desvio Padrão		Máximo		Mínimo	
	1996	2007	1996	2007	1996	2007	1996	2007
Indústria extrativa	114,41	197,30	96,32	229,46	381,64	910,04	21,84	23,62
Extração de carvão mineral	111,44	104,51	71,16	56,63	161,76	144,55	61,12	64,46
Extração de petróleo e serviços relacionados	155,01	227,07	79,95	93,74	274,01	333,45	108,18	110,90
Extração de minerais metálicos	213,16	365,30	178,42	316,26	503,65	855,66	9,06	90,89
Extração de minerais não-metálicos	59,93	66,65	41,07	46,99	174,02	163,99	11,99	28,59
Indústrias de transformação	75,16	64,92	48,88	40,96	277,00	202,85	16,18	20,80
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	88,05	74,87	90,90	97,88	520,86	555,08	20,40	17,31
Fabricação de produtos do fumo	184,39	239,63	278,30	399,09	902,19	1298,73	0,49	10,89
Fabricação de produtos têxteis	54,50	32,26	27,49	19,17	131,58	103,11	14,64	7,74
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	19,18	14,15	11,38	7,28	47,97	30,48	3,63	6,35
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	37,86	28,68	22,94	17,97	103,14	92,49	1,73	10,45
Fabricação de produtos de madeira	21,85	28,76	12,71	25,46	51,35	146,21	5,49	9,80
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	91,53	106,13	79,45	153,23	322,54	694,25	4,17	10,23
Edição, impressão e reprodução de gravações	69,40	45,85	52,72	37,48	268,54	195,67	14,74	16,16
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	126,24	508,97	117,22	997,18	345,85	3503,55	24,75	6,89
Fabricação de produtos químicos	162,70	134,89	161,96	100,85	793,93	449,63	33,84	26,37

Fabricação de artigos de borracha e plástico	53,58	38,00	24,67	17,73	127,70	79,01	14,89	12,97
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	55,63	44,98	31,59	28,30	164,36	148,35	10,95	8,73
Metalurgia básica	149,95	196,05	91,46	122,18	307,68	458,68	17,30	13,33
Fabricação de produtos de metal – exceto máquinas e equipamentos	60,25	41,41	101,93	30,52	551,01	177,16	12,79	13,42
Fabricação de máquinas e equipamentos	83,69	53,73	73,42	26,19	362,28	128,60	22,74	13,43
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	157,82	93,93	74,52	91,23	313,20	295,56	78,91	6,20
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	67,12	49,41	43,17	24,64	183,80	86,76	6,76	10,73
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	119,78	86,35	124,14	73,62	369,86	209,20	4,45	4,51
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	67,41	59,24	66,99	40,89	257,87	181,32	4,43	12,43
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	46,24	71,54	41,62	72,30	154,59	268,68	7,83	8,00
Fabricação de outros equipamentos de transporte	68,08	63,32	65,64	59,97	281,56	216,82	14,91	14,86
Fabricação de móveis e indústrias diversas	29,91	28,24	36,08	25,27	197,95	128,63	7,14	7,07
Reciclagem	56,95	27,24	22,85	10,93	85,69	47,89	12,32	14,87
Total	77,77	72,05	48,75	44,90	271,59	213,39	16,18	21,11

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PIA/IBGE.

Gráfico 1: Produtividade média do trabalho 1996 x 2007 (CNAE 1.0)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PIA/IBGE.

álcool. A razão para este resultado já foi explicada anteriormente.

Apesar de que determinados setores apresentaram alta produtividade do trabalho em 1996 e em 2007 não, alguns obtiveram ganhos de produtividade do trabalho. São eles os setores (16) Fabricação de produtos do fumo, (11) Extração de petróleo e serviços relacionados, ambos já citados anteriormente, e (27) Metalurgia básica. Esse ganho de produtividade do trabalho do setor metalúrgico é explicado por sua capacidade máxima utilizada em 2004 e sua alta taxa de *mark up* (Carvalho e Feijó, 2005; Lucinda e Meyer, 2013). Os setores que apresentaram variação negativa de sua produtividade do trabalho foram (30) Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática, também citado anteriormente, (24) Fabricação de produtos químicos, (10) Extração de carvão mineral e (32) Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações. Para o setor de (24) Fabricação de produtos químicos, seu resultado negativo está relacionado à retração sofrida em razão das mudanças estruturais no país (Galeano e Feijó, 2013).

Com relação ao setor de (10) Extração de carvão mineral, este tem pouco aproveitamento na sua exploração, cerca de 30% da quantidade explorada é aproveitada (Casseiro et al, 2002). Em relação ao seu uso, a matriz energética brasileira demanda pouquíssima quantidade de carvão mineral para geração (termelétrica) e as exportações desse minério correspondem a 1% da produção total (EPE, 2007; Leão, 2013). Com todas estas questões, não há grandes incentivos para investimentos na exploração de carvão mineral.

O setor (32) Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações apresenta a mesma questão que o setor (30) Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática. Apesar do resultado positivo no agregado, Galeano e Feijó (2013) indicaram uma redução da produtividade média do trabalho no período de 1996 a 2007 para a região sudeste. Este resultado representa uma desconcentração da produção deste setor na região. Além disso, o estudo Saboia e Kubrusly (2008) corrobora com isto. Segundo os autores, os resultados encontrados no trabalho indicaram um processo de descentralização industrial e uma melhoria da indústria nas regiões defasadas para o setor de (32) Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações. Outra forma de verificar este resultado é a partir da exclusão de valores inibidos e 0 da amostra utilizada no presente estudo, indicando também que há uma desconcentração nos principais estados produtores do setor para outros estados, uma vez que em 1996 não produziam ou tinham seus valores inibidos. Por fim, os demais setores mantiveram suas posições relativas.

Com relação ao período de 2008-2019 os resultados apresentaram um aumento da produtividade do trabalho brasileira para a indústria extrativista e da transformação, principalmente puxada pelo setor extrativista. As principais atividades responsáveis por isto são as dos setores de (06) Extração de petróleo e gás natural e (07) Extração de minerais metálicos. Novamente, os dois setores são destaque na produtividade média do trabalho.

Para este período de análise, o setor (06) Extração de petróleo e gás natural apresentou grande expansão na exploração de petróleo com a descoberta do pré-sal. Segundo Oliveira (2012), é estimada a existência de cerca de 90 bilhões de barris de petróleo e gás por toda a área do pré-sal. Além disso, em 2016, o preço do barril de petróleo cobrado pela Petrobras toma como base o Preço de Paridade da Importação (PPI), aumentando os lucros da estatal (Oliveira et al, 2022). O setor (07) Extração de minerais metálicos, apesar de apresentar uma redução da produtividade média do trabalho em valores absolutos em comparação a 2008, o mesmo ainda tem uma alta produtividade do trabalho. Parte desta situação está relacionada com o rompimento da barragem de Brumadinho em janeiro de 2019, uma vez que a empresa paralisou a exploração em parte do estado de Minas Gerais, nas localidades em que o tipo de barragem era a mesma de Brumadinho. Os impactos estimados seriam uma redução na produção de 40 milhões de toneladas de minério de ferro (Domingues et al, 2020).

No setor da indústria de transformação, novamente, a (19) Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis foi destaque. Este resultado é sempre puxado pela extração de petróleo e gás natural. Outro setor de destaque é o de (21) Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos. Há um fortalecimento no setor farmacêutico a partir da consolidação dos medicamentos genéricos durante a década de 2000 (Vargas et al, 2010). O setor apresentou aumentos de forma significativa nos investimentos em inovações, atividades de pesquisa e desenvolvimento, aumentando assim a receita líquida de vendas (Ferreira, 2022). Outro detalhe, segundo Ferreira (2022), é o domínio na produção dos princípios ativos dos medicamentos. Em 2019, o setor farmacêutico brasileiro estava em sétimo das vinte maiores economias no quesito faturamento (Vieira e Santos, 2020).

