UFRRJ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA REGIONAL E DESENVOLVIMENTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Crescimento sustentável no Brasil: Análise do grau de desacoplamento entre o PIB e os gases de efeito estufa entre os anos de 1991 a 2021

Erlon Domingues da Silva

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA REGIONAL E DESENVOLVIMENTO

Crescimento sustentável no Brasil: Análise do grau de desacoplamento entre o PIB e os gases de efeito estufa entre os anos de 1991 a 2021

ERLON DOMINGUES DA SILVA

Sob a orientação da Professora

Dr.ª Débora Mesquita Pimentel

e Co-orientação do Professor

Dr. Alexandre Jerônimo de Freitas

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Curso de Pós-Graduação em Economia, Área de Concentração em Economia Regional e Desenvolvimento Econômico

Seropédica, RJ

Julho de 2025

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

s586c

silva, erlon, 1995-
Crescimento sustentável no Brasil: Análise do grau de desacoplamento entre o PIB e os gases de efeito estufa entre os anos de 1991 a 2021 / erlon silva. - Seropédica, 2025.
75 f.: il.

Orientadora: Debora Mesquita Pimentel.
Coorientadora: Alexandre Jeronimo de Freitas.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA REGIONAL E DESENVOLVIMENTO, 2025.

1. Desacoplamento. 2. Crescimento Sustentável. 3. índice de Tapio. I. Mesquita Pimentel, Debora, 1983-, orient. II. Jeronimo de Freitas, Alexandre, 1976-, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA REGIONAL E DESENVOLVIMENTO. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA REGIONAL E DESENVOLVIMENTO

ERLON DOMINGUES DA SILVA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Economia, área de Concentração em Economia Regional e Desenvolvimento Econômico.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/07/2025

gov.br Documento assinado digitalmente
DEBORA MESQUITA PIMENTEL
Data: 17/01/2026 10:35:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Debora Mesquita Pimentel. (Drª.) UFRRJ

(Orientadora)

gov.br Documento assinado digitalmente
ALEXANDRE JERONIMO DE FREITAS
Data: 17/01/2026 10:40:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Alexandre Jerônimo de Freitas. (Dr.) UFRRJ

(Co-Orientador)

gov.br Documento assinado digitalmente
EDUARDO ALBERTO CRESPO
Data: 05/02/2026 14:25:04-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Eduardo Alberto Crespo. (Dr.) UFRJ

gov.br Documento assinado digitalmente
MARCELO PEREIRA FERNANDES
Data: 20/01/2026 09:42:01-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Marcelo Pereira Fernandes. (Dr.) UFRRJ

AGRADECIMENTOS

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

Este trabalho é fruto do esforço coletivo de pessoas que me acompanharam nesta trajetória. À minha orientadora, professora Débora Mesquita, e ao meu coorientador, professor Alexandre Freitas, agradeço pelas orientações, pelo incentivo e pela confiança depositada em mim.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Desenvolvimento Econômico da UFRRJ, agradeço pelo aprendizado compartilhado e pelo convívio enriquecedor.

Sou especialmente grato à minha namorada Laura Castro, pelo amor, pela paciência e por ser minha principal fonte de motivação ao longo desta jornada e aos meus amigos Gabriel Pedrosa e Eduardo Oliveira, por suas amizades leais e pelo apoio nos momentos desafiadores.

Finalmente, agradeço à minha família, cujo apoio incondicional e afeto me deram a base necessária para alcançar esta conquista.

RESUMO

SILVA, Erlon Domingues Da. **Crescimento sustentável no Brasil: Análise do grau de desacoplamento entre o PIB e os gases de efeito estufa entre os anos de 1991 a 2021**. 2025. 71p Dissertação (Mestrado em Economia, Economia Regional e Desenvolvimento Econômico). Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Economia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

Esta dissertação analisa o crescimento sustentável no Brasil por meio do grau de desacoplamento entre o Produto Interno Bruto (PIB) e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos setores agropecuário e de indústria de transformação entre 1991 e 2021. O Objetivo é investigar, a nível federal e regional, a relação entre a variação do PIB setorial e a variação das emissões de CO^2, empregando o índice de Tapio, que classifica em oito cenários de acoplamento e desacoplamento. Os dados de PIB foram obtidos no Ipeadata do IBGE e as estimativas de emissões no portal SEEG do Observatório do Clima. Os resultados mostram que, no setor agropecuário, predomina o desacoplamento negativo forte, revelando crescimento das emissões em paralelo à retração do PIB. O único ano com desacoplamento forte foi 2007. A análise regional apresenta o desempenho ambiental mais eficiente da região Sul, em contraste com o Centro-Oeste, no qual a alta emissão não corresponde a quantidade produzida. Na indústria de transformação, os dados revelam um cenário mais favorável. Em dezessete dos trinta anos analisados, foram observados estágios de desacoplamento forte, fraco ou recessivo, demonstrando, em alguns momentos, avanços na dissociação entre emissões de GEE e crescimento econômico. No entanto, nove anos foram classificados como desacoplamento negativo forte, com piora simultânea dos indicadores ambiental e econômico, concentrando-se especialmente na década de 2010. A mudança estrutural da economia brasileira, de um modelo agroexportador para uma industrialização verde, é apresentada como uma alternativa para antecipar o ponto de inflexão da Curva de Kuznets Ambiental (EKC), conciliando crescimento econômico e sustentabilidade ambiental. O trabalho destaca a importância de políticas industriais voltadas à modernização produtiva com base em tecnologias de baixo carbono, bem como a necessidade de planejamento de longo prazo para estimular a transição para uma economia verde. Considerando que o Brasil possui matriz energética relativamente limpa e vantagens em recursos naturais, uma nova industrialização orientada à sustentabilidade surge como caminho promissor para conciliar desenvolvimento econômico, inclusão social e preservação ambiental.

Palavras-chave: Desacoplamento. crescimento sustentável. índice de Tapio.

ABSTRACT

SILVA, Erlon Domingues Da. *Sustainable growth in Brazil: Analysis of the degree of decoupling between GDP and greenhouse gas emissions from 1991 to 2021*. 2025. 70 pages. Dissertation (Master's in Economics, Regional and Economic Development). Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Economia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

This dissertation analyzes sustainable growth in Brazil through the degree of decoupling between Gross Domestic Product (GDP) and greenhouse gas (GHG) emissions in the agricultural and manufacturing sectors from 1991 to 2021. The objective is to investigate, at both federal and regional levels, the relationship between sectoral GDP variation and CO^2 emissions variation, using the Tapio index, which classifies decoupling into eight possible scenarios. GDP data were obtained from Ipeadata (IBGE), and emission estimates were sourced from the SEEG platform of the Climate Observatory. The results show that, in the agricultural sector, strong negative decoupling predominates, indicating rising emissions alongside declining GDP. The only year classified as strong decoupling was 2007. Regionally, the South presented the most environmentally efficient performance, in contrast to the Center-West, where high emissions were not matched by proportional production output. In the manufacturing sector, the scenario was more favorable. In seventeen out of the thirty years analyzed, the Tapio index showed stages of strong, weak, or recessive decoupling, demonstrating some progress in breaking the link between economic growth and GHG emissions. However, nine years were classified as strong negative decoupling, reflecting simultaneous deterioration of environmental and economic indicators, particularly during the 2010s. The structural shift from an agro-export model to a green industrialization is presented as a viable strategy for anticipating the inflection point of the Environmental Kuznets Curve (EKC), thus reconciling economic growth with environmental sustainability. The study highlights the importance of industrial policies focused on productive modernization based on low-carbon technologies, as well as the need for long-term planning to foster the transition toward a green economy. Given Brazil's relatively clean energy matrix and abundance of natural resources, a new sustainability-oriented industrialization emerges as a promising path to align economic development, social inclusion, and environmental preservation.

Keywords: Decoupling, sustainable growth, Tapio index.

LISTAS DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS OU SÍMBOLOS

BRIC'S	BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA, CHINA E ÁFRICA DO SUL
CO^2	DIÓXIDO DE CARBONO
EKC	*ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE*
GEE	GASES DE EFEITO ESTUFA
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IPEA	INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA
IPCC	*INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*
LMDI	*LOGARITHMIC MEAN DIVISIA INDEX*
NDC	*NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS*
OCDE	ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
ODS	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
P&D	PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

SEEG	SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA
TI	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
UNEP	*UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME*
VAB	VALOR ADICIONADO BRUTO
VIT	VALOR DA TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL

LISTA DE TABELAS, QUADROS E GRÁFICOS

Gráfico 1- Emissões de toneladas de CO² das regiões brasileiras de 1991 até 2021 28

Gráfico 2- PIB agropecuário em mil R$ a preços do ano de 2010 das regiões brasileiras de 1991 até 2021 29

Gráfico 3- Índice de Tapio para a relação entre emissão de GEE e PIB no setor agropecuário 30

Gráfico 4- Emissões de toneladas de CO² das regiões brasileiras de 1991 até 2021, excluindo a região Sudeste 55

Gráfico 5- PIB R$ (mil), a preços do ano 2010 da indústria de transformação das Regiões brasileiras do ano de 1991 até o ano de 2021, excluindo a região Sudeste 56

Gráfico 6- Região Sudeste: comparativo entre o PIB e as Emissões de GEE do ano de 1991 até o ano de 2021.....58

Gráfico 7- Comparativo entre o PIB da indústria de transformação e as Emissões de gases de efeito estufa para o Brasil do ano de 1991 até 2021.....59

Gráfico 8- Índice de Tapio para a relação entre emissão de GEE e PIB no setor da Indústria de Transformação no período de 1991 até 2021.....61

Gráfico 9- Distribuição do grau de desacoplamento entre as regiões brasileiras no período de 1991 até 2021 64

Quadro 1 Condições para classificação em cada grau de acoplamento e desacoplamento.....23

Quadro 2- Grau de desacoplamento no setor agropecuário entre as regiões brasileiras no período de 1991 até 2021 31

Quadro 3- Síntese dos dez instrumentos políticos.....43

Quadro 4- Síntese das vertentes definidas pela NIB.....50

Quadro 5- Grau de desacoplamento do setor da indústria de transformação entre as regiões brasileiras no período de 1991 até 2021 62

SUMÁRIO

Introdução 11

1. O CONCEITO DE ECONOMIA VERDE E ECOLÓGICA APLICADO AO ÍNDICE DE TAPIO 14

1.1 Exemplos Da Aplicação Do Índice De Tapio E Alguns De Seus Desdobramentos 19

1.2 O aspecto teórico do índice de Tapio 21

1.3 Dados 25

2 O SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO 27

2.1 Análise Exploratória 27

2.2 Índice De Tapio do Setor Agropecuário 29

3 O SETOR DA INDUSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA 34

3.1 O Papel da Industrialização Para a Sustentabilidade 39

3.2 Análise Exploratória 55

3.3 Índice De Tapio do Setor da Indústria de Transformação 60

CONCLUSÃO 67

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 69

Introdução

O processo de intensificação das mudanças climáticas e a crescente pressão sobre os recursos naturais desafiam os limites do modelo tradicional de crescimento econômico. A busca por estratégias que conciliem a expansão da atividade produtiva com a sustentabilidade ambiental tem se tornado central no debate internacional, especialmente em países em desenvolvimento, que enfrentam o desafio de promover o crescimento econômico e diminuir as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Nesse contexto, avaliar a eficácia das políticas adotadas, indicando a ocorrência de desacoplamento entre variáveis econômicas e ambientais, torna-se relevante para a discussão acerca da sustentabilidade.

A atividade humana é um fator relevante que influencia o clima cada vez mais, deste modo, desde a revolução industrial no século XX, a temperatura média global tem aumentado constantemente, levando a eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes e acentuando o debate sobre como lidar com as questões ambientais. Por esse motivo, as mudanças climáticas se destacam como um problema global contemporâneo (Mikhaylov et al., 2020).

Pensando em crescimento verde e as preocupações com as mudanças climáticas, os países em desenvolvimento tem um papel de destaque para frear as emissões e mitigar os impactos sociais e ambientais que os afetam de forma mais crítica. Se for adotado o mesmo padrão produtivo que o mundo tem utilizado, os países em desenvolvimento se tornarão a principal fonte de poluição, como ocorreu no caso da Índia e da China que apresentaram um crescimento acelerado tanto de PIB quanto de poluição gerada. Portanto, o crescimento verde é a base para a formulação de políticas de desenvolvimento econômico e de sustentabilidade, pois agrega a necessidade de crescimento econômico dos países emergentes, podendo, deste modo, reduzir a pobreza e melhorar o bem-estar, além de, destacar a importância de lidar com as questões ambientais e melhor alocação de recursos (OECD, 2011). Uma forma de enquadrar o crescimento dos países em crescimento verde é através do desacoplamento do crescimento do produto interno bruto (PIB) do crescimento das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Amplamente discutida na literatura, a hipótese da curva de Kuznets ambiental (*Environmental Kuznets Curve*, EKC, - em inglês) diz que os estágios iniciais do crescimento econômico geram uma grande pressão ambiental nos indicadores de bem-estar. Essa relação continua no mesmo sentido crescente até a economia atingir um determinado estágio de desenvolvimento e a partir de então, o crescimento econômico e a degradação ambiental tomam sentidos apostos, de modo que ter maior crescimento está relacionado com menor estresse ambiental. Deste modo a curva de Kuznets ambiental assume a forma de um U invertido (Murshed et al., 2020).

Esta hipótese é largamente testada empiricamente entre países de características distintas. Murshed et al. (2020) verificaram sua existência nos países membros da Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP) entre os anos de 1992 até 2015; Na Turquia de 1971 a 2014, Pata (2018) constatou a mesma hipótese EKC para a relação entre o PIB per capita e as emissões de GEE; em seu estudo para os países do grupo BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) Haseeb et al. (2018) encontraram evidências que validam a hipótese de EKC, entretanto o caso brasileiro diverge do resultado do grupo, não havendo um valor empírico que suporte a hipótese.