Por último, o setor de (17) Fabricação de celulose, papel e produtos de papel também apresentou ganhos de produtividade do trabalho. Segundo Olavo et al (2015), estes ganhos estão diretamente relacionados aos fatores naturais (terra, clima e chuvas regulares) e os investimentos em qualificação da mão de obra, novas tecnologias de produção e criação de produtos desde a década de 70. Para a consolidação do setor no Brasil, acompanhando o restante do mundo, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a partir de

Tabela 2: Análise descritiva da produtividade do trabalho no setor extrativista e da transformação (2008 – 2019) em mil reais

Setor	Média		Desvio Padrão		Máximo		Mínimo	
	2008	2019	2008	2019	2008	2019	2008	2019
Indústria extrativa	594,99	645,71	753,10	777,86	2663,15	2601,12	62,22	72,22
Extração de carvão mineral	67,35	86,61	68,88	112,08	116,05	165,86	18,64	7,36
Extração de petróleo e gás natural	1472,14	5194,34	1889,21	4300,87	4251,96	10964,08	47,04	1600,32
Extração de minerais metálicos	837,38	700,50	907,09	809,66	2117,80	2100,98	32,27	38,42
Extração de minerais não-metálicos	132,61	108,57	145,14	35,53	681,47	175,94	48,61	64,61
Atividades de apoio à extração de minerais	272,46	213,32	119,54	127,95	402,66	420,47	117,25	84,95
Indústrias de transformação	132,18	145,28	85,13	82,17	422,31	416,91	41,32	41,63
Fabricação de produtos alimentícios	103,44	105,56	46,73	40,13	234,29	198,06	33,73	43,25
Fabricação de bebidas	274,08	270,34	348,63	379,25	1868,16	2025,89	31,71	7,14
Fabricação de produtos do fumo	449,03	309,51	675,54	570,78	2253,25	1567,10	5,43	2,81
Fabricação de produtos têxteis	59,27	66,03	30,36	47,31	130,17	249,61	16,18	18,38
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	31,05	38,60	14,62	18,40	62,79	83,37	10,89	13,06
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	75,56	63,65	62,65	30,82	274,72	135,01	24,33	8,43
Fabricação de produtos de madeira	53,81	69,11	28,29	37,98	118,81	168,76	14,83	28,41
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	194,01	309,07	279,77	388,37	1287,81	1510,84	33,88	42,70
Impressão e reprodução de gravações	77,65	73,14	66,95	73,43	366,86	405,75	27,40	22,33

Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	638,29	1065,12	1296,28	1520,12	5606,17	4831,77	14,98	36,29
Fabricação de produtos químicos	276,30	331,31	245,61	321,06	988,05	1732,44	12,78	32,30
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	151,22	290,83	132,55	316,38	441,51	1287,03	20,58	44,55
Fabricação de produtos de borracha e material plástico	80,27	98,20	33,66	46,83	152,25	215,77	30,36	35,16
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	97,04	81,75	80,10	28,27	446,81	137,66	16,88	23,95
Metalurgia	344,16	285,55	236,57	192,82	1008,44	771,80	33,17	10,60
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	79,44	106,06	46,89	103,22	261,31	568,93	20,59	9,67
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	169,58	161,93	143,75	95,71	531,11	407,39	56,19	75,71
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	117,59	159,63	53,34	143,49	225,53	690,00	40,47	8,09
Fabricação de máquinas e equipamentos	137,06	116,20	90,63	64,82	454,63	269,09	24,76	38,39
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	154,92	112,24	179,23	110,41	682,57	375,24	11,02	20,77
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	127,88	138,32	112,77	75,88	367,93	285,40	27,38	30,51
Fabricação de móveis	45,56	59,86	19,63	19,14	107,31	103,44	20,68	31,84
Fabricação de produtos diversos	65,40	80,14	61,29	80,19	321,30	431,98	11,61	25,12
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	62,41	87,67	25,24	41,34	132,03	215,44	20,71	27,48
Total	154,37	180,23	99,27	131,46	440,52	610,38	41,61	43,22

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PIA/IBGE.

1998, teve papel de grande importância, uma vez que o mesmo apresentou a capacidade de percepção das necessidades do mercado. Isto gerou investimentos na silvicultura, modernização de plantas industriais e novas tecnologias. Conseqüentemente, reduziu-se os custos e forneceu ganhos de produtividade e competitividade ao setor. Outro detalhe é a utilização do eucalipto, a alta produtividade está diretamente ligada a esta árvore, uma vez que seu cultivo apresenta uma alta tecnologia para o manejo e reduzidos custos de produção.

Com relação a crise de 2008, que foi responsável por uma queda no comércio mundial de papel e celulose, a produção no setor brasileiro cresceu de forma substancial, aumentando assim sua participação no mercado internacional. Em 2009 o país era o quarto maior produtor de celulose e o nono maior produtor de papel (Olavo et al, 2015).

Três setores apresentaram queda significativa da produtividade média do trabalho ao compararmos os anos de 2008-2019. O primeiro é o de (09) Atividades de apoio à extração mineral. Este resultado é puxado pela paralisação no setor de (07) Extração de minerais metálicos que ocorreu em 2019, após o rompimento da barragem de Brumadinho. O segundo é o setor de (12) Fabricação de produtos do fumo. Sua redução de produtividade do trabalho está relacionada com o aumento do custo unitário do trabalho, em virtude de aumentos no salário real (Picança, 2017). O terceiro é o de (24) Metalurgia. Segundo Carvalho et al (2017), o setor operou parte do período em cenário de sobre capacidade de oferta, uma vez que a China apresentou uma redução brusca na taxa de crescimento. Com relação ao nível de utilização da capacidade instalada, a mesma apresentava valores abaixo da média mundial desde 2006. Por fim, existem problemas com relação aos investimentos para uma maior eficiência no setor. Há um elevado custo de capital e uma baixa concentração de fornecedores em território nacional de máquinas e equipamentos.

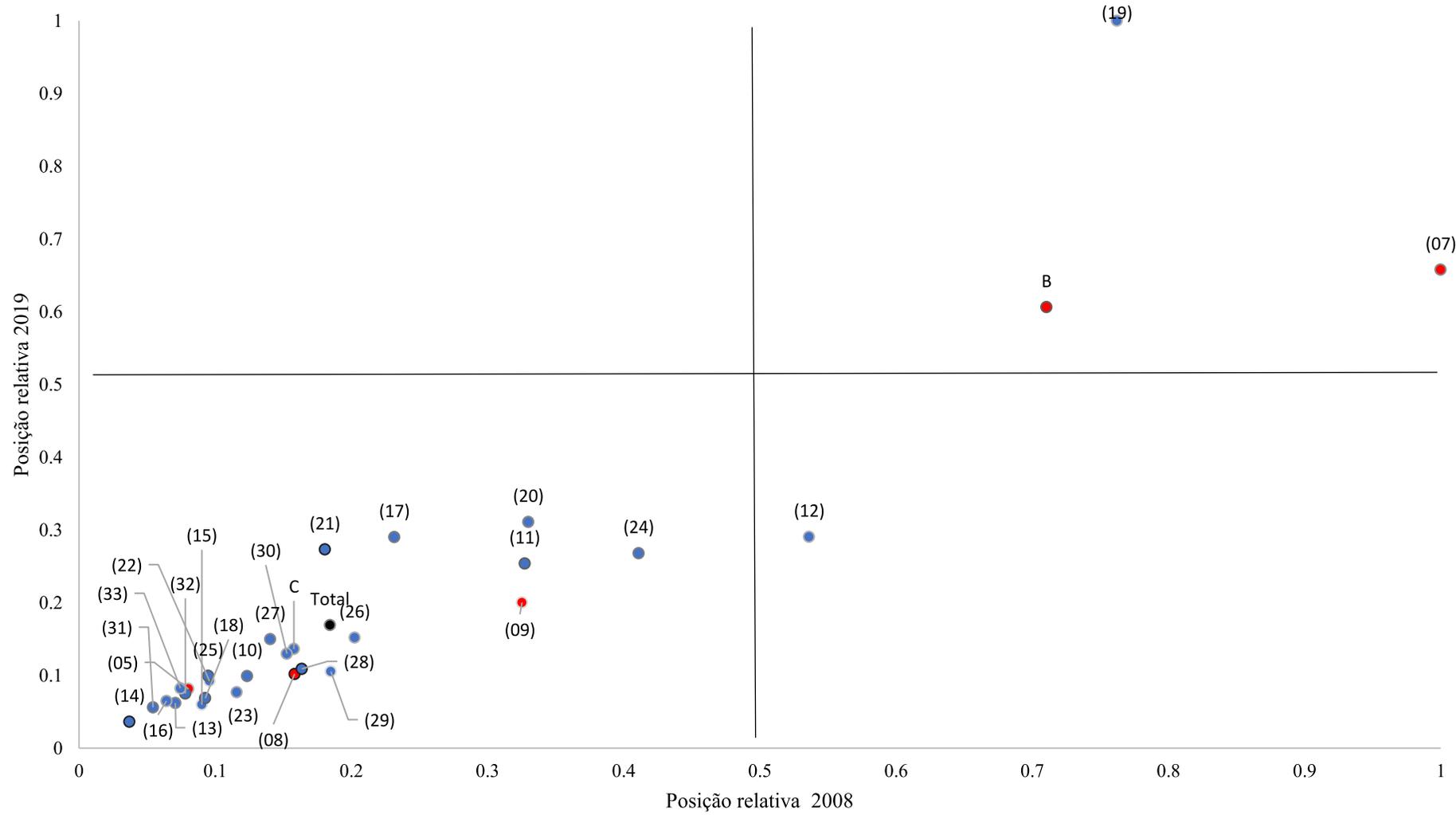
A seguir, na figura 2, será apresentado o gráfico com a relação das médias da produtividade do trabalho nos setores da economia entre 2008 e 2019. Por meio deste gráfico pode-se analisar as mudanças que ocorreram no período.