Abordando individualmente, indicadores de industrialização e de emissões de GEE, Ding e Li (2017) verificaram em uma amostra de 73 países para o período de 1972 até 2010 o processo de industrialização. Em países de renda baixa e média ele eleva as emissões de GEE, entretanto entre os países de renda alta a relação entre Industrialização e emissão de GEE é insignificante.

Deste modo, Mentel et al. (2022) mostrou que para os países da Europa Oriental e Ásia Central o aumento de 10% de valor adicionado na indústria leva a um aumento de 2,6% nas emissões de GEE. Indicou também que o aumento de 10% na utilização de energias renováveis reduz as emissões de CO^2 per capita em 2,2%.

Portanto, o presente trabalho busca responder se no caso brasileiro uma mudança no padrão produtivo de uma economia agroexportadora para uma nova industrialização, com princípios mais sustentáveis é capaz de gerar desenvolvimento econômico e reduzir os impactos ambientais?

Tendo essas premissas como base, o caso brasileiro que conta com uma matriz energética com participação significativa de fontes renováveis, tem como sua maior fonte emissora de GEE a mudança de uso do solo. Deste modo, a hipótese deste

trabalho é de que é possível antecipar o ponto de virada da EKC através da mudança de uma economia agroexportadora primária para uma industrialização verde, reduzindo a mudança de uso da terra e intensificando políticas industriais que aproveitem e fortaleçam as vantagens brasileiras.

A formulação de políticas públicas que persigam o objetivo de crescimento sustentável passa pelo entendimento do comportamento da economia e das emissões de GEE (Le Quéré et al 2019). Nesse sentido, o objetivo geral da dissertação é investigar os graus de acoplamento e desacoplamento dos setores produtivos (agropecuário e indústria de transformação) ao nível regional e federal brasileiro. Especificamente, medir e analisar o grau de acoplamento entre o PIB dos setores econômicos e as suas emissões de CO^2 no Brasil através da utilização do índice de Tapio, no período de 1991 até 2022.

Para isso, será empregado o método desenvolvido e aprimorado por Finel e Tapio (2012), que mede por meio da elasticidade a relação entre a variação do CO^2 e a variação do PIB. Ele será aplicado de forma regional e setorial para mensurar a relação entre as variáveis nos setores agropecuário e da indústria de transformação para cada região brasileira e para o Brasil todo. Essa contribuição merece destaque devido à ausência de análises setoriais e regionais no contexto brasileiro.

Além dessa introdução a dissertação será desenvolvida em três capítulos e uma conclusão. O primeiro capítulo tratará do aspecto teórico dos graus de desacoplamento bem como uma revisão bibliográfica do método. O segundo e o terceiro capítulos serão de cálculo e discussão para o setor agropecuário e para o setor da indústria, respectivamente. Por fim, haverá uma breve conclusão.

1. O CONCEITO DE ECONOMIA VERDE E ECOLÓGICA APLICADO AO ÍNDICE DE TAPIO

O capítulo 1 faz uma contextualização histórica das discussões sobre o clima, apresentando conceitos e definições e o avanço da discussão até a definição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a sua ligação com o processo de industrialização. Na segunda parte do capítulo são apresentadas algumas aplicações do método do índice de Tapio e seus resultados em setores como transporte ou indústria. Em seguida, define-se o método, descrevendo as oito categorias de acoplamento e desacoplamento propostas por Tapio (2005) e por fim, são indicadas as bases de dados utilizadas no estudo.

O diagnóstico da crise ambiental iniciou nos anos 1960, com base em três fatores principais: a qualidade das águas disponíveis, a maior visibilidade dos problemas ambientais e o impacto do crescimento econômico acelerado. A poluição industrial, agrícola e urbana afetou a qualidade dos recursos hídricos, gerando preocupação sobre sua sustentabilidade. A ocorrência de certas catástrofes, como o desaparecimento de territórios selvagens, a modificação das paisagens e incidentes graves de poluição, ampliou a conscientização sobre questões ambientais. Além disso, o crescimento econômico acelerado levou a uma transformação profunda nas sociedades e nos modos de vida, especialmente devido ao êxodo rural (Le Prestre, 2005).

A má gestão ambiental gerou um histórico de erros e ganância que tornam a atual inação insustentável. Problemas como o aumento de gases de efeito estufa, poluição dos solos, acúmulo de resíduos, desmatamento e perda de biodiversidade somam-se ao crescimento populacional, instabilidade política e a ampliação de riscos ambientais graves. Por outro lado, a ciência e a capacidade de cooperação global nunca estiveram tão avançadas e desde *“Limits to Growth”* do Clube de Roma (1972), inúmeros relatórios apontam a necessidade de enfrentar esses desafios de forma criativa (Vehmas et al., 2003).

Em 1972, o relatório *“Limits to Growth”*, elaborado pelo MIT para o Clube de Roma, alertou para o risco de colapso da economia e do meio ambiente dentro de um

século, caso o cenário de crescimento continuasse como "*business as usual*". O relatório identificou cinco fatores limitantes para o crescimento: população, produção agrícola, recursos naturais, produção industrial e poluição.

Em 1987, a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, estabelecida pela ONU, produziu o Relatório Brundtland, em um contexto em que havia uma tendência de culpar os países periféricos e socialistas pelos problemas ambientais. Esse relatório, embora não exclua o direito ao desenvolvimento dos países centrais, oferece soluções que permitem o desenvolvimento dos países periféricos e questiona os padrões de consumo das nações mais ricas, destacando a importância de incluir a questão ambiental no contexto do desenvolvimento (Brundtland, 1987).

Com o avanço da computação e de maior disponibilidade de dados no século XX o efeito estufa causado pela ação do homem foi constatado, e após a conferência de Kyoto em 1997 no Japão, essa discussão se tornou polarizada. De um lado os países desenvolvidos, apontados como os grandes emissores de gases de efeito estufa e do outro os países em desenvolvimento como os mais afetados por questões ambientais (Mikhaylov et al., 2020).

O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima) foi criado em 1988, também por iniciativa da ONU, visando se dedicar exclusivamente às questões relacionadas às mudanças climáticas. Sua função é fornecer uma base científica sólida para que os Estados e outros atores tenham mais segurança na tomada de decisões que impactem o clima. Na Rio-92, a ONU adotou formalmente o conceito de desenvolvimento sustentável, definido previamente no Relatório Brundtland como "o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades" (World Commission on Environment and Development, 1987).

Vinte anos depois, a Conferência Rio+20 definiu o conceito de economia verde (Barbier, 2012). Esse conceito, amplamente aceito como um caminho para a sustentabilidade, é promovido por organizações internacionais, como o Banco Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2011). Segundo a conferência:

> Em uma economia verde, o crescimento na renda e no emprego deve ser orientado por investimentos públicos e privados que reduzam as emissões de carbono e a poluição, melhorem a eficiência energética e o uso de recursos, e previnam a perda de biodiversidade e dos serviços

> ecossistêmicos. Estes investimentos precisam ser financiados e impulsionados por investimentos públicos direcionados, reformas políticas e mudanças nas regulamentações. (UNEP, 2011 *apud* Barbier 2012, p.1)

Esse conceito de economia verde visa integrar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental e social, promovendo um uso mais eficiente dos recursos naturais e reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente.

Merino-Saum et al., (2020) compilaram 95 definições para economia verde, sendo 81 de publicações cientificas e 14 de relatórios institucionais. As definições institucionais se mostraram mais preocupadas com questões sociais (sociedade, igualdade, pobreza e empregos) e com termos econômicos (crescimento econômico, finanças e produção) enquanto os trabalhos acadêmicos abordam questões ambientais (meio ambiente, impactos ambientais, proteção ambiental e clima).

Em geral, uma economia verde é uma abordagem holística do desenvolvimento econômico que visa equilibrar os objetivos econômicos, sociais e ambientais e promover a sustentabilidade a longo prazo. Ela propõe a transformação do sistema econômico tradicional para um que consuma recursos naturais de forma sustentável e reduza a poluição e as mudanças climáticas (Souad, 2024).

É importante notar que a parte do desenvolvimento sustentável só pode ser alcançada através da implementação do programa de economia verde e pelo fornecimento de um ambiente saudável. O conceito de desenvolvimento sustentável, trata da exploração de energias materiais e humanas, oferecendo suporte e emprego de forma ótima e trabalha para desenvolvê-los e aumentar sua eficácia para garantir os direitos de todos no presente e no futuro. Para isso, envolve a transição de investimentos de indústrias poluentes para indústrias verdes, desenvolvimento de tecnologias limpas e promoção da agricultura sustentável (Al-Taai, 2021).

A economia verde também se relaciona com a economia ecológica e a modernização ecológica, focando na eficiência e inovação para alcançar a sustentabilidade. A economia verde utiliza instrumentos do mercado para "ecologizar" a economia existente, enquanto a economia ecológica propõe mudanças sistêmicas mais profundas para resolver problemas como mudanças climáticas e desigualdade social (Jakobsen e Vivi, 2019).

A economia ecológica questiona os fundamentos do crescimento econômico e sugere uma abordagem baseada no desenvolvimento, cooperação e parceria. Ela desafia o núcleo duro da economia convencional e sugere uma mudança mais

profunda em direção ao desenvolvimento, cooperação e parceria, gerando energia e dando um caminho para os processos de mudança (Jakobsen e Vivi, 2019).

Enquanto a economia verde representa sérios esforços para tornar a economia mais sustentável utilizando ferramentas de mercado a economia ecológica argumenta ser necessário fazer mudanças sistêmicas se queremos entender e solucionar problemas como: mudanças climáticas, desigualdade social, guerras e terrorismo. Para a economia ecológica ao implementar soluções da economia verde nós nos mantemos no mesmo sistema que causou os problemas (Jakobsen e Vivi, 2019).

O uso de recursos naturais e a emissão de gases do efeito estufa tem crescido constantemente, ultrapassando os limites planetários e agravando a crise climática mundial. Esse incremento está associado ao crescimento econômico e ao surgimento da produção e consumo de massa. Nesse sentido, o Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável número 8 da Organização das Nações Unidas (ONU) tem em vista alcançar o crescimento econômico sustentável e inclusivo. Portanto, enquanto o crescimento econômico se mantiver como o principal objetivo político mundial, a única forma de atingir as metas de sustentabilidade firmadas no acordo de Paris 2015 é, desassociar o crescimento econômico do crescimento do uso de recursos naturais e de emissões de GEE (Wiedenhofer et al., 2020).

Aliar o crescimento econômico com melhora nos indicadores ambientais suscita algumas preocupações referentes aos limites tecnológicos e financeiros dos países. As questões relacionadas a uso de energia limpa por exemplo estão atreladas a mudança na matriz energética para fontes mais caras e de menor eficiência. Os novos processos produtivos por sua vez podem permitir a produção da mesma quantidade de bens com a utilização de menos recursos e menor intensidade de carbono, porém a dúvida acerca dessa mudança reside na fronteira tecnológica para estas mudanças e o seu custo de implementação em escala industrial (Jakob e Steckel, 2014; Bullis, 2014).

De acordo com análises empíricas realizadas pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial no trabalho de Yong (2020), a industrialização está diretamente associada ao desenvolvimento econômico, o qual, por sua vez, contribui para o avanço dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Essa inter-relação promove impactos significativos tanto na esfera socioeconômica quanto na ambiental. No âmbito socioeconômico, a expansão da

atividade industrial (ODS 9), em articulação com o crescimento econômico sustentável (ODS 8), favorece a redução da pobreza (ODS 1), a melhoria da saúde e bem-estar (ODS 3), a ampliação do acesso à educação de qualidade (ODS 4), a geração de empregos decentes e a redução das desigualdades (ODS 10). Tais benefícios decorrem da capacidade da indústria de promover a formalização do mercado de trabalho e impulsionar o progresso tecnológico. Já sob a perspectiva ambiental, a industrialização orientada por práticas sustentáveis pode otimizar o uso de recursos naturais e impulsionar avanços em áreas como saneamento básico (ODS 6), matriz energética limpa (ODS 7), consumo e produção responsáveis (ODS 12) e mitigação das mudanças climáticas (ODS 13).

Os objetivos para o desenvolvimento sustentável definidos pela ONU abordam questões ambientais globais, tais quais, fome e agricultura sustentável, água potável e saneamento, energia limpa e acessível, cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis, ação contra mudança global do clima, vida na água e vida terrestre. Mesmo sendo considerado um problema contemporâneo, as questões ambientais estão presentes em praticamente 50% dos ODS.

Alguns ODS podem ser registrados através de seus resultados através de indicadores previamente definidos, por outro lado, há alguns objetivos que são medidos em termos de ações políticas por parte dos Estados, como é o caso do ODS 13 referente a ação contra mudança global do clima. Como ele é medido em termos de ações, diversos indicadores podem refletir os avanços referentes a adaptação climática. Esse conjunto de indicadores mostram que a indústria é importante para a adaptação aos efeitos adversos relacionados a mudanças ambientais devido ao seu efeito impulsionador no crescimento econômico.

Desde os primeiros diagnósticos nas décadas de 1960 e 1970 até a consolidação do conceito de economia verde e da Agenda 2030, há um consenso crescente sobre a necessidade de conciliar crescimento econômico com sustentabilidade ambiental e justiça social. compreender se o crescimento econômico pode coexistir com a redução dos impactos ambientais exige métodos capazes de avaliar essa relação com rigor. Assim, a seção seguinte apresenta o índice de Tapio e suas diversas aplicações, se mostrando como uma ferramenta amplamente utilizada para mensurar o grau de desacoplamento entre atividade econômica e emissões de

gases de efeito estufa, oferecendo bases concretas para a discussão sobre sustentabilidade na economia.