Novamente, apesar de uma análise para um período diferente, verifica-se que nenhum setor que apresentava uma baixa produtividade do trabalho em 2008 apresentou melhora. Dois setores apresentaram altos níveis de produtividade do trabalho tanto em 2008 quanto em 2019. Estes são os de (06) Extração de petróleo e gás natural, (07) Extração de minerais metálicos e (19) Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis. A razão para

este resultado já foi explicada anteriormente. Com relação a representação do setor (06) Extração de petróleo e gás natural, a mesma foi retirada, pois o setor é considerado um *outlier*.

O setor (12) Fabricação de produtos do fumo foi o único que apresentava uma alta produtividade do trabalho em 2008, mas em 2019 apresentou queda. Este resultado é explicado também anteriormente. Por fim, os demais setores mantiveram suas posições relativas.

Gráfico 2: Produtividade média do trabalho 2008 x 2019 (CNAE 2.0)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PIA/IBGE

4 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados encontrados por meio da estimação da β -convergência absoluta e condicional via MQO com erros padrões robustos. A seguir, nas Tabelas 3 e 4, serão apresentados os resultados referentes às estimações da β -convergência para os dois períodos. O modelo (1) é em relação a convergência absoluta; (2) é em relação a convergência condicional; e os demais modelos, (3), (4), (5) e (6), são respectivamente os testes de robustez.

Para o período de 1996-2007, os resultados não indicaram sinais de convergência absoluta significativos para a Indústria como um todo. Da mesma forma, quando é analisada a convergência da Indústria extrativa e da transformação separadamente no período 1996-2007, as duas não apresentaram sinais de convergência absoluta significativos. É importante destacar que os resultados indicaram que o capital humano afeta positivamente o crescimento da produtividade do trabalho, como esperado. Há presença da σ -convergência na Indústria da transformação. Com isto, as evidências indicam redução das diferenças ao longo do período analisado. Já para a Indústria extrativa e a Indústria como um todo, não foi detectada a σ -convergência, portanto, sem redução das diferenças no período.

Em uma análise desagregada para o período de 1996-2007, 19 dos 26 subsetores analisados apresentaram sinais de convergência significativo, enquanto somente um, Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, apresentou sinal de divergência significativo (β positivo). Este último resultado fica ainda mais claro quando são analisados os dados para o setor. Determinados estados apresentaram redução de até 91% da sua produtividade do trabalho, enquanto outros apresentaram ganhos de mais de 1000%. O Ceará é um dos estados que apresentou elevados ganhos de produtividade, consequência de investimentos privados em P & D (Vieira e Albuquerque, 2007). Além disso, segundo Saboia e Kubrusly (2008), o setor é considerado muito heterogêneo, uma vez que há grandes refinarias de petróleo da Petrobras no Sudeste e engenhos de produção de álcool no interior do Nordeste, incorporando segmentos modernos e tradicionais ao setor.

Para a Indústria extrativa, o setor que apresentou maior coeficiente de convergência no período foi o de Extração de petróleo e serviços relacionados. De acordo com Sant'Anna (2011), é um setor em que houve ampliação dos investimentos, principalmente na exploração e

Tabela 3: Convergência absoluta da produtividade do trabalho dos setores extrativista e da transformação desagregados, para os estados brasileiros (1996-2007).

Setor	MQO			Painel		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Indústria extrativa	-0,0019 (0,0121)	-0,0091 (0,0133)	0,0023 (0,0106)	-0,0051 (0,0109)	0,004 (0,0109)	-0,0031 (0,0112)
Extração de petróleo e serviços relacionados	-0,0785* (0,0264)	-0,0979 (0,2164)	-0,0636*** (0,0275)	-0,1513*** (0,0081)	-0,0307 (0,0328)	-0,1205* (0,0448)
Extração de minerais metálicos	-0,0587** (0,0128)	-0,082** (0,0185)	-0,0392*** (0,0181)	-0,0495*** (0,0181)	-0,0378** (0,015)	-0,0477** (0,0184)
Extração de minerais não-metálicos	-0,0453** (0,0189)	-0,0209 (0,0208)	-0,0417* (0,021)	-0,0161 (0,0166)	-0,0419** (0,0169)	-0,0105 (0,0152)
Indústria da transformação	-0,0206 (0,0159)	-0,0153 (0,0178)	-0,0172 (0,0121)	-0,0064 (0,0134)	-0,0027 (0,0107)	-0,0076 (0,0118)
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	-0,0245 (0,0024)	-0,0237 (0,0215)	-0,0454 (0,035)	-0,0462 (0,0351)	-0,0452 (0,0343)	-0,0461 (0,0345)
Fabricação de produtos do fumo	-0,0468* (0,0089)	-0,1913*** (0,0251)	-0,0717 (0,0581)	-0,1555** (0,0581)	-0,0767* (0,0384)	-0,1687*** (0,0452)
Fabricação de produtos têxteis	-0,0470** (0,0170)	-0,0438** (0,0166)	-0,0519*** (0,019)	-0,0532*** (0,0212)	-0,0592*** (0,0212)	-0,06*** (0,0206)
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	-0,0543*** (0,0110)	-0,0588*** (0,0138)	-0,068 (0,0158)	-0,0823*** (0,0193)	-0,0635*** (0,0159)	-0,0768*** (0,02)
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	-0,0814*** (0,0097)	-0,0383*** (0,0056)	-0,1179*** (0,0205)	-0,1204*** (0,0176)	-0,1178*** (0,0202)	-0,1204*** (0,0175)
Fabricação de produtos de madeira	-0,0651*** (0,0158)	-0,0528*** (0,0089)	-0,0655*** (0,0165)	-0,0798*** (0,0181)	-0,0666*** (0,0162)	-0,0794*** (0,0179)
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	-0,0315* 0,0178	-0,0623*** (0,0094)	-0,0369* (0,0204)	-0,0607** (0,0253)	-0,037* (0,0197)	-0,0606** (0,0249)
Edição, impressão e reprodução de gravações	-0,0210* (0,0116)	-0,024* (0,0134)	-0,0314** (0,0126)	-0,0381** (0,0151)	-0,0313** (0,0132)	-0,0384** (0,016)

Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	0,0642*	0,0641**	-0,0121	-0,0308	0,0305	0,0171
	(0,0315)	(0,0258)	(0,0213)	(0,0319)	(0,0215)	(0,0302)
Fabricação de produtos químicos	-0,0202	-0,0309	-0,0155	-0,018	-0,0134	-0,0156
	(0,0147)	(0,0329)	(0,0136)	(0,0138)	(0,0128)	(0,0129)
Fabricação de artigos de borracha e plástico	-0,0402**	-0,0429**	-0,0447***	-0,0534***	-0,0351**	-0,0413***
	(0,0305)	(0,0188)	(0,0135)	(0,0137)	(0,0137)	(0,015)
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	-0,0201*	-0,0379	0,0308*	-0,0404**	-0,0269*	-0,036**
	(0,0101)	(0,0143)	(0,015)	(0,0184)	(0,0151)	(0,0173)
Metalurgia básica	-0,0114	-0,0073	-0,0416**	-0,0502**	-0,0414**	-0,0498**
	(0,0150)	(0,0073)	(0,0189)	(0,0199)	(0,0182)	(0,0188)
Fabricação de produtos de metal – exceto máquinas e equipamentos	-0,0485***	-0,0517***	-0,0559***	-0,0549***	-0,0557***	-0,0549***
	(0,0106)	(0,009)	(0,0129)	(0,0132)	(0,0131)	(0,0136)
Fabricação de máquinas e equipamentos	-0,0761***	-0,0848***	-0,0652***	-0,073***	-0,0668***	-0,075***
	(0,0186)	(0,0221)	(0,0189)	(0,0229)	(0,0194)	(0,0233)
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	-0,0386	0,0163	-0,1216**	-0,0159***	-0,1085**	-0,1456***
	(0,0273)	(0,0651)	(0,0534)	(0,0478)	(0,0465)	(0,0437)
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-0,0336**	-0,0188	-0,0622***	-0,0792***	-0,0601***	-0,077***
	(0,0147)	(0,0259)	(0,0167)	(0,0216)	(0,0169)	(0,0223)
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	-0,02	-0,0919**	-0,0593**	-0,1688***	-0,0561**	-0,1629***
	(0,0169)	(0,038)	(0,022)	(0,0459)	(0,0214)	(0,0456)
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	-0,0342***	-0,0437***	-0,013	-0,0193	-0,0135	-0,0202
	(0,0112)	(0,0106)	(0,011)	(0,0185)	(0,0107)	(0,0189)
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	-0,0173	-0,0333	-0,281*	-0,0692***	-0,0275*	-0,0676***
	(0,0118)	(0,0236)	(0,0153)	(0,024)	(0,0148)	(0,023)
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-0,035*	-0,046	-0,0686**	-0,0865**	-0,0673**	-0,0849**
	(0,0167)	(0,0378)	(0,0312)	(0,0324)	(0,0301)	(0,0316)
Fabricação de móveis e indústrias diversas	-0,0535***	-0,0738***	-0,0703***	-0,0779***	-0,0666***	-0,0732***
	(0,0105)	(0,0173)	(-0,0146)	(0,0173)	(0,0148)	(0,017)
Reciclagem	-0,0709	-0,0616***	-0,0686***	-0,0734***	-0,0681***	-0,0739***
	(0,0115)	(0,0092)	(0,0202)	(0,0206)	(0,0225)	(0,0238)