1.1 Exemplos Da Aplicação Do Índice De Tapio E Alguns De Seus Desdobramentos

O debate em torno do desacoplamento entre crescimento econômico e emissões de carbono se destacou no contexto da transição para uma economia verde. Nesta seção, será discutido o Índice proposto por Tapio (2005) como instrumento de análise do grau de desacoplamento entre as variáveis. Para isso, o autor, elaborou uma metodologia baseada na elasticidade entre indicadores econômicos e ambientais. O índice de Tapio se popularizou devido a simplicidade de interpretação de seus resultados e por ter diversas categorias de desacoplamento. Deste modo, o índice de desacoplamento tem sido amplamente utilizado como uma ferramenta que busca avaliar a relação entre crescimento econômico e variáveis ambientais (Qiao e Wu, 2025).

Na literatura internacional, o índice tem sido aplicado a diversos contextos espaciais e setoriais. Por exemplo, Wu et al. (2019) analisaram o grau de desacoplamento das emissões de CO^2 em 30 províncias chinesas no período de 1995 a 2012, identificando padrões distintos entre regiões costeiras e interiores. O estudo mostrou que regiões com maior grau de industrialização e políticas ambientais mais rigorosas apresentaram melhores indicadores de desacoplamento fraco e, em alguns casos, forte. Seus principais resultados mostram que na maioria dessas províncias chinesas há desacoplamento entre o PIB e a intensidade de carbono, a produção econômica aumenta a emissão de GEE enquanto a intensidade energética á atenua e a população tem efeito insignificante no aumento das emissões. Em análise semelhante, Li et al. (2019) investigaram o desempenho da aglomeração urbana em 29 cidades das Planícies Centrais da China, tomando as emissões de CO^2 e crescimento económico como indicadores para medir o grau de acoplamento do crescimento económico urbano regional. Os autores concluíram que as emissões referentes ao consumo de carvão são maiores do que outras fontes de energia e da

indústria. Deste modo, uma pequena parte da indústria e a dependência da utilização de carvão são fatores que inibem o desacoplamento.

No contexto europeu, os trabalhos de Tapio (2005) e, posteriormente, de Tapio et al. (2007) aplicaram o índice ao setor de transportes. Os dados agregados dos países da União Europeia indicam uma transição de um padrão de desacoplamento negativo expansivo para acoplamento expansivo no transporte de passageiros, enquanto, no transporte de mercadorias, observa-se uma mudança de desacoplamento fraco para desacoplamento negativo expansivo. Durante a década de 1990, o processo de dissociação fraca entre o crescimento econômico, o transporte de cargas e passageiros e as emissões de CO^2 foi notada no Reino Unido, na Suécia e na Finlândia. No caso finlandês, os dados estatísticos mostram uma dissociação fraca entre o PIB e o volume de tráfego rodoviário, mas uma dissociação forte entre o volume de tráfego e as emissões de CO^2 geradas por esse setor, no período entre 1990 e 2001. Deste modo, o crescimento do tráfego rodoviário frequentemente supera os avanços tecnológicos em eficiência energética**.**

Ainda na questão dos transportes, Foster et al, (2023) estudaram a relação da emissão do CO^2 deste setor com o crescimento dos países em desenvolvimento e concluíram que as emissões do setor de transportes foram mais de 24 por cento das emissões globais de CO^2 em 2018. De forma geral, O mundo alcançou um desacoplamento fraco, entretanto, ficou evidenciado a desigualdade de desempenho quando analisadas faixas de riquezas diferentes. Apenas 36% dos países em desenvolvimento alcançaram o desacoplamento fraco das emissões de carbono relacionadas com os transportes durante o período 1990–2018, em comparação, 70% dos países de rendimento elevado obtiveram essa categoria. Por outro lado, 41% dos países em desenvolvimento estavam em um estado de desacoplamento negativo, no qual ocorre uma piora na relação entre as variáveis econômica e ambiental, em paralelo com apenas 17% dos países de rendimento elevado.

A literatura envolvendo as aplicações do método de Tapio é mais extensa tratando da china, outros países asiáticos e países da União Europeia do que referente a américa latina e ao continente africano. Entre as aplicações do índice de Tapio nessas regiões, temos por exemplo Riveros e Shahbaz (2024) estudando a relação entre o consumo de energia e o crescimento econômico da Colômbia entre os anos de 1995 até 2021. Os autores utilizaram como variável econômica o PIB, e para a

questão ambiental foi utilizado o consumo de energia. Essa pesquisa utiliza além do índice de Tapio o modelo "*log mean divisa index" (LMDI)* para determinar as tendencias dos setores econômicos. As principais conclusões obtidas nesse trabalho foram que a economia colombiana se classifica no grau de dissociação fraca, com pequenos episódios de dissociação forte, posicionando-a como uma economia sustentável.

Para o Brasil de forma isolada, a literatura envolvendo o índice de Tapio ainda é insipiente, sendo mais usual quando se analisa o brasil dentro do grupo de países emergentes dos BRICS. O trabalho de Wang e Zhang (2020) aborda se o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) promove o crescimento econômico sem ter um crescimento nas emissões de GEE. Segundo os autores, o aumento de 1% no investimento em P&D reduz as emissões em 0,8122% para o grupo, sendo esse impacto mais favorável na China. Nesse sentido, Wang e Zhang (2020) destacam que diversos outros fatores devem ser levados em consideram ao se tratar a dissociação, pois a industrialização e urbanização possuem um impacto negativo na relação das variáveis.

Deste modo, as analises brasileiras isoladas quando tratam de desacoplamento se utilizam de outros métodos, caso de Ribeiro et al. (2023) empregando o método de análise de decomposição estrutural no setor da agricultura e pecuária. Deste modo, o presente trabalho se insere em um campo de pesquisa no qual há espaço para a aplicação de novos métodos no cenário brasileiro, buscando novas evidências para suportar políticas industriais e de meio ambiente.

1.2 O aspecto teórico do índice de Tapio

Desmaterialização, Imaterialismo e Desvinculação são conceitos Distintos e têm sido utilizados para expressar diferentes aspectos do desacoplamento. Quando o desacoplamento é medido através da variação do volume dividido pela variação do PIB chamamos de imaterialismo, crescimento qualitativo ou mudança estrutural. O imaterialismo se dá quando PIB cresce mais do que o volume de produtos agrícolas (Tapio, 2005).

$$I = \frac{\Delta\%Vol}{\Delta\%PIB} \qquad (1)$$

O desacoplamento medido pela variação de CO^2 dividido pela variação do volume é chamado de desmaterialização, ecoeficiência ou desenvolvimento técnico. A desmaterialização se dá quando o PIB cresce mais do que as emissões de CO^2 (Tapio, 2005).

$$D = \frac{\Delta\%CO^2}{\Delta\%Vol} \qquad (2)$$

Neste trabalho, assim como em Tapio (2005), o Desacoplamento é medido através da multiplicação do imaterialismo e da desmaterialização, sendo dado pela variação percentual de CO^2 dividido pela variação percentual do PIB e é conhecido como Descarbonização ou desvinculação (*de-linking*). O conceito de desvinculação é utilizado amplamente para desacoplamento, independente da definição exata do conceito (Vehmas et al., 2003).

$$I \times D = e \qquad (3)$$

Substituindo os termos de (1) e (2) em (3):

$$\frac{\Delta\%Vol}{\Delta\%PIB} \times \frac{\Delta\%CO^2}{\Delta\%Vol} = \frac{\Delta\%CO^2}{\Delta\%PIB} \qquad (4)$$

$$e = \frac{\Delta\%CO^2}{\Delta\%PIB} \qquad (5)$$

A descarbonização ocorre quando há uma variação percentual maior do PIB do que no CO^2 emitido pelo setor analisado.

Deste modo, quando comparamos o volume produzido com o CO^2 emitido têm-se a desmaterialização, quando a análise é feita entre o PIB e o volume produzido obtém-se o imaterialismo e ao comparar as emissões de carbono com o PIB tem-se o conceito de descarbonização.

Finel e Tapio (2012) separam em 8 categorias diferentes de acoplamento e desacoplamento, sendo elas: Desacoplamento Forte, Desacoplamento Fraco, Desacoplamento Recessivo, Acoplamento Expansivo, Acoplamento Recessivo, Desacoplamento Negativo Fraco, Desacoplamento Negativo Recessivo e Desacoplamento Negativo Forte. O Quadro 1 a seguir, esquematiza as condições para se obter cada um dos graus de acoplamento e desacoplamento.

Quadro 1 Condições para classificação em cada grau de acoplamento e desacoplamento

Grau De Dissociação		%∆CO²	%∆PIB	Tapio
Desacoplamento	Desacoplamento Forte	< 0	> 0	E < 0
	Desacoplamento Fraco	=>0	=>0	0,8 > E ≫0
	Desacoplamento Recessivo	< 0	< 0	E > 1,2
Acoplamento	Acoplamento Expansivo	> 0	> 0	1.2 > E > 0,8
	Acoplamento Recessivo	< 0	< 0	1.2 > E > 0,8
Desacoplamento Negativo	Desacoplamento Negativo Recessivo	< 0	< 0	0,8 > E > 0
	Desacoplamento Negativo Fraco	> 0	> 0	E > 1,2
	Desacoplamento Negativo Forte	> 0	< 0	E < 0

Fonte: Elaboração própria com base em Finel e Tapio (2012).

Dentre as classificações, ocorrem duas formas para desacoplamento, o absoluto e o relativo, estas formas são chamadas de negativas quando as emissões de GEE tem um crescimento maior do que a taxa de crescimento do PIB. Se o valor *e* da elasticidade for maior que 0,8 e menor que 1,2 significa que ambas as taxas estão se comportando de forma similar, ou seja, há acoplamento. Este acoplamento pode ser chamado de expansivo quando as taxas são positivas e recessivo quando as taxas são negativas (Tapio, 2005).

As outras 6 categorias do modelo se dividem em duas classes com 3 categorias em cada uma. A primeira classe contém o desacoplamento forte, desacoplamento fraco e o desacoplamento recessivo. Nesta classe, para ocorrer o desacoplamento forte, ou absoluto, a elasticidade terá valor menor do zero, portanto, a variação do PIB tem que ser positiva e as emissões de GEE tem que reduzir, com isso as variáveis

econômica e ambiental apresentariam trajetórias distintas. O desacoplamento relativo, por outro lado, pode ser fraco ou recessivo. No desacoplamento fraco as taxas estão crescendo, e o crescimento econômico apresenta uma taxa mais elevada do que a taxa de emissão, nesse caso o valor de $e > 0$ e $e<0,8$. O desacoplamento recessivo é definido quando ambas as taxas estão em queda, e a taxa de crescimento das emissões é mais negativa do que a taxa da do PIB, deste modo a elasticidade *e* é um valor maior do que 1,2 (Finel e Tapio, 2012).

A segunda classe contém o desacoplamento forte negativo, desacoplamento fraco negativo e o desacoplamento recessivo negativo. Nesta classe, para ocorrer o desacoplamento forte negativo a elasticidade terá valor menor do zero, de tal modo que as emissões de GEE apresentam aumento enquanto o PIB cai. No desacoplamento fraco negativo, as taxas estão crescendo, e o crescimento das emissões de gases poluentes apresenta uma taxa mais elevada do que a taxa de crescimento do PIB, nesse caso o valor de $e > 1,2$. O desacoplamento recessivo negativo é definido quando as duas taxas estão em queda, e a taxa de crescimento das emissões é menos negativa do que a taxa da do PIB, deste modo a elasticidade *e* é um valor maior do que 0 e menor do que 0,8 (Finel e Tapio, 2012). Dentre os estágios de desacoplamento, o melhor cenário se dá no desacoplamento forte e o pior no desacoplamento negativo forte.

1.3 Dados

O presente trabalho utiliza base de dados de ampla divulgação. Os dados referentes ao PIB agropecuário brasileiro contam com uma série histórica desde o ano de 1939 até 2021, com frequência anual e a unidade de conta é em milhares de reais com ano base sendo 2010. Eles foram obtidos no portal do IPEA data e sua fonte primaria é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) adota as recomendações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), onde as estimativas da categoria “Processos Industriais e Uso de Produtos levam em conta exclusivamente as emissões ocorridas nas transformações químicas ou físicas de materiais”. E no portal do IPEA data está disponível a tabela com os dados referentes ao PIB da indústria de transformação no qual, “compreende as atividades que envolvem a transformação física, química e biológica de materiais, substâncias e componentes com a finalidade de se obterem produtos novos”.

Os dados relacionados as emissões são disponibilizados pelo SEEG, um projeto do Observatório do clima. A base de dados se inicia no ano de 1970 até 2022, entretanto somente após 1990 que foi incorporado na conta os dados referentes ao uso do solo no Brasil. Portanto, o presente trabalho irá analisar os dados de 1991 até 2021, período no qual as duas bases são compatíveis. O ano de 1990 foi retirado da análise sendo utilizado apenas para o cálculo da taxa de crescimento dos indicadores.

As estimativas de emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor agropecuário no Brasil, são detalhadas ao nível regional, estadual e municipal. As estimativas foram realizadas com base na metodologia proposta pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações para o 4º Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE, fundamentada nas diretrizes desenvolvidas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (Potenza et al., 2023).

Nesse sentido, no setor agropecuária incluem as atividades agrícolas, tanto perenes quanto não perenes, e a criação e produção animal. São consideradas as atividades relacionadas à fertilização nitrogenada do solo e ao manejo de solos orgânicos. Também foram incluídas ainda as emissões resultantes do uso de calcário em solos agrícolas (calagem), do processamento da torta de filtro (resíduo da cana

utilizado na produção de açúcar e etanol), e da decomposição do carbono no solo. Embora estejam associadas às atividades agropecuárias, as emissões resultantes de desmatamento, resíduos agroindustriais e energia consumida na agropecuária não foram incluídas nesses cálculos, por serem contabilizadas separadamente nos setores de Mudanças de Uso da Terra, Resíduos e Energia (Potenza et al., 2023).

2 O SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO

Por volta de 33,18% de todo o território brasileiro é ocupado pelo setor agropecuário, correspondendo a uma produção de 322,8 milhões de toneladas de produtos agrícolas e mais de 234 milhões de cabeças de gado no ano de 2022 (MapBiomas, 2023; IBGE, 2022a; IBGE, 2022b). Deste modo, além do Brasil se destacar como referência mundial no fornecimento de alimentos, o setor agropecuário corresponde a quase um quarto do Produto Interno Bruto (PIB), com o total de R$ 2,63 trilhões divididos entre R$ 1,91 trilhão no setor agrícola e R$ 715,3 bilhões no setor pecuário (Potenza et al., 2023).

Nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do setor agropecuário, ocorreu um crescimento de aproximadamente 190% desde 1970 e quase 57% desde 1990, sendo assim, uma das principais fontes de emissões de GEE brasileiras. Visando melhorar esses resultados e mostrar comprometimento com as questões climáticas, o Brasil assumiu compromissos no Acordo de Paris. As chamadas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, sigla em inglês) buscam dentre outros objetivos, levar a um aumento de 30% da produção do setor agropecuário mantendo as emissões no patamar do ano de 2005. Para isso, dentre as estratégias estão a recuperação de pastagens degradadas e o aumento da utilização de sistemas integrados entre lavoura, pecuária e floresta. Essas medidas decorrem do Plano De Agricultura De Baixa Emissão De Carbono (Plano ABC), cuja segunda fase ocorrerá até 2030 (Potenza et al., 2023).

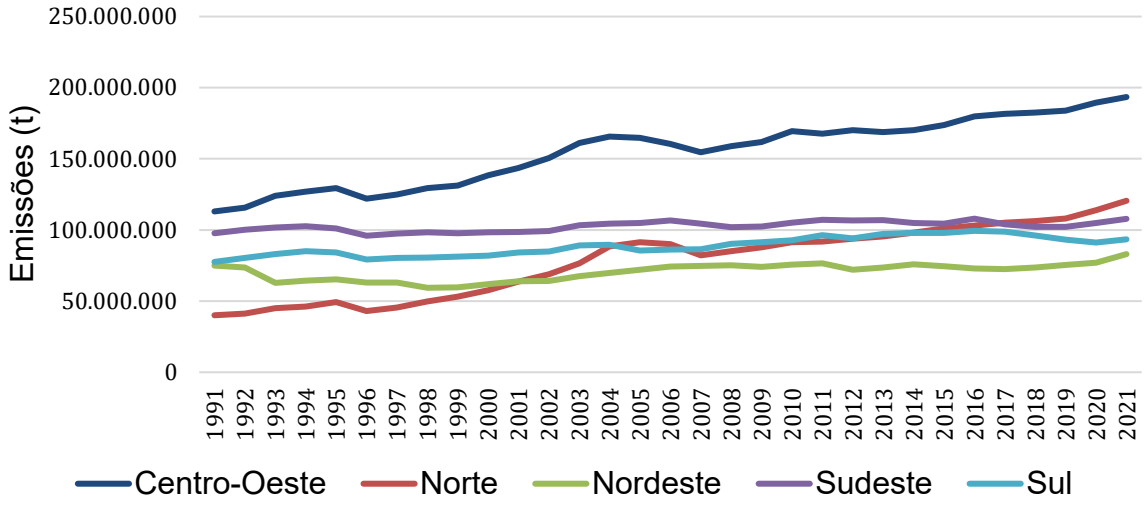
2.1 Análise Exploratória

Observando o comportamento das emissões de gás carbônico (CO^2) entre os anos de 1991 até 2021 presentes no gráfico 1 vemos que as emissões de CO^2 das regiões Sul, Sudeste e Nordeste variaram pouco ao longo dos anos, ficando entorno de 90.000.000 de toneladas no ano. As regiões do Centro-Oeste e do Norte

apresentaram uma tendência positiva no período analisado. O Centro-Oeste permaneceu por todo o período como maior emissor de GEE, a região norte no ano de 1991 era a que menos emitia CO^2 e no final do período se tornou a segunda maior emissora, as duas regiões tiveram um crescimento de aproximadamente 80.000.000 de toneladas ao longo do período.

O gráfico 2 apresenta o PIB do agronegócio brasileiro separado pelas regiões. Na primeira década a região sudeste apresentava o maior PIB, no segundo decênio houve oscilações entre as regiões Sul e Sudeste sobre qual seria o maior PIB. Por fim nos dez anos finais a região Sul apresentou maior PIB sendo no ano de 2019 o Centro-Oeste o segundo maior valor. No ano de 2002 todas as regiões apresentaram um crescimento acentuado de seu PIB agropecuário, tendo o Nordeste a taxa de crescimento 164,17% a maior dentre as regiões nesse ano.

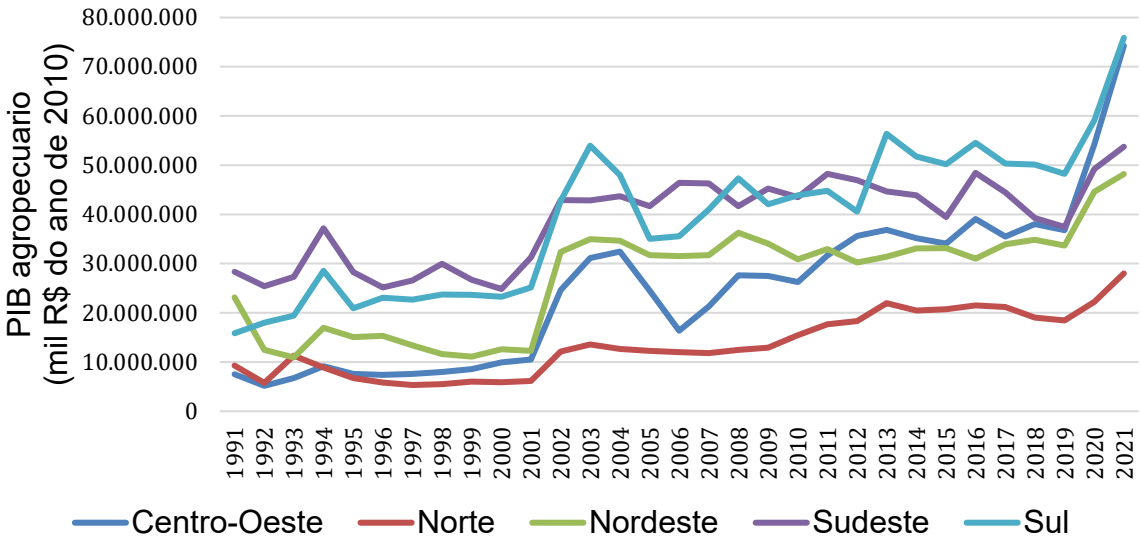
Gráfico 1- Emissões de toneladas de CO^2 das regiões brasileiras de 1991 até 2021



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEEG — Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima. Disponível em: http://seeg.eco.br

A região Centro-Oeste mesmo liderando em emissões durante todo o período apenas em 2019 chegou a equiparar seu PIB com o da região sul, indicando que a produção sulista é mais eficiente em termos de emissão por PIB do que a região do Centro-Oeste. O avanço nas emissões que a região Norte apresentou não se refletiu no PIB da região, deste modo no final do período mesmo sendo a segunda maior emissora ainda tinha o menor PIB dentre as 5 regiões.

Gráfico 2- PIB agropecuário em mil R$ a preços do ano de 2010 das regiões brasileiras de 1991 até 2021



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEADATA disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx

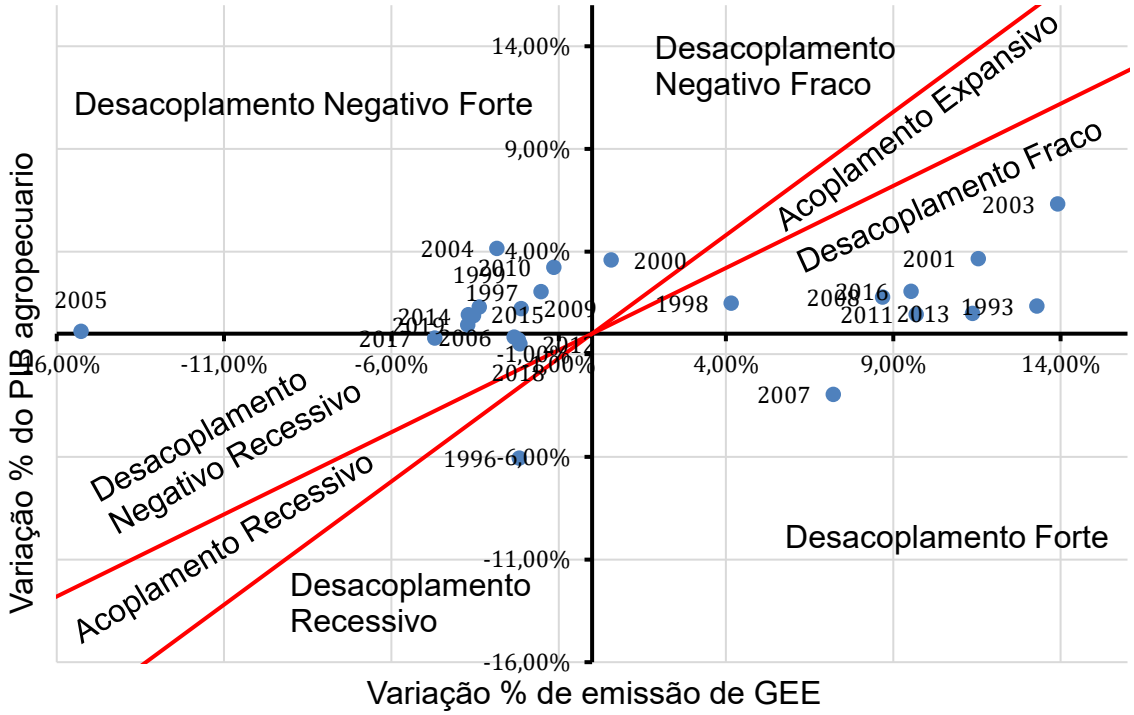
2.2 Índice De Tapio do Setor Agropecuário

O gráfico 3 reúne as informações do índice de Tapio para o Brasil no período de 1991 até 2021. Fica evidente o fraco desempenho brasileiro para o período, sendo o ano de 2007 o único na categoria de desacoplamento Forte, quando há crescimento do PIB e redução das emissões. Por doze anos distintos o índice figurou no pior cenário possível no qual as emissões crescem e o PIB se contrai, sendo o grau mais comum durante o período estudado. O segundo estado de desacoplamento mais presente foi o Desacoplamento Fraco com o crescimento de ambos os indicadores, porém o PIB agropecuário apresenta uma taxa maior de crescimento do que as emissões.

Segundo o gráfico 3, as categorias de desacoplamento negativo fraco e desacoplamento recessivo ocorreram apenas em um ano cada, sendo os anos de 2000 e 1996 respectivamente. No desacoplamento negativo fraco as duas taxas apresentam aumento, porém a taxa de emissões está em um patamar mais elevado do que o crescimento do PIB. No desacoplamento recessivo, por outro lado, ambas as taxas marcam uma queda tendo o PIB um indicador menor do que as emissões.

Durante quatro anos ocorreu o desacoplamento negativo recessivo indicando haver tanto uma redução de emissão quanto de PIB, porém o PIB teve uma queda maior. Dentre essas três classificações a primeira e a terceira são vistas como ruim para o meio ambiente e a segunda não. De forma positiva ou negativa em todos os anos ocorreram desacoplamentos, o Brasil não apresentou nesses 30 anos os estados de acoplamento expansivo ou recessivo, ou seja, não houve anos em que ambas as taxas cresceram ou caíram a proporções similares.

Gráfico 3- Índice de Tapio para a relação entre emissão de GEE e PIB no setor agropecuário



Fonte: Elaboração própria a partir de Dados do PIB agropecuário do portal do ipeadata disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx e dados de emissões do portal SEEG disponível em: http://seeg.eco.br

A partir do quadro 1 a seguir podemos analisar como cada região se comportou em termos de acoplamento e desacoplamento. Isoladamente as regiões Nordeste e Centro-Oeste tiveram três anos de Desacoplamento Forte enquanto a região sul teve dois e o Sudeste e o Norte nenhum, sendo que apenas o Centro-Oeste teve Desacoplamento Forte no mesmo ano que o Brasil como um todo também o teve. No Sul nesse ano ocorreu o Desacoplamento Fraco, o Nordeste Desacoplamento Negativo Fraco e o Sudeste e o Norte Desacoplamento Recessivo; contribuindo, cada

um, à sua maneira para o resultado geral, dado que nenhum deles apresentou o Desacoplamento Negativo Forte.

Assim como o Brasil, os graus de desacoplamento mais presentes na análise regional foram Desacoplamento Fraco e o Desacoplamento Negativo Forte. As duas posições são caracterizadas por aumentos na emissão de GEE, e sendo diferenciadas principalmente pelo desempenho econômico do setor agropecuário nas regiões. Para o período como um todo, analisando o grau de 1991 a 2021, o Brasil e todas as regiões com exceção do Norte tiveram um resultado levemente positivo, sendo o estado de Desacoplamento fraco com o crescimento de ambos os indicadores, mas o PIB com um desempenho maior. A região Norte obteve o estado de acoplamento expansivo crescendo ambas as taxas na mesma proporção.