Indústria	-0,02197 (0,0129)	-0,0186 (0,0123)	-0,0146 (0,0138)	-0,0189 (0,0131)	-0,014 (0,0142)	-0,0181 (0,0134)
Indústria extrativa + Indústria da transformação (com efeito fixo de setor)	-0,008 (0,0103)	-0,0114 (0,0115)	-0,002 (0,007)	-0,005 (0,008)	-0,004 (0,007)	-0,0031 (0,0079)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

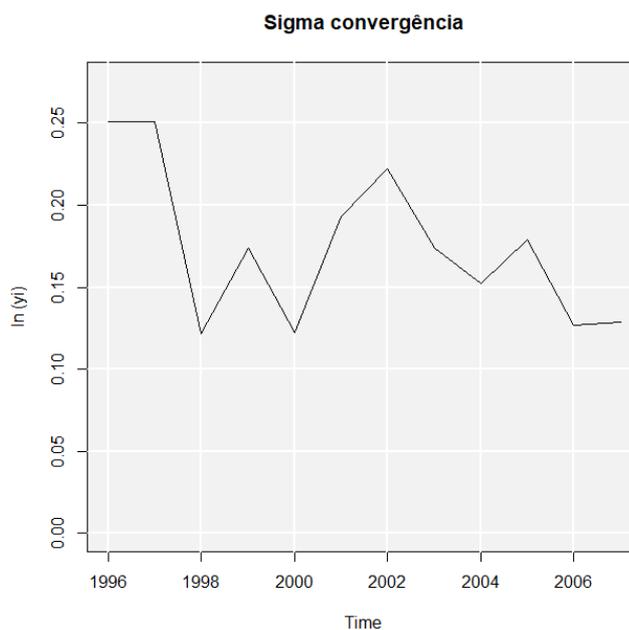
Nota: Erros padrão se encontram em parêntese. *p-valor <0,1; **p-valor<0,05; ***p-valor<0,01.

produção de petróleo. Além de que, é considerado intensivo em capital, produz um bem homogêneo e que é negociado internacionalmente. Por fim, segundo Saboia e Kubrusly (2008) com relação ao desenvolvimento desta indústria, o setor apresenta um nível homogêneo de desenvolvimento entre as regiões Nordeste, Norte, Sudeste e Sul durante o período.

Os demais setores da Indústria extrativa, Extração de minerais metálicos e Extração de minerais não-metálicos, apresentaram também convergência significativa, mas com um coeficiente menor. De acordo com Hiratuka (2010), houve uma consolidação brasileira no mercado de commodities minerais, sendo considerado um grande *player* mundial. Por fim, nenhum dos subsetores da indústria extrativa apresentaram σ -convergência, portanto, não houve redução das diferenças com relação a produtividade do trabalho entre os estados nos setores.

Já para a Indústria da transformação, o setor que apresentou maior coeficiente de convergência, foi o de Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados. Ao analisar os dados, é notável que houve uma redução da produtividade do trabalho em alguns estados e outros apresentaram ganhos. Desta forma, houve convergência da produtividade do trabalho para um nível menor. Há também σ -convergência para este setor, em que é possível ser visualizada no Gráfico 3.

Gráfico 3: σ -convergência para o setor de Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados 1996 x 2007



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PIA/IBGE.

Em uma análise com relação a intensidade tecnológica, a partir da classificação apresentada por Cavalcante (2014) (ver apêndice B), é possível verificar que a convergência absoluta da produtividade do trabalho na Indústria da transformação brasileira acontece proporcionalmente em sua maioria nos setores considerados de baixa e média-baixa tecnologia. Alguns fatores podem explicar este resultado. Na década de 1990, havia um desempenho fraco dos setores difusores de avanços tecnológicos e a indústria de bens de capital era especializada em produtos considerados de qualidade inferior e menos teor tecnológico (Castro, 2001). Outro ponto é que muitas empresas consideradas de alta intensidade tecnológica desapareceram em razão do pouco domínio de técnicas, problemas financeiros e carência de escala (Resende e Anderson, 1999; Castro, 2001). Já para os anos entre 2000 e 2007, houve uma concentração dos setores de alta intensidade tecnológica, que apresentaram uma redução da participação na indústria de transformação (Saboia, 2013; Sampaio, 2013).

O resultado anterior não acompanha em partes as estimativas apresentadas por Rodrik (2011) para 118 países. A convergência absoluta da produtividade do trabalho ocorreu em maior proporção para setores de média-alta e alta intensidade tecnológica. Somente os setores de Edição, impressão e reprodução de gravações; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; e Fabricação de outros equipamentos de transporte apresentaram coeficientes de convergência próximos aos encontrados.

Por fim, 15 dos 23 subsetores da Indústria da transformação brasileira (Fabricação de produtos têxteis; Confecção de artigos do vestuário e acessórios; Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados; Edição, impressão e reprodução de gravações; Fabricação de produtos químicos; Fabricação de artigos de borracha e plástico; Fabricação de produtos de minerais não-metálicos; Fabricação de produtos de metal – exceto máquinas e equipamentos; Fabricação de máquinas e equipamentos; Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos; Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; Fabricação de outros equipamentos de transporte; Fabricação de móveis e indústrias diversas; e Reciclagem) apresentaram σ -convergência. Em sua maioria, é identificada uma convergência para um menor nível de produtividade dentro dos setores. Este resultado pode estar atrelado a crise econômica de 2007, confirmando a teoria que a produtividade do trabalho é pró cíclica. Além disso, ao comparar ao trabalho de Rodrik (2011), 11 dos 23 subsetores

Tabela 4: Convergência absoluta da produtividade do trabalho dos setores extrativista e da transformação desagregados, para os estados brasileiros (2008-2019).

Setor	MQO			Painel		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Indústria extrativa	-0,0200** (0,0095)	-0,0381*** (0,0122)	-0,0469* (0,0248)	-0,0711** (0,0293)	-0,0471* (0,0245)	-0,0715** (0,0291)
Extração de petróleo e gás natural	-0,1093** (0,0095)	-0,0320 (0,0429)	-0,0226 (0,0244)	-0,0974*** (0,017)	-0,0288 (0,0288)	-0,133*** (0,0088)
Extração de minerais metálicos	-0,0166 (0,0097)	-0,02 (0,0178)	-0,0234 (0,016)	-0,0169 (0,0179)	-0,0233 (0,0159)	-0,0168 (0,0224)
Extração de minerais não-metálicos	-0,0898*** (0,0150)	-0,1102*** (0,0181)	-0,1413*** (0,0398)	-0,1444*** (0,0418)	-0,1417*** (0,0389)	-0,1454*** (0,041)
Atividades de apoio à extração de minerais	0,003 (0,0204)	0,0063 (0,0224)	-0,0729 (0,0643)	-0,1006 (0,0876)	-0,0628 (0,0454)	-0,0998 (0,0672)
Indústria da transformação	-0,0264*** (0,0083)	-0,0245 (0,0165)	-0,0233 (0,0163)	-0,0263 (0,0181)	-0,0219 (0,0185)	-0,0247 (0,0206)
Fabricação de produtos alimentícios	-0,0442** (0,0196)	-0,048** (0,0206)	-0,0483 (0,0202)	-0,0604 (0,0226)	-0,0499 (0,02)	-0,061 (0,0233)
Fabricação de bebidas	0,0042 (0,0126)	0,0055 (0,0093)	-0,0146 (0,0241)	-0,0245 (0,0313)	-0,0125 (0,0232)	-0,022 (0,0345)
Fabricação de produtos do fumo	-0,0095 (0,0,0143)	-0,0016 (0,0239)	-0,0192 (0,017)	-0,0245 (0,018)	-0,0098 (0,0116)	-0,0067 (0,0174)
Fabricação de produtos têxteis	-0,0333*** (0,0108)	-0,0313*** (0,0107)	-0,0614** (0,0302)	-0,0718** (0,0341)	-0,0591** (0,0283)	-0,0669** (0,0317)
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	-0,0523*** (0,0170)	-0,0628*** (0,0150)	-0,0633*** (0,0151)	-0,0835*** (0,0135)	-0,0606*** (0,0169)	-0,0809** (0,0214)
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	-0,0534** (0,0205)	-0,0252 (0,0541)	-0,0573** (0,0277)	-0,0677* (0,0382)	-0,0577** (0,0274)	-0,0683* (0,0382)
Fabricação de produtos de madeira	-0,0823*** (0,0215)	-0,0919*** (0,0211)	-0,0864*** (0,0221)	-0,1036*** (0,022)	-0,0876*** (0,022)	-0,1047*** (0,0248)

Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	-0,0362*** (0,0122)	-0,0408*** (0,0131)	-0,1093** (0,0535)	-0,1297** (0,0526)	-0,1069** (0,0513)	-0,1271** (0,0506)
Impressão e reprodução de gravações	-0,0131 (0,033)	-0,0107 (0,0132)	-0,0158 (0,0147)	-0,0171 (0,0179)	-0,0153 (0,0145)	-0,0165 (0,0177)
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	-0,0267** (0,0112)	-0,042** (0,0198)	-0,0154 (0,0192)	-0,0144 (0,0172)	-0,0146 (0,0185)	-0,0136 (0,0166)
Fabricação de produtos químicos	-0,007* (0,0304)	-0,0296*** (0,01)	-0,052*** (0,014)	-0,0571*** (0,0126)	-0,052*** (0,0138)	-0,0568*** (0,0124)
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	-0,0566** (0,0219)	-0,0343 (0,0267)	-0,0693** (0,0279)	-0,0789* (0,0404)	-0,071** (0,0282)	-0,0826** (0,0395)
Fabricação de produtos de borracha e material plástico	-0,0202 (0,0179)	0,0191 (0,016)	-0,0489** (0,019)	-0,0503** (0,0189)	-0,048** (0,0184)	-0,049** (0,0183)
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	-0,06*** (0,0071)	-0,0627*** (0,0079)	-0,0718*** (0,0125)	-0,0758*** (0,0134)	-0,0699*** (0,0123)	-0,0733*** (0,013)
Metalurgia	-0,0008 (0,0159)	0,0011 (0,0193)	-0,0001 (0,0191)	-0,0005 (0,0196)	0,0054 (0,0154)	0,0038 (0,0157)
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	-0,0312 (0,0312)	-0,0396 (0,0352)	-0,0555* (0,0318)	-0,0594 (0,0371)	-0,0548* (0,0311)	-0,0583 (0,0362)
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	-0,0496*** (0,0126)	-0,0467*** (0,0105)	-0,0722** (0,0328)	-0,0685* (0,0395)	-0,0731** (0,0285)	-0,0695* (0,0343)
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-0,024 (0,047)	-0,0702 (0,0478)	-0,129*** (0,036)	-0,1604*** (0,0412)	-0,0128*** (-0,0364)	-0,1604*** (0,0415)
Fabricação de máquinas e equipamentos	-0,0648*** (0,0201)	-0,0615*** (0,0148)	-0,0864*** (0,0295)	-0,0927*** (0,0284)	-0,0865*** (0,0295)	-0,0927*** (0,0284)
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	-0,0237*** (0,0055)	-0,0294*** (0,0065)	-0,04*** (0,0124)	-0,055*** (0,0129)	-0,0413*** (0,012)	-0,0565*** (0,0132)
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	-0,0528 (0,015)	-0,0614*** (0,0081)	-0,0667*** (0,0134)	-0,084*** (0,0108)	-0,0622*** (0,0132)	-0,0808*** (0,0099)
Fabricação de móveis	-0,0762*** (0,0149)	-0,0866*** (0,0192)	-0,0941*** (0,0212)	-0,1117*** (0,0198)	-0,0941*** (0,0206)	-0,1123*** (0,0192)
Fabricação de produtos diversos	-0,0251* (0,0125)	-0,0316* (0,0168)	-0,0595** (0,0222)	-0,074*** (0,0265)	-0,059*** (0,0265)	-0,0724*** (0,025)

Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	-0,0576* (0,0318)	-0,0709 (0,041)	-0,0676*** (0,0182)	-0,0871*** (0,0187)	-0,0626*** (0,0177)	-0,0771*** (0,0203)
Indústria	-0,0105 (0,0083)	0,0028 (0,0179)	-0,0036 (0,0132)	-0,0044 (0,0164)	-0,003 (0,0137)	-0,0037 (0,0169)
Indústria extrativa + Indústria da transformação (com efeito fixo de setor)	-0,0135 (0,01)	-0,0227* (0,0121)	-0,0447** (0,0221)	-0,0578** (0,0225)	-0,045** (0,0219)	-0,0582** (0,0258)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Nota: Erros padrão se encontram em parêntese. *p-valor <0,1; **p-valor<0,05; ***p-valor<0,01.

(Edição, impressão e reprodução de gravações; Fabricação de produtos químicos; Fabricação de artigos de borracha e plástico; Fabricação de produtos de minerais não-metálicos; Fabricação de produtos de metal – exceto máquinas e equipamentos; Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; Fabricação de outros equipamentos de transporte; Fabricação de móveis e indústrias diversas; e Reciclagem) apresentaram σ -convergência tanto para a economia brasileira quanto para os 118 países analisados pelo autor.

Com relação ao período de 2008-2019, se diferenciando do anterior, os setores da Indústria extrativa e da transformação apresentaram coeficientes β absolutos negativos e significativos, porém, de forma agregada, continuaram não apresentando sinais de convergência absoluta significativos. Novamente, o capital humano afeta positivamente a produtividade do trabalho, como esperado. Não há presença de σ -convergência para a Indústria com um todo e para o setor da Indústria extrativa, como anteriormente. Portanto, não há reduções das diferenças. Já para a Indústria da transformação, o setor apresentou novamente σ -convergência.

Em uma análise desagregada com relação ao período de 2008-2019, 18 dos 28 subsetores analisados apresentaram sinais de convergência absoluta significativos. Para a indústria extrativa, novamente, o setor que apresentou maior coeficiente de convergência foi o de Extração de petróleo e gás natural. Este resultado está atrelado aos fatores já citados anteriormente na seção de análise descritiva e com o que já foi apresentado nos resultados com relação ao setor no período de 1996-2007. Apesar de não apresentar σ -convergência, o setor de Extração de petróleo e gás natural convergiu para um maior nível de produtividade. Dentre os subsetores restantes da Indústria extrativa, somente Extração de minerais não-metálicos apresentou convergência absoluta significativa. Este subsetor também convergiu para um maior nível de produtividade do trabalho. Por fim, os subsetores de Extração de minerais metálicos e Extração de minerais não-metálicos apresentaram σ -convergência e o subsetor de Atividades de apoio à extração de minerais não.

Já para a Indústria de transformação, o setor que apresentou maior coeficiente de convergência absoluta foi o de Fabricação de produtos de madeira. Neste caso, ao analisar os dados, é possível verificar que houve convergência da produtividade do trabalho para um maior nível. Com relação a σ -convergência, o setor não apresentou redução na dispersão, logo, não houve redução das diferenças.

A respeito da classificação de intensidade tecnológica, é detectado que a convergência absoluta da produtividade do trabalho na Indústria da transformação brasileira no período de 2008-2019 ocorreu em maior proporção nos setores de baixa e alta intensidade tecnológica. Com este resultado, é possível verificar que houve uma alteração em comparação ao período anterior, uma vez que para 1996-2007, os setores que apresentavam convergência absoluta em maior proporção eram os de baixa e baixa-média intensidade tecnológica. Segundo Mendes et al (2019), há um crescimento significativo do emprego em setores de alta intensidade tecnológica nas cidades consideradas de porte médio, indicando uma desconcentração dos grandes centros.

Dois setores que são considerados de alta intensidade tecnológica e apresentam convergência absoluta da produtividade do trabalho foram o de Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos e Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos. O setor farmacêutico, como discutido na seção de análise descritiva, apresentou avanços nos níveis de investimento e se consolidou em relação aos medicamentos genéricos. Já com relação ao setor de Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, de acordo com Mendonça et al (2022), foi o mais eficiente durante o período de 2007-2019 dentro da indústria brasileira.