Quadro 2- Grau de desacoplamento no setor agropecuário entre as regiões brasileiras no período de 1991 até 2021

Regiões					
	Sul	Sudeste	Nordeste	Norte	Centro-Oeste
desacoplamento forte	1996; 2020	-	1996;2015; 2016	-	2007;2011; 2013
Desacoplamento fraco	1992;1993; 1994;1998; 2001;2002; 2003;2006; 2007;2008; 2010;2013; 2016;2021	1993;1994; 1997;1998; 2001;2002; 2004;2006; 2009;2011; 2016;2020; 2021	1994;2000; 2002;2003; 2008;2011; 2013;2014; 2018;2020	1993;1999; 2002;2008; 2010;2011; 2012;2013; 2016;2020; 2021	1993;1994; 1997;1999; 2000;2001; 2002;2003; 2004;2008; 2012;2016; 2018;2020; 2021
desacoplamento recessivo	2018	2007	1993	2007	1996

Acoplamento expansivo	-	-	2021	2003;2009	1998
Acoplamento recessivo	-	2014	-	1996	-
Desacoplamento Negativo Recessivo	1995;2005; 2012; 2017;2019	1995;1996; 1999;2008; 2012;2015; 2017;2018	1992;1998; 2009;2012; 2016	2006	2005;2006
Desacoplamento Negativo Fraco	2011	-	2007	1998;2001; 2015	-
Desacoplamento Negativo Forte	1991;1997; 1999;2000; 2004;2009; 2014;2015	1991;1992; 2000;2003; 2005;2010; 2013;2019	1991;1995; 1997;1999; 2001;2004; 2005;2006; 2010;2019	1991;1992; 1994;1995; 1997;2000; 2004;2005; 2014;2017; 2018;2019	1991;1992; 1995;2009; 2010;2014; 2015;2017; 2019

Fonte: Elaboração Própria.

O Brasil sendo uma potência agropecuária mundial, Ronsom, Vieira filho e Amaral (2021) destacam o papel da tecnologia para o desenvolvimento deste setor na economia brasileira. O aumento de renda e produtividade está relacionado com o incremento de tecnologia que barateia os custos. Para potencializar os resultados dos investimentos em tecnologia, há necessidade de sinergia entre a atuação do governo e da iniciativa privada solidificando normas institucionais e técnicas. Portanto, pensando em um setor agropecuário mais sustentável, capaz de lidar com os novos desafios impostos, além de tecnologias que reduzam os custos de produção e gerem

maior produtividade, é necessário desenvolver meios de reduzir as emissões de GEE para se ter resultados ambientais mais robustos.

A China, sendo um país em desenvolvimento com forte produção agrícola, apresentou resultados similares ao encontrado no Brasil em relação aos graus de desacoplamento. Segundo Liu e Feng (2021) A maioria das províncias chinesas no período de 2005 até 2016 tiveram Desacoplamento Fraco ou Desacoplamento Negativo Fraco, em ambas as situações há aumento de PIB agrícola e de emissões de GEE. Em linhas gerais, os autores evidenciaram que para o caso chinês o principal fator para o desacoplamento é o investimento em tecnologias que reduzem o consumo de energia ao invés de investir em formas de produção de energia. Portanto, deve-se ter como principal foco de investimentos tanto em fatores de produção quanto na energia associada ao setor agrícola.

3 O SETOR DA INDUSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA

O crescimento econômico não ocorre de forma homogênea, ele se adapta as características regionais, causando desigualdades, dado que cada região possui suas próprias especificidades. Os centros econômicos se desenvolvem mais rapidamente que as regiões periféricas, pois elas somente absorvem parte do desenvolvimento enquanto atuam fornecendo matéria-prima e mão de obra para a região mais desenvolvida. No caso brasileiro, com sua vasta extensão territorial e grande diversidade entre as diferentes regiões, resultou na concentração de capital na região sudeste devido a formação econômica do país (Santos e Filho, 2021). Como a distribuição da atividade industrial no território de um país tende a ser concentrada em regiões que dispõem de melhores fatores produtivos e infraestrutura mais desenvolvida. Esse fenômeno estimula o crescimento de indústrias complementares em áreas periféricas, destinadas a abastecer os polos industriais mais avançados (Neto, Silva e Severiano, 2022).

Seguindo um padrão mundial, a distribuição da indústria brasileira, iniciou-se e concentrou 58,2% na região sudeste do Brasil, principalmente no estado de São Paulo, isso se deu por que a região sudeste era a região de maior riqueza do país (Neto, Silva e Severiano, 2022). Em um segundo momento, em decorrência de políticas públicas de aumento de investimentos em setores que geravam grande volume de renda e emprego, ocorreu uma redistribuição de algumas atividades industriais. Tais atividades tinham como características serem complementares a indústria que já havia se instalado na região sudeste. O esforço desse segundo momento, no qual, se deu essa redistribuição, foi a busca por parte do governo de diminuir as desigualdades regionais (Pereira et al. 2021).

No intuito de diminuir as desigualdades de concentração regional, o governo brasileiro estabeleceu diversas políticas para incentivar o desenvolvimento de regiões além do Sudeste. Nesse esforço tem-se a construção da cidade de Brasília como capital federal, a elaboração da zona franca de Manaus com a produção de equipamentos eletrônicos e a criação da região do vale do são Francisco produtora de frutas irrigadas. Entretanto, após o início dos anos 1990 a nova orientação política pregava menos intervenção estatal. Deste modo, as regiões que antes recebiam

incentivos para melhorar a distribuição produtiva e de capital perderam seus subsídios, restando a elas somente competir por meio de benefícios fiscais e explorar sua oferta de mão de obra barata para atrair industrias, principalmente aquelas intensivas em mão de obra (Santos e Filho, 2021). Outro efeito da transição para o modelo liberal foi o enfraquecimento das instituições de planejamento e coordenação industrial e das políticas públicas em geral. O desmancho do aparato estatal e a convicção na autorregulação dos mercados diminuíram o peso das políticas industriais, sendo elas, substituídas por políticas de competitividade (De Toni, 2025).

O movimento de espalhamento da indústria em direção a estados das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste ocorrido antes dos anos 1990, não foi capaz de gerar um efeito de redistribuição da indústria nacional, sendo assim, a região Sudeste ainda manteve a maior parte dos investimentos e detinha a maior parte do emprego formal do setor, deste modo, podendo ser entendido meramente como desconcentração da indústria (Pereira, et al. 2021).

Santos e Filho (2021) destacam que a região Sudeste, vem lidando com um movimento de desconcentração industrial, havendo uma redução na concentração por parte do Sudeste e uma elevação nas outras regiões. No setor agropecuário também ocorreu uma queda na região Sudeste e os aumentos foram concentrados nas regiões Norte e Centro Oeste. Entretanto, as regiões Sudeste e Sul continuaram a concentrar as atividades mais intensivas em capital e tecnologia, enquanto as demais regiões mantiveram um perfil de menor produtividade média (Neto, Silva e Severiano, 2022).

Especificamente, a indústria intensiva em escala concentra-se na região Sudeste, ao passo que o segmento baseado em tecnologia diferenciada predomina no Sul e Sudeste, abrangendo a produção de máquinas, equipamentos, materiais elétricos e dispositivos de comunicação, entre outros. Já as indústrias de conhecimento destacam-se na Região Norte, sobretudo na fabricação de equipamentos de tecnologia da informação (TI), impulsionadas pelos incentivos da Zona Franca de Manaus, e no Sudeste, onde se sobressaem os setores aeronáutico, óptico e de TI (Neto, Silva e Severiano, 2022).

Diante desse panorama, é possível afirmar que o Sudeste manteve em seu território a concentração dos setores mais tecnológicos e com produtividade média elevada, enquanto as regiões menos desenvolvidas ampliaram sua participação em

atividades industriais intensivas em recursos naturais e mão de obra (Neto, Silva e Severiano, 2022).

O período de 1995 a 2008 foi marcado por reformas estruturais guiadas pelo governo nacional que consolidaram um paradigma institucional em favor daqueles que detém capital e ao mercado financeiro. As medidas neoliberais, privatizações, reforma da previdência e as reformas administrativas aumentaram a concorrência internacional com os produtos oriundos da Ásia, deste modo, devido à ausência de uma política industrial de longo prazo, a indústria de transformação reduziu sua participação no PIB (Araújo, Bruno e Pimentel, 2012).

Nesse sentido, Neto, Silva e Severiano (2022) mostram que no ano de 1995 o valor adicionado bruto (VAB) da indústria de transformação representava 18,6% do VAB total, dada sua trajetória de queda, no ano de 2000 atingiu a marca de 17,2% e por fim apenas 11,3% do VAB total nacional em 2018. O setor da indústria de transformação no período de 1996 a 2018 apresentou um crescimento de 1,1% ao ano e os setores que mais se destacaram foram os de processamento de recursos naturais devido ao aumento da demanda mundial e intensivos em conhecimentos e equipamentos tecnológicos associados ao crescimento da economia doméstica, porém este ramo representa um valor muito pequeno no total da indústria. Além do modesto crescimento apresentado, o setor industrial contou com queda na produtividade média do trabalho, saindo de 100% no ano de 1996 para 86% em 2018.

A atividade industrial pode ser dividida de cinco maneiras distintas segundo seu tipo de fator de intensidade. O primeiro grupo é chamado indústria intensiva em recursos naturais, sendo o principal fator competitivo a grande oferta de recursos naturais. A principal atividade dessa categoria na economia brasileira é a produção de alimentos. O segundo é a indústria intensiva em mão de obra, no qual há alta oferta de mão de obra barata. Em terceiro temos a indústria intensiva em escala, seu principal fator competitivo é os altos ganhos de escala; por isso, é um grupo formado principalmente por grandes empresas oligopolistas com muito capital disponível. A quarta classificação é a indústria intensiva em tecnologia diferenciada que conta com alta capacidade de inovação produtiva e por último temos a indústria baseada na ciência definida por sua capacidade de inovar, mantém altos gastos em pesquisa e desenvolvimento e pode transformar rapidamente as pesquisas em tecnologias industriais. (Araújo, Bruno e Pimentel, 2012)

A estrutura industrial brasileira passou por uma significativa transformação nas últimas décadas, caracterizada pela expansão das atividades ligadas a recursos naturais e pela consequente redução da participação dos setores intensivos em tecnologia e capital (Neto, Silva e Severiano, 2022). Mesmo com tais transformações, nos últimos 20 anos alguns indicadores apresentam pioras significativas. Para o período de 1997 a 2016, a taxa de investimento caiu de 19,12% para 15,53% do PIB, o desemprego subiu de 8,5 para 11,2% e ouve uma mudança na pauta exportadora no meio do ciclo (Herrera, Strauch e Bruno, 2021).

Em 1996, essas atividades representavam cerca de 33,3% do valor da transformação industrial (VIT), percentual que aumentou para 52% em 2018, tornando-se predominante na economia nacional. Em contrapartida, os setores intensivos em mão de obra e escala, que anteriormente detinham 49,9% do VIT, recuaram para 37% no mesmo período. Esses dados evidenciam uma crescente dependência da indústria brasileira em relação às atividades baseadas em recursos naturais (Neto, Silva e Severiano, 2022). Tal que, após o ano de 2009, a exportação de produtos primários passou a ter maior peso nas exportações brasileiras do que os produtos manufaturados (Herrera, Strauch e Bruno, 2021).

Segundo Araújo, Bruno e Pimentel (2012), entre os anos de 1996 até 2005 as atividades intensivas em recursos naturais elevaram sua participação no valor da transformação industrial (VIT) em 6%, sendo o ramo industrial que mais aumentou no período, principalmente em decorrência do aumento no refino de petróleo. Para o mesmo período, o setor denominado intensivo em escala que produz produtos químicos, metais e veículos deteve a maior participação no VIT. As outras três classificações reduziram seu peso relativo no valor da transformação industrial. O setor intensivo em mão de obra apresentou uma queda de 3% e foi o setor com maior redução no período. Os setores intensivos em tecnologia diferenciada e o de base cientifica sofreram com a abertura econômica do período, acarretando o aumento das importações de itens concorrentes.

Herrera, Strauch e Bruno (2021), apontam que para o período de 1997 a 2018, os produtos chamados não classificados por intensidade tecnológica, os quais são basicamente produtos primários, dobraram suas exportações, passando de 21% para 42%. Para o mesmo período as outras cinco categorias reduziram seus percentuais.

Sendo apresentado como mais um indício da especialização em produtos primários intensivos em recursos naturais.

O aumento do peso no PIB nacional atribuído as indústrias intensivas em recursos naturais e de exportação de commodities agrícolas se relaciona com as reformas da década de 1990. Tais reformas possibilitaram que as empresas nacionais recebessem investimento do capital estrangeiro voltado ao setor agrícola, possibilitando o crescimento do setor através de sua modernização, aumentando seus ganhos de produtividade. Isso proporcionou a concentração da atividade agrícola em 10 empresas multinacionais (Araújo, Bruno e Pimentel, 2012).

Para além da especialização em produtos primários, a economia brasileira enfrenta um processo que redireciona parte do capital que iria ser disponibilizado para investimentos na indústria para o mercado financeiro, principalmente em ativos de baixo risco e com rentabilidade expressiva. No período de 1991 até 2009, o estoque de ativos financeiros aumentou mais de 7 vezes, ao passo que o estoque de capital fixo produtivo aumentou 1,4 vez (Herrera, Strauch e Bruno, 2021).

Assim, a trajetória da industrialização no Brasil mostra um caminho concentrado e desigual, onde políticas públicas pontuais até tentaram desconcentrar a atividade produtiva, mas não foram suficientes para mudar o papel central da região Sudeste no cenário industrial e tecnológico. O redirecionamento das estratégias econômicas nos anos 1990, fortemente influenciado por ideias neoliberais, fragilizou ainda mais a base industrial do país e ampliando a dependência de setores voltados à exploração de recursos naturais.

Entretanto, a análise de Yong (2020) mostra que a industrialização está associada ao crescimento econômico. Em geral, os países que ampliaram a participação da indústria em suas economias foram justamente aqueles que apresentaram os maiores avanços no PIB. Os impactos da industrialização, no entanto, vão além do crescimento. Ela impulsiona uma série de metas sociais, com efeitos diretos ou indiretos. Entre os efeitos, está a redução da pobreza, especialmente quando o crescimento industrial é capaz de gerar empregos e elevar a renda dos segmentos mais vulneráveis da população. Também foram observadas contribuições para o trabalho decente e a redução das desigualdades. Embora a industrialização favoreça os mais pobres, seus efeitos sobre a distribuição geral da renda ainda são limitados.

Do ponto de vista ambiental, a industrialização pode trazer ganhos importantes, especialmente quando associada ao uso mais eficiente de energia e recursos. Isso se reflete positivamente nos indicadores de energia limpa e de consumo e produção responsáveis. Esses ganhos tendem a ser ainda mais significativos em países de baixa renda, onde há maior margem para aumentar a eficiência produtiva. Isso reforça a importância de incluir as economias em desenvolvimento na transição para um modelo de desenvolvimento mais sustentável (Yong, 2020).

Destaca-se que a expansão industrial não necessariamente vem acompanhada de um aumento proporcional nas emissões de GEE. Em muitos casos, há uma queda na intensidade de emissões à medida que os países avançam no processo de industrialização, o que indica um processo de desacoplamento entre crescimento econômico e emissões. Deste modo, é possível conciliar o avanço industrial com as metas climáticas, desde que esse processo seja guiado por políticas públicas consistentes e tecnologias de baixo carbono (Yong, 2020).

3.1 O Papel da Industrialização Para a Sustentabilidade

A industrialização se mostrou, ao longo da história, um caminho para o desenvolvimento econômico e social de diversas nações. Embora os caminhos trilhados por diferentes países não sigam um modelo único, é inegável que a construção de uma base sólida no setor de manufaturas está presente nas trajetórias de crescimento tanto de países pioneiros que se industrializaram no final do século XIX, quanto dos retardatários que ainda estão se desenvolvendo. Tal fenômeno se caracteriza pela formação de um setor manufatureiro guiado por inovações tecnológicas e por infraestrutura de apoio. Esse fato está presente tanto nos países que primeiro se industrializaram, tal qual Inglaterra e em países que estão se desenvolvendo tardiamente, marcando seu processo de desenvolvimento econômico (Yong,2020).

Diante dos desafios impostos pela pobreza, pelas desigualdades regionais e pelas emergências climáticas, retomar a industrialização como agenda governamental estratégica requer além de esforço político uma abordagem social inclusiva e ambientalmente responsável. Para isso, os governos precisam assumir papel ativo na

formulação de políticas industriais que persigam objetivos sustentáveis. A mudança na estrutura produtiva que ocorre em decorrência da industrialização se dá pelo deslocamento de mão de obra da agricultura para a indústria de transformação (Yong, 2020). Essa mudança na estrutura produtiva acarreta em empregos melhores, com maiores salários mesmo para trabalhadores com baixa capacitação, deste modo ela colabora para crescimento econômico experimentado pelos países, e ficou conhecido como “bônus de mudança estrutural” (Timmer e Szirmai, 2000). Ademais, os estudos demonstram que a participação da indústria no PIB guarda uma relação positiva mais forte com o crescimento econômico do que a ampliação do setor de serviços. Em contrapartida, a expansão relativa do setor agrícola no PIB tende a representar um entrave ao crescimento econômico. Esses dados reforçam o papel estratégico da industrialização no processo de desenvolvimento, sobretudo em países em transição (Yong,2020).

Dentre os pontos positivos destacados no processo de industrialização de um país, gerar novos empregos formais, melhorar a distribuição de renda e reduzir a taxa de pobreza se destacam no âmbito socioeconômico. Primeiramente, os empregos formais gerados pela indústria fornecem aos trabalhadores garantias legais e um salário superior ao setor informal. Além disso, é capaz de promover a inserção de trabalhadores jovem no mercado de trabalho. Essa absorção de mão de obra aliada a melhores salários, benefícios trabalhistas e garantias legais do setor formal reduzem a desigualdade salarial na economia, favorecendo a distribuição da renda nacional (Yong,2020).

De forma geral, a análise entre crescimento econômico e pobreza indica que o crescimento econômico reduz as taxas de pobreza. Os trabalhos empíricos demonstram que os países no qual o setor industrial impulsiona o crescimento econômico tem maior redução nos índices de pobreza. Nesses estudos, o setor de serviços não se mostra como o mais indicado no combate à pobreza, o setor agropecuário por sua vez exerce assim como a indústria um efeito positivo, entretanto esse resultado somente é alcançado devido à aumentos de produtividade. A maior participação da indústria de transformação na composição do Produto Interno Bruto (PIB) está associada ao crescimento da renda e do consumo das famílias. O setor manufatureiro se destaca por oferecer empregos relativamente bem remunerados a trabalhadores de baixa e média qualificação, atuando como um fator estabilizador na

relação entre crescimento econômico e distribuição de renda. Sua expansão, portanto, é estratégica para garantir que os estratos socioeconômicos mais vulneráveis também se beneficiem dos avanços no desenvolvimento (Yong,2020).

Além disso, a industrialização exerce influência direta na transformação estrutural da economia. A transição da agricultura para os setores industrial e de serviços aumenta a participação dos salários na renda nacional. Como os salários são distribuídos de forma menos concentrada que o capital e representam a principal fonte de renda da maioria das famílias, esse deslocamento contribui para reduzir a desigualdade. Portanto, os efeitos da industrialização, tanto no crescimento da renda dos 40% mais pobres quanto na composição da renda nacional, reforçam sua importância como instrumento para o desenvolvimento inclusivo e sustentável (Yong,2020).

As preocupações ambientais atuais, especialmente no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), têm destacado a importância de monitorar as emissões de dióxido de carbono por unidade de valor adicionado na indústria. Estudos apontam uma correlação negativa entre o PIB per capita e a intensidade de carbono desse setor, o que sugere que economias mais desenvolvidas tendem a emitir menos CO^2 por unidade produzida. Além disso, há evidências de que o aumento da participação da indústria de transformação no PIB está associado à redução da intensidade de emissões, um padrão particularmente evidente nos países de alta renda (Yong, 2020).

Esses resultados trazem implicações relevantes para a formulação de políticas em países em desenvolvimento. Eles indicam que é possível expandir a base industrial e, ao mesmo tempo, avançar na agenda ambiental, desde que o crescimento esteja vinculado ao uso mais eficiente de recursos e à adoção de tecnologias de menor impacto. Em contextos de menor renda, os ganhos de eficiência promovidos pela indústria podem ser mais expressivos e acessíveis, reforçando a ideia de que o desenvolvimento industrial orientado por critérios sustentáveis não precisa entrar em conflito com os compromissos globais de redução das emissões (Yong, 2020).

O principal guia para o processo de industrialização são as políticas industriais praticadas por governos. Tais políticas, para serem efetivas, tem de ser compatíveis ao contexto e conjuntura nacional, bem como, serem adequadas ao espaço de negociação política. Deste modo, não é possível estabelecer com bases em

experiencias passadas uma única política industrial universal, cada país, com seu contexto único reagirá de uma forma diferente a determinadas políticas industriais (Yong, 2020).

A análise das trajetórias de industrialização bem-sucedidas, mostra que os países enfrentaram desafios semelhantes, tanto em termos de restrições institucionais quanto das políticas adotadas. Esses países utilizaram instrumentos como restrições às importações e incentivos às exportações, promoveram o acesso a financiamento de longo prazo para empresas, fortaleceram o setor agrícola como base do processo de industrialização e buscaram maneiras de lidar com transformações tecnológicas. Em todos os casos, políticas públicas foram essenciais para superar obstáculos estruturais, indo além das soluções simplistas de mercado (Yong, 2020).

Ao mesmo tempo, há diferenças importantes entre grupos de países, causadas pelo contexto global em vigor no momento em que iniciaram seus processos de industrialização. Países que se industrializaram mais recentemente enfrentam um espaço político mais limitado e um ambiente produtivo mais complexo, exigindo uma abordagem estratégica e adaptada de política industrial. Dessa forma, foi possível a identificação de dez instrumentos utilizados ao longo do tempo nos diversos processos de industrialização.

Os resultados apresentados no quadro 3 oferecem bases para o desenho de políticas industriais capazes de impulsionar o desenvolvimento em diferentes contextos nacionais. Esses instrumentos políticos listados não garantem sucesso no processo de industrialização nacional, mas servem como uma referência na tomada de decisão governamental.

Quadro 3- Síntese dos dez instrumentos políticos

Instrumento de Política Industrial	**Países com Boas Práticas**	**Objetivo Principal**
Institutos de tecnologia para melhorar a produtividade na agricultura	Brasil, Etiópia, Malásia, EUA	Aumentar produtividade agrícola e promover base rural para industrialização.
Serviço de extensão e formação profissional	China, Alemanha, Japão	Difundir e adaptar tecnologias para qualificação da mão de obra.
Institutos de pesquisa industrial aplicada e prestação de serviços tecnológicos	China, Alemanha, Japão	Apoiar inovação e serviços tecnológicos.
Incentivos e condicionalidades para investimento estrangeiro direto	China, Japão, Vietnã	Atrair investimento estrangeiro com transferência de tecnologia.
Zonas de Processamento de Exportação	China, Etiópia, Vietnã	Promover capacidades de exportação.

Bancos nacionais de desenvolvimento e regulamentações do setor bancário	Brasil, China, Alemanha, Etiópia	Facilitar o crédito especializado de longo prazo para os investimentos.
Esquemas híbridos de financiamento	China, Japão, Malásia, EUA	Apoiar, por meio de subsídios e compras públicas, Pesquisa e Desenvolvimento, a modernização e a ampliação produtiva.
Políticas de inovação orientadas para a criação de novos mercados	China, Alemanha, EUA	Criar novos mercados e enfrentar desafios sociais.
Políticas comerciais estratégicas de apoio à promoção de exportações	China, Etiópia, Indonésia, Malásia, Vietnã	Estimular inserção internacional e diversificação produtiva.
Gestão de rendas de recursos naturais	Indonésia, Malásia	Redirecionar receitas de commodities para industrialização

Fonte: Elaboração própria com base em Yong (2020).

Outro ponto de destaque capaz de influenciar as decisões é a redução no espaço político atual que o poder público enfrenta em decorrência dos acordos internacionais firmados através de organizações internacionais supranacionais. Exemplificando essa questão, a OMC proíbe qualquer tipo de subsídio setorial e somente aceita a proteção de indústrias nascentes através de negociações para

compensação por meio de reduções tarifárias em outros setores (Andreoni, Chang e Estevez, 2019).

Comparando as informações do início dessa seção com as análises de Yong (2020) sobre o processo de industrialização, fica evidenciado o fraco desempenho político industrial brasileiro no período abordado. A trajetória da industrialização no país, teve seu auge entre as décadas de 1970 e 1980 e passou a ser marcada, por um movimento de retração. Esse processo se manifestou na redução da participação da indústria de transformação no PIB, na perda de dinamismo de setores intensivos em tecnologia e no crescimento relativo de atividades vinculadas à exploração de recursos naturais, especialmente o agronegócio.

Deste modo, o setor da indústria de transformação brasileiro teve redução no valor adicionado bruto (VAB), que representava 18,6% do VAB total em 1995 e caiu para 11,3% em 2018; e na produtividade média do trabalho, passando de 100% em 1996 para 86% em 2018. Esses indicadores mostram que a capacidade do país de modernizar sua indústria reduziu no período de 1991 até 2001. Dentre os setores industriais, aqueles que tiveram melhores desempenhos foram aqueles baseados em recursos naturais, em detrimento de setores intensivos em tecnologia ou em mão de obra qualificada. Esse fato altera o perfil produtivo nacional e diminui a capacidade de inovação e de agregar valor da economia brasileira.

A especialização crescente em atividades intensivas em recursos naturais pode ser explicada, pelo conjunto de reformas econômicas adotadas nos anos 1990. A abertura comercial e a retirada gradual do Estado como agente indutor do desenvolvimento industrial da economia alteraram o padrão de investimentos produtivos no Brasil. Essas reformas facilitaram a entrada de capital estrangeiro em setores vinculados ao agronegócio, modernizando sua estrutura produtiva e ampliando significativamente sua participação no VIT. o setor de recursos naturais elevou sua participação no VIT em 6% entre 1996 e 2005, com destaque para o aumento das atividades de refino de petróleo e processamento de alimentos. Em contrapartida, os setores intensivos em mão de obra, tecnologia diferenciada e base científica perderam participação relativa nesse mesmo período, pressionados pela concorrência internacional e pela ausência de uma política industrial de longo prazo.

O peso crescente das commodities limita o potencial de diversificação econômica do país e o torna mais vulnerável às oscilações dos mercados

internacionais. Além disso, essa especialização contribui para reforçar os desequilíbrios regionais, já que essas atividades tendem a se concentrar em áreas específicas com menos encadeamentos estruturais e demandam menos mão de obra qualificada. Outro aspecto importante desse processo é o redirecionamento de parte significativa dos recursos que poderiam ser canalizados para o investimento produtivo em direção ao mercado financeiro. Essa mudança na alocação de recursos reduziu a capacidade do setor industrial de se modernizar, travando o desenvolvimento de cadeias produtivas complexas e tecnológicas.

Entre os anos de 2003 a 2014 nos governos do presidente Luiz Inácio Lula da Silva até o ano de 2010 e depois o primeiro mandato da presidente Dilma Rousseff até o ano de 2014, três políticas estiveram em vigência: a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) e Plano Brasil Maior (PBM) (Stein e Júnior, 2016).

A PITCE, lançada ao final de 2003, destacou o papel central da inovação tecnológica como transmissor do aumento da eficiência econômica e da competitividade internacional da estrutura produtiva nacional. Seu escopo estava voltado para o aumento da capacidade inovadora das empresas, a ampliação das exportações e a criação de vantagens comparativas dinâmicas com potencial de transformar a estrutura produtiva do país (Stein e Júnior, 2016).

Esta política foi estruturada em três eixos, sendo o primeiro de apoio à inovação e ao desenvolvimento tecnológico; o segundo foi o foco em setores de interesse econômico e geopolítico e por último atividades como biotecnologia, nanotecnologia e energias renováveis. Essa formulação buscava não apenas incentivar o crescimento econômico por meio da inovação, mas também reverter obstáculos estruturais da economia brasileira (Stein e Júnior, 2016).