Por fim, 10 dos 24 subsetores da Indústria da transformação brasileira (Fabricação de produtos alimentícios; Fabricação de produtos do fumo; Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados; Fabricação de produtos de minerais não-metálicos; Metalurgia; Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; Fabricação de máquinas e equipamentos; Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias; Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores; e Fabricação de móveis) apresentaram σ -convergência. Em sua maioria, é identificada uma convergência para um menor nível de produtividade dentro dos setores, se diferenciando do resultado para o período anterior.

Apesar de que há uma mudança na cobertura dos subsetores e suas atividades sob diferentes classificações da CNAE, acredita-se como Kinfemichhael e Morshed (2019) que os resultados dos subsetores nomeados de forma parecida ou idênticas, permitem uma comparação imperfeita, porém importante, da convergência da produtividade do trabalho para os dois períodos. Coincidentemente, esta divisão nos permite realizar uma análise antes e pós crise de 2008.

Nota-se que para 4 subsetores - Extração de minerais metálicos; Fabricação de produtos do fumo; Fabricação de artigos de borracha e plástico; e Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos – apresentaram sinais de convergência significativos no primeiro período e no segundo, não. Porém, quatro outros subsetores - Fabricação de produtos alimentícios e bebidas; Fabricação de produtos químicos; Fabricação de celulose, papel e produtos de papel; e fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias – apresentaram convergência significativa somente no segundo período. Dois dos quatros últimos setores citados foram desagregados no último período. O setor de Fabricação de produtos alimentícios e bebidas foi dividido em Fabricação de produtos alimentícios e Fabricação de bebidas. Já para o setor de Fabricação de produtos químicos, foi retirado o setor de Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos, tornando um único subsetor. Houve também um fortalecimento do coeficiente de convergência da Indústria extrativa e da transformação.

Após a análise agregada e desagregada para os setores da economia durante os dois períodos, é visível o viés de agregação e a importância de um estudo desagregado. Para o primeiro período de análise, 1996-2007, o setor da indústria de transformação agregado não apresentou convergência significativa, mas 16 dos 24 subsetores obtiveram coeficientes de convergência significativos. No segundo período, o setor da indústria de transformação como um todo apresentou coeficientes de convergência significativos, porém somente 17 dos 25 subsetores analisados apresentaram coeficientes β negativos e significativos. Já para a Indústria extrativa no período 1996-2007, de forma agregada o setor não apresenta coeficientes de convergência significativos, contudo, seus 3 subsetores analisados de forma desagregada apresentam coeficientes negativos significativos. Para 2008-2019, em uma análise do setor como um todo, há convergência absoluta significativa, no entanto 2 dos seus 4 subsetores não obtiveram sinais significativos.

Com relação à estimação da convergência condicional, alguns dos setores passaram a não apresentar sinais de convergência significativos em comparação a convergência absoluta. Portanto, isto indica que alguns setores estão convergindo tanto para um nível comum de produtividade do trabalho quanto para seu próprio nível estacionário de produtividade do trabalho. Por fim, com relação aos testes de robustez, a grande parte das estimativas se demonstram robustas, mantendo seus coeficientes de convergência significativos e semelhantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Examinar os mecanismos que afetam a produtividade do trabalho, possibilita criar um pensamento mais crítico na escolha de medidas para impulsioná-la. No Brasil, as inúmeras conjunturas que o país passou, proporcionou variações no nível da produtividade do trabalho ao longo do tempo, confirmando a hipótese da sua pró-ciclicidade. Em uma análise para o primeiro período, 1996-2007, grande parte dos setores convergiram para um menor nível de produtividade do trabalho. Já para o período pós crise mundial de 2008, os setores em sua maioria convergiram para um maior nível de produtividade do trabalho.

Com o passar do tempo, ao compararmos os dois períodos, os resultados indicaram que haveria uma migração da convergência de setores de baixa e média-baixa para setores com baixa e alta tecnologia. Portanto, há indícios que os setores de alta intensidade tecnológica vem ganhando espaço no mercado. Por exemplo, o setor farmacêutico brasileiro apresentou ganhos de investimentos nos últimos anos e foi considerado um dos maiores mundialmente. Outro setor que deve ser destacado é o de Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, sendo considerado o setor mais eficiente da indústria. Políticas específicas para estes setores podem contribuir ainda mais para o crescimento da economia brasileira, evitando a reprimarização e a desindustrialização prematura. Setores de alta tecnologia também proporcionam um maior investimento na educação, por meio de parcerias público-privada ou até mesmo na formação de profissionais com maiores níveis de capital humano que serão absorvidos pelas próprias empresas. Além disso, maiores níveis de produtividade do trabalho podem proporcionar maiores taxas de crescimento.

A política de privatizações que também ocorreu na década de 1990, gerou ganhos de produtividade principalmente na Indústria extrativa, com a privatização da Companhia Vale do Rio Doce. Esta política pode ter proporcionado a convergência do setor no primeiro período analisado. Mas, para os dias de hoje, é uma medida que gera grandes discussões, uma vez que na maioria dos casos as estatais são leiloadas abaixo do valor de mercado. É necessário então uma reformulação trabalhista dentro das estatais, proibindo também a indicação política para cargos de confiança.

É importante ressaltar as diferenças regionais que o Brasil apresenta, principalmente nos setores da Indústria da transformação. Como relatado, no setor de Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, o seu resultado de divergência tem relação direta com as diferentes formas de produção, seguindo modelos

arcaicos na região Nordeste e refinarias de alto nível tecnológico no Sudeste. Além das diferenças em nível industrial, ainda existem grandes discrepâncias em relação a infraestrutura, educação e até mesmo saneamento básico. A redução dessas diferenças permite uma maior integração dentro da economia, facilitando uma transmissão intersetorial de inovações e tecnologias. Por exemplo, políticas em educação e infraestrutura para as demais regiões do país com o objetivo de atrair setores intensivos em alta tecnologia, uma vez que estas indústrias buscam os grandes centros em razão da oferta de mão de obra qualificada, parcerias pública-privada e boa infraestrutura. Outro detalhe, também é necessária uma melhor distribuição de renda e que os níveis salariais estejam atrelados ao crescimento da produtividade, o que pode favorecer o consumo das famílias nos setores da indústria da transformação brasileira.

É primordial também uma política de industrialização coordenada com a política monetária e fiscal. A taxa de juros e o câmbio afetam de forma direta a indústria e podem afetar o crescimento da produtividade. Portanto, é importante revisar as políticas já realizadas no país e nas demais economias do mundo, verificando os resultados gerados.

Com relação a análise desagregada, está nos permitiu investigar de melhor forma os subsetores da economia, a convergência e suas características. Ao examinar a Indústria como um todo, não foi possível captar a convergência em determinados setores, portanto, pode haver equívocos nas medidas a serem tomadas. Outro detalhe, é em relação ao viés de agregação. Não necessariamente se a Indústria da transformação convergir, seus demais setores também irão. Isto facilita a criação de políticas com foco naquele determinado setor dentro daquele estado. A partir desta desagregação também é possível verificar que muitos setores se destacaram durante o período analisado, principalmente os pertencentes à Indústria extrativa. Estes setores apresentaram os maiores níveis de produtividade e coeficientes de convergência. Isto indica também que a Indústria brasileira pode estar apresentando uma reprimarização de sua pauta, uma vez que o país apresenta uma grande vantagem comparativa no setor mineral, focando na exportação de commodities.

Como sugestão para análises futuras, propõe-se replicar este estudo para um nível municipal. Desta forma, será possível apresentar resultados ainda mais robustos em relação a convergência da produtividade do trabalho no país. Outra sugestão é realizar uma análise pós pandemia, possibilitando a comparação dos resultados entre diferentes crises mundiais.

REFERÊNCIAS

- ANUATTI-NETO, Francisco et al. Os efeitos da privatização sobre o desempenho econômico e financeiro das empresas privatizadas. **Revista Brasileira de Economia**, v. 59, p. 151-175, 2005.
- ASKARI, Hossein; KRICHENE, Noureddine. An oil demand and supply model incorporating monetary policy. **Energy**, v. 35, n. 5, p. 2013-2021, 2010.
- AZZONI, Carlos R. Economic growth and regional income inequality in Brazil. **The annals of regional science**, v. 35, p. 133-152, 2001.
- BAILY, Martin Neil; BARTELSMAN, Eric J.; HALTIWANGER, John. Labor productivity: structural change and cyclical dynamics. **Review of Economics and Statistics**, v. 83, n. 3, p. 420-433, 2001.
- BARBOSA FILHO, Fernando de Holanda; PESSÔA, Samuel de Abreu. Pessoal ocupado e jornada de trabalho: uma releitura da evolução da produtividade no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 68, p. 149-169, 2014.
- BARRO, Robert J; Sala-i-Martin, Xavier. Convergence across states and regions. **Brookings papers on economic activity**, p. 107-182, 1991.
- BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, Xavier. Economic growth second edition. 2004.
- BONELLI, Regis. Labor productivity in Brazil during the 1990s. 2002.
- BONELLI, Regis; FONTES, Julia. Desafios brasileiros no longo prazo. 2013.
- CANÊDO-PINHEIRO, Mauricio; BARBOSA FILHO, Fernando de Holanda. Produtividade e convergência entre estados brasileiros: exercícios de decomposição setorial. **Economia Aplicada**, v. 15, p. 417-442, 2011.
- CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de; FEIJÓ, Carmem Aparecida. A indústria brasileira em 2004 e as teses sobre a sustentabilidade da retomada do crescimento. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 33, n. 1, p. 231-252, 2005.
- CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; MESQUITA, Pedro Paulo Dias; CARDARELLI, Nicole Agostinho. Panoramas setoriais 2030: mineração e metalurgia. 2017.
- CASSEMIRO, Eliane et al. Custo de Produção do Carvão Mineral e o Custo de Recuperação de Áreas Degradadas Pela Extração do Carvão Na Região Sul de Santa Catarina. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2002.
- CATELA, Eva Yamila; CIMOLI, Mario; PORCILE, Gabriel. Productivity and structural heterogeneity in the Brazilian manufacturing sector: trends and determinants. **Oxford Development Studies**, v. 43, n. 2, p. 232-252, 2015.
- CASTRO, Antonio Barros de. Reestruturação Industrial Brasileira nos Anos 90. Uma Interpretação. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 21, p. 369-392, 2001.
- CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Classificações tecnológicas: uma sistematização. 2014.

CHANDA, Areendam; PANDA, Bibhudutta. Productivity growth in goods and services across the heterogeneous states of America. **Economic Inquiry**, v. 54, n. 2, p. 1021-1045, 2016.

COELHO, Rodrigo Lara Pinto; FIGUEIREDO, LÍZIA DE. Uma análise da hipótese da convergência para os municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Economia**, v. 61, p. 331-352, 2007.

CUNHA, Joaci de S. et al. Crise mundial e a trajetória do Brasil, entre 2008 e 2015. **Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades**, n. 234, p. 4-46, 2015.

DOMINGUES, Edson Paulo et al. Impactos econômicos da paralisação de parte da produção mineral em Minas Gerais decorrentes do desastre de barragem em Brumadinho. **Gestão e Sociedade**, v. 14, n. 38, p. 3463-3479, 2020.

EIA. **Demanda de petróleo e outros líquidos**. Disponível em: <<https://www.eia.gov/international/data/world>>. Acessado em: 29 de jun. 2023.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Balço Energético Nacional 2007 (BEN 2007)**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-136/topico-111/Sumario%20Executivo%202007.pdf>>. Acessado em 18 de jul. 2023.

ESTRELLA, Arturo. Decoding productivity: business cycle properties of labor productivity growth. **Federal Reserve Bank of New York**, 2004.

FERREIRA, Rafael Costa. Políticas industriais voltadas para o complexo industrial da saúde: um panorama da década de 2010. 2022. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

FOCHEZATTO, Adelar; STÜLP, Valter José. Análise da Dinâmica da Produtividade do Trabalho entre Setores e Estados Brasileiros na Década de 90. **Análise Econômica**, v. 25, n. 48, 2007.

GALEANO, Edileuza; FEIJÓ, Carmen. A estagnação da produtividade do trabalho na indústria brasileira nos anos 1996-2007: análise nacional, regional e setorial. **Nova Economia**, v. 23, p. 9-50, 2013.

GALEANO, Edileuza Vital; WANDERLEY, Lívio Andrade. Um estudo sobre o comportamento da produtividade industrial do trabalho nas regiões do Brasil no período de 1996 a 2010. **Geografares**, n. 15, p. 139-180, 2013.

HIRATUKA, Celio. FDI in Brazil: recent trends and the role of Canadian investment. 2010.

IBGE. **Conceituação das Variáveis do PIA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-empresa/variaveis>>. Acessado em: 01 de jun. 2023.

IBRE-FGV. **Série Histórica IPA-M – Fechamento Mensal**. Disponível em: <<https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/consulta.aspx>>. Acessado em: 22 de jun. 2023.

JONES, Charles. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Campus Elsevier, 2000.

KINFEMICHAEL, Bisrat; MORSHED, AKM Mahbub. Convergence of labor productivity across the US states. **Economic Modelling**, v. 76, p. 270-280, 2019.

- LEÃO, Débora Carneiro. **Medindo a produtividade total dos fatores da indústria extrativa brasileira**. 2013. Dissertação de Mestrado-Escola de Pós-graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas.
- LUCAS, Robert E Jr. On the mechanics of economic development. **Journal of monetary economics**, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988.
- LUCINDA, Claudio; MEYER, Leandro. Quão imperfeita é a competição na indústria brasileira?: estimativas de mark up setorial entre 1996 e 2007. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 43, p. 687-710, 2013.
- MARQUES, Rosa Maria; NAKATANI, Paulo. O Brasil e a crise econômica: apenas uma marolinha?. **São Paulo**, 2009.
- MARANDUBA JR, N. G. **Política regional, crescimento econômico e convergência de renda em Minas Gerais**. 2007. Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.
- MARCONI, Nelson. Crescimento e composição da pauta externa. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 73, n. 10, p. 60-62, 2019.
- MARTIN, Ron; SUNLEY, Peter. Convergência lenta? A nova teoria do crescimento endógeno e o desenvolvimento regional. **Cadernos do IPPUR, Rio de Janeiro**, v. 14, n. 1, p. 15-48, 2000.
- MENDES, João Maria. A questão curda recentra a Turquia no Médio Oriente. **JANUS 2008-O que está a mudar no trabalho humano**, 2008.
- MENDES, Philippe Scherrer et al. Reorganização espacial da indústria de transformação brasileira pós-2008: a evolução do emprego formal no território. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 13, n. 1, p. 23-44, 2019.
- MENDONÇA, Márcio Jorge et al. **Avaliando o desempenho da indústria brasileira**. Texto para Discussão, 2022.
- MENDONÇA, Mário Jorge. Diagnóstico das causas da crise econômica no Brasil e retomada do crescimento econômico. **Razão Contábil e Finanças**, v. 9, n. 2, 2018.
- MENEZES FILHO, Naercio; CAMPOS, Gabriela; KOMATSU, Bruno. A evolução da produtividade no Brasil. **Brasil. São Paulo, CPP Policy Paper**, n. 12, 2014.
- NASSIF, André; FEIJÓ, Carmem; ARAÚJO, Eliane. Structural change and economic development: is Brazil catching up or falling behind?. **Cambridge Journal of Economics**, v. 39, n. 5, p. 1307-1332, 2015.
- OLAVO, Renan Ferreira et al. Estudo da competitividade internacional do complexo agroindustrial brasileiro de papel e celulose, 1990-2013. **Anais do XII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ENABER)**, 2015.
- OLIVEIRA, Adilson de. Pré-sal: a oportunidade e seus desafios. **Revista USP**, n. 95, p. 23-32, 2012.
- OLIVEIRA, Arthur et al. Petrobrás, preço de paridade de importação e tributação: Análise de aspectos no mercado brasileiro. **O Eco da Graduação**, v. 7, n. 2, p. 5-25, 2022.