Lançada em 2008, a PDP, representou uma tentativa de aperfeiçoamento da PITCE, aprofundando a lógica do desenvolvimento industrial com base em inovação, investimento e ampliação da competitividade. A PDP trouxe metas claras, como o aumento da taxa de investimento, o crescimento do gasto privado em pesquisa e desenvolvimento e a ampliação da participação internacional da indústria brasileira. Esta política foi marcada por uma maior participação de instrumentos de fomento como crédito subsidiado, incentivos fiscais, compras governamentais e apoio técnico, destacando o papel do BNDES que contou com o aumento do crédito industrial em

72% em relação ao período anterior. A partir da crise financeira internacional de 2008, a PDP adquiriu caráter anticíclico, sendo incorporada ao Programa de Sustentação do Investimento, reforçando o papel do Estado na mitigação dos efeitos recessivos (Stein e Júnior, 2016).

O Plano Brasil Maior foi implementado em 2011, em um contexto de estagnação da atividade industrial, caracterizado por juros elevados, câmbio valorizado, restrições à política macroeconômica e agravamento da crise internacional, fatores que reacenderam o debate sobre o processo de desindustrialização no país. A estrutura do PBM apresentava-se de forma simplificada, organizada em duas dimensões: a primeira voltada para temas, como inovação, comércio exterior, qualificação profissional e sustentabilidade; e a segunda direcionada às cadeias produtivas. Sua formulação evidenciou fragilidades institucionais, refletindo uma limitada capacidade de definição estratégica e uma tendência à inclusão ampla e pouco criteriosa de setores econômicos. No campo dos instrumentos políticos, o PBM deu continuidade às medidas anteriores, ampliando recursos via BNDES, fortalecendo a defesa comercial e promovendo a desoneração da folha de pagamento. Destaca-se, ainda, a integração de importantes políticas de formação técnica e acadêmica, como o Pronatec e o Ciência sem Fronteiras (Stein e Júnior, 2016).

Embora as políticas industriais no período de 2003 a 2014 tenham mobilizado instrumentos ambiciosos e recursos significativos, necessitaram de metas claras e de um projeto de desenvolvimento industrial consistente. Stein e Júnior (2016) destacam que as políticas buscavam a inovação e a atuação coordenada entre diferentes esferas do governo, mas sem conseguir efetivar uma ação estratégica de longo prazo. Essas políticas industriais não foram refletidas de forma efetiva nas análises do período nem nos dados do índice de Tapio apresentado, pois o verificado foi uma especialização em produtos intensivos em recursos naturais de modo que essas políticas industriais se mostraram insuficientes para atingir objetivos concretos de industrializar o país. Esse fato pode ser atrelado as divergências entre os objetivos declarados das políticas industriais e as medidas efetivamente implementadas, indicando que a política industrial operou predominantemente como políticas de viés corretivo, sem buscar a reestruturação produtiva (De Toni, 2025).

A análise feita por De Toni (2025), aponta três limitações à institucionalidade da política industrial brasileira. O primeiro é a dificuldade de coordenar os setores público e privado, o segundo são os fracos sistemas de avaliação e monitoramento de metas e objetivos e por último a desagregação institucional. Frente a esses desafios, os esforços para a industrialização brasileira necessitarão elaborar instituições forte e articuladas para alcançar resultados satisfatórios. Para enfrentar essas questões limitantes, De Toni (2025) propôs três caminhos para o fortalecimento das instituições nacionais: a criação de um órgão central e técnico com capacidade de liderança para a política industrial; a consolidação de canais de diálogo com o setor produtivo e o planejamento de longo prazo.

Deste modo, há um sentido contrário percorrido pelo setor industrial brasileiro em relação aos casos de sucesso apresentados por Yong (2020). A economia brasileira aprofundou sua especialização em produtos primários intensivos em recursos naturais, comprometeu sua capacidade de realizar investimentos produtivos e não se aproveitou do “boom das commodities” para redirecionar recursos para setores mais produtivos e de maior valor agregado. Outro efeito verificado, foi a redução de empregos industriais qualificados e aumento do setor informal e de empregos de baixa qualificação. Sendo assim, o setor industrial brasileiro mesmo contando com um desempenho satisfatório no índice de Tapio não aproveitou nesse período fatores que poderiam ter potencializado seu crescimento econômico, criando uma indústria estruturada, com maior valor agregado e pautada em princípios de sustentabilidade ambiental.

Em janeiro de 2024 o governo lançou o projeto da Nova Indústria Brasil (NIB) e constituiu a base da política industrial do governo federal, voltada à reindustrialização do país. Tem como base a sustentabilidade, a inovação e a soberania tecnológica, sendo estruturada com seis vertentes estratégicas, um setor de agroindústria sustentável, fortalecimento do setor de saúde, melhoria da infraestrutura urbana, transformação digital, um setor de bioeconomia e descarbonização e tecnologias voltadas para a soberania e defesa nacional. A política da NIB busca integrar, diferentes instrumentos políticos, tais como crédito, compras públicas, incentivos à inovação e ações voltadas à capacitação produtiva, buscando acelerar a transição ecológica e digital da economia brasileira (De Toni, 2025).

A política define metas de longo prazo, para serem alcançadas até o ano de 2033, entre as quais se destacam o aumento da participação da indústria no PIB, a redução das desigualdades regionais e o fortalecimento de cadeias produtivas estratégicas para o desenvolvimento nacional. A NIB representa uma tentativa de reposicionar o Estado como agente indutor do processo de desenvolvimento produtivo, destacando a cooperação entre os setores público e privado (De Toni, 2025).

Para atingir essas vertentes estabelecidas, foram definidos desafios presentes em cada setor e metas para serem alcançadas no período de 2024 a 2026 e depois de 2027 a 2033. As informações sintetizadas referentes aos desafios e as metas e seus respectivos prazos estão presentes no quadro 4 a seguir.

Quadro 4- Síntese das vertentes definidas pela NIB

Vertentes	**Desafios**	**Metas até 2026**	**Metas até 2033**
Cadeias agroindustriais sustentáveis e digitais para a segurança alimentar, nutricional e energética.	Aumentar a produtividade; Aumentar o valor agregado; Integrar políticas industrial e de comércio exterior; Expandir a Mecanização na agricultura familiar; Aumentar o uso de bioinsumos; Desenvolver máquinas, equipamentos e insumos nacionais.	Promover o crescimento do PIB Agroindústria em até 3% ao ano. Ampliar para 28% a mecanização da agricultura familiar. Ampliar a tecnificação da agricultura familiar para 43%.	Promover o crescimento do PIB Agroindústria em até 6% ao ano. Ampliar para 35%, a mecanização da agricultura familiar. Ampliar a tecnificação da agricultura familiar para 66%.
Complexo econômico industrial da saúde resiliente para reduzir as vulnerabilidades do SUS e ampliar o acesso à saúde.	Minimizar a importação de insumos básicos; Aumentar a eficiência do investimento privado na indústria; Reduzir do custo do crédito; Aumentar a produção nacional de equipamentos médicos; Promover inovações	Produzir, no país, 50% das necessidades nacionais em medicamentos, vacinas, equipamentos e dispositivos médicos, materiais e outros insumos e tecnologias em saúde.	Produzir, no país, 70% das necessidades nacionais em medicamentos, vacinas, equipamentos e dispositivos médicos, materiais e outros insumos e tecnologias em saúde.

	disruptivas na área da saúde		
Infraestrutura, saneamento, moradia e mobilidade sustentáveis para a integração produtiva e o bem-estar nas cidades	Formar e qualificar a mão de obra; Expandir a produção interna de insumos industriais específicos; Simplificar a carga tributária; Diminuir a dependência de partes e componentes importados;	Contratar 2 milhões de casas pelo Programa Minha Casa Minha Vida, sendo 500 mil com fornecimento de energia renovável; Aumentar a comercialização de veículos eletrificados novos para 3%.	Contratar 6,9 milhões de casas pelo Programa Minha Casa Minha Vida, sendo 1,4 milhão com fornecimento de energia renovável; Aumentar a comercialização de veículos eletrificados novos para 33%.
Transformação Digital da indústria para ampliar a produtividade	Formar e capacitar mão de obra em TICs e semicondutores no ensino básico e superior; Articular governo, ICTs e empresas em torno de prioridades estratégicas nacionais; Aumentar investimentos em inovação e exportação no setor de TICs; Fortalecer o desenvolvimento de hardware nacional para reduzir a dependência externa.	Transformar digitalmente 25% das empresas industriais brasileiras.	Transformar digitalmente 50% das empresas industriais brasileiras.

Bioeconomia, descarbonização e transição e segurança energéticas para garantir os recursos para as gerações futuras	Ampliar parcerias entre academia, setor privado e fundos internacionais para pesquisa aplicada; Incentivar a descarbonização; Qualificar profissionais para atuar na bioeconomia e na transição energética; Criar normas para compras públicas focadas na bioindústria; Incentivar a produção nacional de equipamentos para energia renovável; Desenvolver as rotas tecnológicas “verdes”.	Reduzir a intensidade de emissões de gases de efeito estufa por unidade de produto em consonância com as metas setoriais do Plano Clima; ampliar em 27% a participação de biocombustíveis e elétricos na matriz energética de transportes; Aumentar em 10% o uso tecnológico e sustentável da biodiversidade.	ampliar em 50% a participação de biocombustíveis e elétricos na matriz energética de transportes; Aumentar em 30% o uso tecnológico e sustentável da biodiversidade.
Tecnologias de interesse para a soberania e defesa nacionais	Criar instrumentos de fomento e garantia para exportações de produtos de defesa; destinar recursos para o desenvolvimento espacial; Melhorar a infraestrutura laboratorial para	Alcançar 55% de domínio das tecnologias críticas para a defesa.	Alcançar 75% de domínio das tecnologias críticas para a defesa.

	produtos de Defesa; Adensar as cadeias de defesa e aeroespacial para maximizar seus efeitos multiplicadores e tecnológicos.		

Fonte: Elaboração própria com base em Brasil (2025).

As vertentes apresentadas no quadro contam com instrumentos voltados aos desafios estruturais da Nova Indústria Brasil e estão organizados em três grandes eixos: financeiro, ambiente de negócios e contratações públicas, deste modo cada eixo será um caminho para se atacar os desafios propostos e alcançar as metas estipuladas. No eixo financeiro, destacam-se o Mercado Regulado de Carbono, que cria incentivos econômicos à descarbonização por meio da precificação de emissões e cotas, e a Taxonomia Sustentável, que classificará atividades econômicas com base em critérios ambientais. O Plano Mais Produção reúne R$ 300 bilhões em recursos para apoiar a indústria em quatro frentes: inovação, transição verde, exportação e produtividade. Complementarmente, foram criados fundos garantidores voltados a micro, pequenas e médias empresas. No eixo de ambiente de negócios, o plano busca reduzir o prazo de exame de patentes para dois anos, além da criação de estudos periódicos sobre tendências tecnológicas pelo Grupo Interministerial de Propriedade Intelectual (GIPI). Também se destaca a proposta do Sistema Nacional de Territorialização do Desenvolvimento Industrial, com mapeamento de aglomerações produtivas para subsidiar ações regionais. No campo do comércio exterior, são promovidas ações como a Política Nacional de Cultura Exportadora, diretrizes para governança de investimentos estrangeiros estratégicos e a modernização do Portal Único de Comércio Exterior. Por fim, o eixo de contratações públicas inclui a regulamentação da Nova Lei de Licitações e a formulação da Estratégia Nacional de Contratações Públicas (ENCP), que busca alinhar o poder de compra do Estado às missões do CNDI. Esses instrumentos são a base da estrutura de reindustrialização do Brasil, focado em inovação, sustentabilidade e inclusão produtiva (Brasil, 2025).

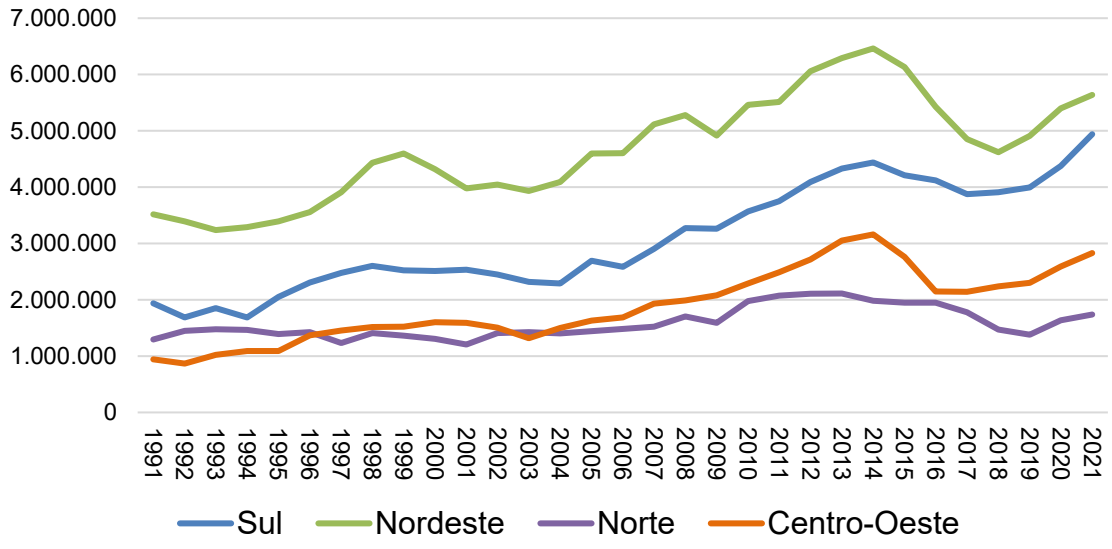
Esse plano industrial reflete a preocupação por parte do governo de se desenvolver economicamente e se adequar a objetivos climáticos pautados pelos ODS da agenda 2030. As metas, as estratégias e as vertentes definidas nesse plano governamental estão em consonância com as bases e ideais apresentados por Yong (2024) e buscam aproveitar a posição favorável que o Brasil pode alcançar na nova geopolítica mundial (Guerra et al., 2025). A Nova Indústria Brasil prevê ações que irão modernizar a economia brasileira, melhorar seus encadeamentos, aumentar o nível de especialização dos trabalhadores e reforçar a competitividade internacional. Deste modo, se for bem coordenada entre os atores institucionais, ela pode guiar o processo de industrialização brasileiro a um patamar mais sustentável e inclusivo socialmente, sendo capaz de destravar o crescimento econômico nacional desassociando-o do crescimento da emissão de gases de efeito estufa.