- OPEP. **OPEP Basket Price**. Disponível em: <https://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm>. Acesso em: 29 de jun. 2023.
- OREIRO, José Luís; PAULA, Luiz Fernando de. A economia brasileira no governo Temer e Bolsonaro: Uma avaliação preliminar. **ResearchGate**. set, 2019.
- PAULA, Luiz Fernando de; PIRES, Manoel. Crise e perspectivas para a economia brasileira. **Estudos avançados**, v. 31, p. 125-144, 2017.
- PICANÇA, Márcio Renato. **Produtividade do trabalho e custo unitário do trabalho na indústria de transformação do Brasil no período 1996 a 2014**. 2017. Tese de Doutorado.
- RAIS. **Escolaridade agregada após 2005**. Disponível em: <<https://bi.mte.gov.br>>. Acesso em: 28 de jul. 2023;
- REDER, Melvin W. The theory of occupational wage differentials. **The American Economic Review**, v. 45, n. 5, p. 833-852, 1955.
- RESENDE, Marco Flávio da Cunha; ANDERSON, Patrícia. Mudanças estruturais na indústria brasileira de bens de capital. 1999.
- ROCHA, Frederico. Produtividade do trabalho e mudança estrutural nas indústrias brasileiras extrativa e de transformação, 1970-2001. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 27, p. 221-241, 2007.
- RODRIK, Dani. Unconditional convergence in manufacturing. **The quarterly journal of economics**, v. 128, n. 1, p. 165-204, 2013.
- ROMER, David. *Advanced macroeconomics fourth edition*. 2011.
- ROMER, Paul M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of political economy**, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, 1986.
- ROMER, Paul M. Endogenous technological change. **Journal of political Economy**, v. 98, n. 5, Part 2, p. S71-S102, 1990.
- ROSSI JÚNIOR, José Luiz; FERREIRA, Pedro Cavalcanti. Evolução da produtividade industrial brasileira e abertura comercial. 1999.
- ROSSI, Pedro; MELLO, Guilherme. Choque recessivo e a maior crise da história: A economia brasileira em marcha à ré. **Nota do Cecon, IE/UNICAMP. Campinas**, 2017.
- SABOIA, João; KUBRUSLY, Lucia. Diferenciais regionais e setoriais na indústria brasileira. **Economia Aplicada**, v. 12, p. 125-149, 2008.
- SABOIA, João. A continuidade do processo de desconcentração regional da indústria brasileira nos anos 2000. **Nova economia**, v. 23, p. 219-278, 2013.
- SAINT-PAUL, Gilles. Productivity growth and the structure of the business cycle. **European Economic Review**, v. 37, n. 4, p. 861-883, 1993.
- SALA-I-MARTIN, Xavier X. Regional cohesion: evidence and theories of regional growth and convergence. **European economic review**, v. 40, n. 6, p. 1325-1352, 1996a.

- SALA-I-MARTIN, Xavier X. The classical approach to convergence analysis. **The economic journal**, v. 106, n. 437, p. 1019-1036, 1996b.
- SAMPAIO, Daniel Pereira. A desindustrialização em marcha no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, 2013.
- SANT'ANNA, André Albuquerque. Indústria de petróleo e gás: desempenho recente e desafios futuros. 2011.
- SARTI, Fernando; HIRATUKA, Célio. Desempenho recente da indústria brasileira no contexto de mudanças estruturais domésticas e globais. **Texto para discussão**, n. 290, p. 1-38, 2017.
- SILVA, Ariana Cericatto da; BOTELHO, Marisa dos Reis Azevedo. A heterogeneidade estrutural e a desigualdade produtiva entre os portes da indústria de transformação brasileira. **Pymes, Innovación y Desarrollo**, v. 9, n. 3, p. 80-98, 2021.
- SOLOW, Robert M. A contribution to the theory of economic growth. **The quarterly journal of economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.
- SOLOW, Robert M. Technical change and the aggregate production function. **The review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.
- SOUZA, Adalberto Dias et al. Crise mundial de 2008 e adoção de políticas econômicas pelo governo brasileiro. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, v. 18, n. 1, 2017.
- VARGAS, Marco Antonio et al. Reestruturação na indústria farmacêutica mundial e seus impactos na dinâmica produtiva e inovativa do setor farmacêutico brasileiro. **ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA**, v. 15, 2010.
- VASCONCELOS, Lucas Ferraz; NOGUEIRA, Mauro Oddo. **Heterogeneidade estrutural no setor industrial**. 2011.
- VIEIRA, Fabiola Sulpino; SANTOS, Maria Angelica Borges dos. **O setor farmacêutico no Brasil sob as lentes da conta-satélite de saúde**. Texto para Discussão, 2020.
- VIEIRA, Karina Pereira; ALBUQUERQUE, Eduardo. O financiamento às atividades inovativas na região nordeste: uma análise descritiva a partir dos dados da Pintec. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, n. 3, p. 365-382, 2007.
- WONG, Wei-Kang. OECD convergence: A sectoral decomposition exercise. **Economics Letters**, v. 93, n. 2, p. 210-214, 2006.
- WONG, Wei-Kang. Economic growth: a channel decomposition exercise. **The BE Journal of Macroeconomics**, v. 7, n. 1, 2007.
- YOUNG, Andrew T.; HIGGINS, Matthew J.; LEVY, Daniel. Sigma convergence versus beta convergence: Evidence from US county-level data. **Journal of Money, Credit and Banking**, v. 40, n. 5, p. 1083-1093, 2008.
- YOUNG, Andrew T.; HIGGINS, Matthew J.; LEVY, Daniel. Heterogeneous convergence. **Economics Letters**, v. 120, n. 2, p. 238-241, 2013.

APÊNDICE A - Setores e seus respectivos códigos CNAES para a classificação 1.0 e 2.0

Tabela A1 – Setores e seus respectivos CNAES na classificação 1.0

Código	Setores
C	Indústria extrativa
(10)	Extração de carvão mineral
(11)	Extração de petróleo e serviços relacionados
(13)	Extração de minerais metálicos
(14)	Extração de minerais não-metálicos
D	Indústrias de transformação
(15)	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas
(16)	Fabricação de produtos do fumo
(17)	Fabricação de produtos têxteis
(18)	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
(19)	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados
(20)	Fabricação de produtos de madeira
(21)	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
(22)	Edição, impressão e reprodução de gravações
(23)	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool
(24)	Fabricação de produtos químicos
(25)	Fabricação de artigos de borracha e plástico
(26)	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
(27)	Metalurgia básica
(28)	Fabricação de produtos de metal – exceto máquinas e equipamentos
(29)	Fabricação de máquinas e equipamentos
(30)	Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática
(31)	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
(32)	Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações
(33)	Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios
(34)	Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias
(35)	Fabricação de outros equipamentos de transporte
(36)	Fabricação de móveis e indústrias diversas
(37)	Reciclagem

Fonte: PIA/IBGE.

Tabela A2 – Setores e seus respectivos CNAES na classificação 2.0

Código	Setores
B	Indústria extrativa
(05)	Extração de carvão mineral
(06)	Extração de petróleo e gás natural
(07)	Extração de minerais metálicos
(08)	Extração de minerais não-metálicos
(09)	Atividades de apoio à extração de minerais
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 de 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 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

Fonte: PIA/IBGE.

APÊNDICE B - Setores da Indústria da transformação e suas respectivas classificações de intensidade tecnológica para CNAE 1.0 e 2.0

Tabela B1 – Setores da Indústria da transformação e suas respectivas classificações de intensidade tecnológica para a CNAE 1.0

Código	Setores	Classificação de intensidade tecnológica
(15)	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	Baixa
(16)	Fabricação de produtos do fumo	Baixa
(17)	Fabricação de produtos têxteis	Baixa
(18)	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Baixa
(19)	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	Baixa
(20)	Fabricação de produtos de madeira	Baixa
(21)	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa
(22)	Edição, impressão e reprodução de gravações	Baixa
(23)	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	Média-baixa
(24)	Fabricação de produtos químicos	Média-alta
(25)	Fabricação de artigos de borracha e plástico	Média-baixa
(26)	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa

(27)	Metalurgia básica	Média-baixa
(28)	Fabricação de produtos de metal – exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa
(29)	Fabricação de máquinas e equipamentos	Média-alta
(30)	Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	Alta
(31)	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta
(32)	Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	Alta
(33)	Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	Alta
(34)	Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	Média-alta
(35)	Fabricação de outros equipamentos de transporte	Média-alta
(36)	Fabricação de móveis e indústrias diversas	Baixa
(37)	Reciclagem	Baixa

Fonte: Cavalcante (2014).

Tabela B2 – Setores da Indústria da transformação e suas respectivas classificações de intensidade tecnológica para a CNAE 2.0

Código	Setores	Classificação de intensidade tecnológica
(10)	Fabricação de produtos alimentícios	Baixa
(11)	Fabricação de bebidas	Baixa
(12)	Fabricação de produtos do fumo	Baixa
(13)	Fabricação de produtos têxteis	Baixa
(14)	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Baixa
(15)	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	Baixa
(16)	Fabricação de produtos de madeira	Baixa
(17)	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa
(18)	Impressão e reprodução de gravações	Baixa
(19)	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	Média-baixa
(20)	Fabricação de produtos químicos	Média-alta
(21)	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta
(22)	Fabricação de produtos de borracha e material plástico	Média-baixa
(23)	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa
(24)	Metalurgia	Média-baixa
(25)	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa
(26)	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta
(27)	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta
(28)	Fabricação de máquinas e equipamentos	Média-alta
(29)	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Média-alta

(30)	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média-alta
(31)	Fabricação de móveis	Baixa
(32)	Fabricação de produtos diversos	Baixa
(33)	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média-baixa

Fonte: Cavalcante (2014).