3.2 Análise Exploratória

Conforme supracitado, o setor da indústria de transformação mostra sua concentração na região Sudeste, deste modo, para melhor visualização o gráfico 4 contém as informações relativas à emissão de GEE das outras quatro regiões brasileiras restantes. O gráfico 5 evidencia os dados de PIB da região Sul, Norte, Nordeste e Centro-Oeste e as informações tanto de PIB quanto de emissão de GEE da Região Sudeste estão presentes no gráfico 6.

Segundo o gráfico 4, as emissões de gases de efeito estufa apresentaram crescimento no período da 1991 até o ano de 2021, sendo que o pico foi atingido no ano de 2014. Dentre as regiões apresentadas, a que mais emitiu GEE foi a região Nordeste. No início do período suas emissões eram em torno de 3,5 milhões de toneladas de CO^2, dada sua evolução, seu pico no ano de 2014 foi acima de 6,4 milhões de toneladas e fechou o período no ano de 2021 emitindo aproximadamente 5,6 milhões de toneladas. Todas as regiões apresentaram movimentos semelhantes durante o período, e a única alteração na posição de maiores emissores quando comparado o início e o final do período se deu entre a região Centro-Oeste e a região Norte. Sendo o Centro-Oeste no ano de 1991 o menor emissor e no ano de 2021, no final do período, a região norte assumiu essa posição.

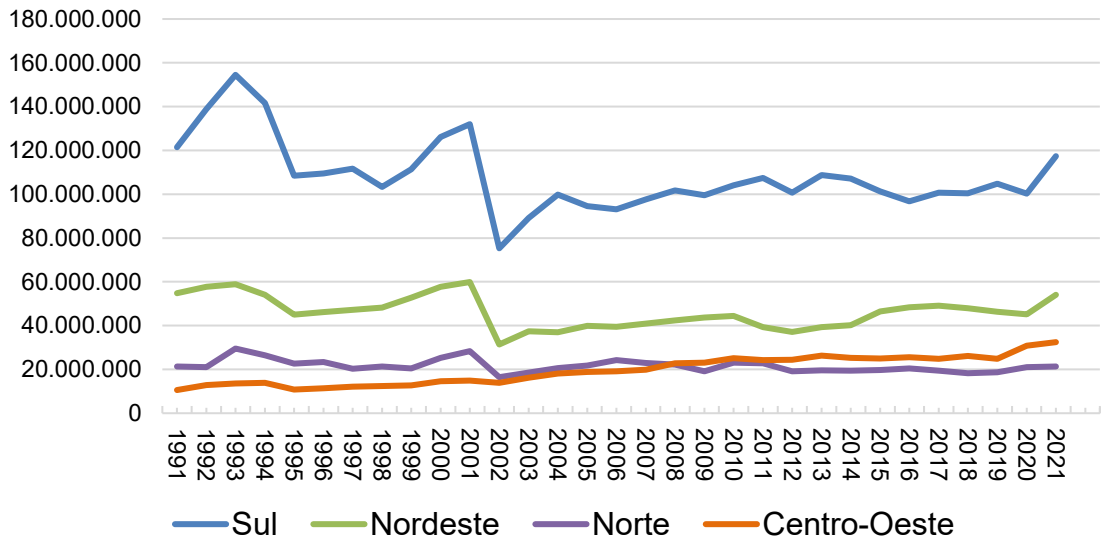
Gráfico 4- Emissões de toneladas de CO^2 das regiões brasileiras de 1991 até 2021, excluindo a região Sudeste



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEEG — Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima. Disponível em: http://seeg.eco.br

O gráfico 5 apresenta o PIB da indústria de transformação brasileira separado pelas regiões Sul, Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Com exceção da região Centro-Oeste, que apresentou um crescimento lento, porém contínuo por todo o período, as outras três regiões tiveram oscilações até os anos iniciais do século XXI e depois se estabilizaram em um patamar mais baixo do que o início do período estudado. Ao longo dos 20 anos analisados a região Sul foi a que teve o maior PIB, iniciando a série entorno de 120 milhões no ano de 1991, teve seu topo em 1993 acima de 153 milhões e após o ano de 2004 se estabilizou entorno de 100 milhões. O segundo maior PIB do gráfico 5 durante todo o período foi da região nordeste. Seu ponto mais alto foi no ano de 2021 atingindo mais de 59 milhões. Após o ano de 2003 o PIB se estabilizou próximo de 40 milhões com um leve crescimento após o ano de 2014. No ano de 1991 a região Centro-Oeste tinha o menor PIB, na faixa de 12 milhões, entretanto, devido ao seu crescimento constante durante o período, no ano de 2008 o seu valor ultrapassou o valor do PIB da região Norte. Deste modo, a região Centro-Oeste fechou a série com o PIB pouco acima dos 32 milhões, enquanto a região Norte fechou como menor PIB da indústria de transformação no total de 21 milhões.

Gráfico 5- PIB R$ (mil), a preços do ano 2010 da indústria de transformação das Regiões brasileiras do ano de 1991 até o ano de 2021, excluindo a região Sudeste

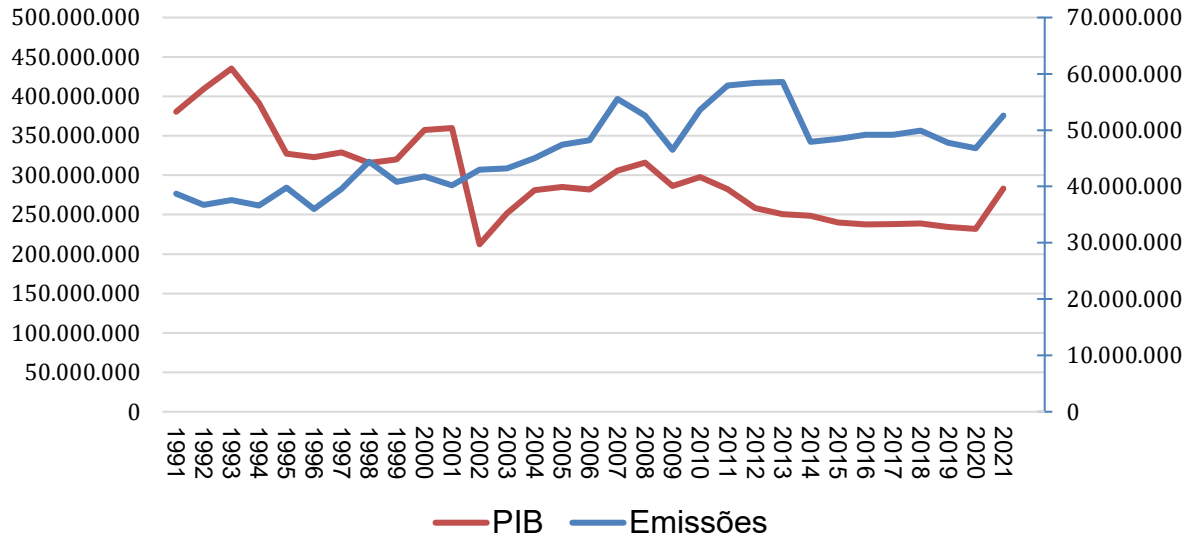


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEADATA disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx

Devido a sua grande concentração, a região Sudeste possui o maior PIB e tem o maior volume de emissões de GEE dentre todas as regiões brasileiras. No eixo da esquerda no gráfico 6 encontram-se os valores referentes ao PIB. No início do período

o valor era entorno de 380 milhões, e contou com um leve aumento no ano seguinte, mas manteve uma tendência de queda até seu ponto mais baixo no ano de 2002 com o valor de 212 milhões. Nos anos seguintes esboçou uma leve recuperação passando dos 300 milhões no ano de 2008, porém caiu logo em seguida e fechou a série com 283 milhões. O eixo da direita exibe o valor das emissões de GEE em toneladas. Esta, apresentou tendencia de crescimento até o ano de 2013 no qual atingiu seu topo no valor de 58 milhões de toneladas, havendo uma exceção no ano de 2009 que contou com uma queda acentuada das emissões. Após o ano de 2013 as emissões se estabilizaram próximas de 50 milhões, fechando o ciclo em 2021 no valor de 52,6 milhões de toneladas.

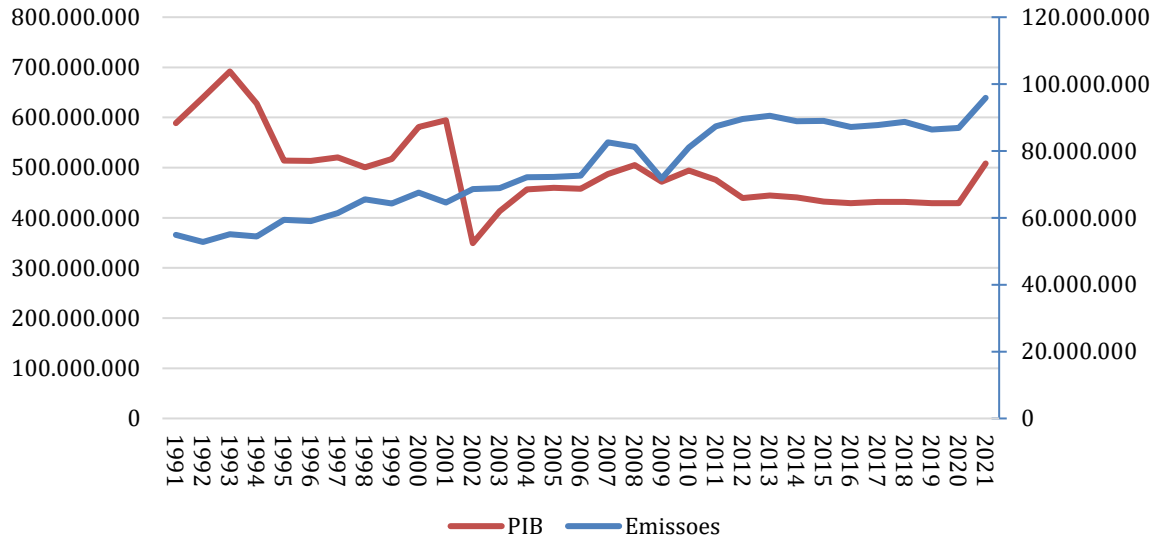
Gráfico 6- Região Sudeste: comparativo entre o PIB e as Emissões de GEE do ano de 1991 até o ano de 2021



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEADATA e a partir de dados do SEEG — Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima. Disponíveis em: http://seeg.eco.br e http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx

Como mostra o gráfico 7 a seguir sobre o Brasil, seus movimentos tanto de PIB quanto de emissões seguem um padrão parecido com o que ocorreu na região sudeste. Com exceção do ano de 2009 as emissões de GEE brasileiras tiveram um crescimento leve, porém constante ao longo dos anos estudados, entretanto, o PIB apresentou maiores oscilações. No início da série, no ano de 1991, o PIB cresceu até seu valor máximo no ano de 1993. Dali em diante até o ano de 2002 houve uma tendência de queda, com uma leve recuperação nos dois primeiros anos da década de 2000, tendo deste modo seu menor valor no ano de 2002, sendo este 349 milhões. De 2002 até 2008 houve uma trajetória de crescimento lento, e após 2009 uma nova queda acarretou um equilíbrio entorno do valor de 430 milhões e fechou a série no ano de 2021 acima de 500 milhões.

Gráfico 7- Comparativo entre o PIB da indústria de transformação e as Emissões de gases de efeito estufa para o Brasil do ano de 1991 até 2021



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEADATA e a partir de dados do SEEG — Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima. Disponíveis em: http://seeg.eco.br e http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx

Para o período de 30 anos estudados as emissões tiveram um crescimento médio ano a ano de 1,95% e o acumulado no período foi de 74,76%, entretanto o PIB ano a ano teve uma redução média de −1,54% e no período todo acumulado sua queda foi −13,68%. Nesse sentido, as regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste de forma isolada tiveram resultados com sinais similares aos do Brasil, crescimento das emissões e redução do PIB. Dentre estas regiões, a Norte teve a menor redução percentual de seu PIB, sendo somente −0,19% no período e contou com crescimento de 33,44% nas emissões. A região Sudeste foi a que teve a maior redução de seu PIB, caindo −25,62% e suas emissões subiram mais de 35%. A região Sul teve o segundo maior aumento de emissões nesses 30 anos, com um crescimento de 155,28% e seu PIB caiu −3,35%. Dentre as cinco regiões, a única que não contou com redução do seu PIB foi o Centro-Oeste. O resultado positivo do PIB de 206,31% foi acompanhado do maior aumento nas emissões de GEE no valor de 199,22%.

A análise de 1991 a 2021 revela uma tendência de distinta entre o PIB da indústria de transformação e as emissões de GEE no Brasil. Enquanto as emissões cresceram 74,76% no período (média ano a ano de 1,95%), o PIB do setor recuou −13,68% (-1,54% ano a ano). A região Sudeste, maior emissora e detentora do maior

PIB, destacou-se pela redução acentuada do PIB (-25,62%) e aumento de 35% nas emissões.

Regionalmente, a Centro-Oeste foi exceção, com crescimento expressivo do PIB (206,31%) e das emissões (199,22%), indicando expansão econômica e de emissões de gases de efeito estufa. As demais regiões (Sul, Norte e Nordeste) seguiram a tendência nacional de queda do PIB e aumento das emissões, com destaque para o Sul, que registrou o segundo maior crescimento de emissões (155,28%) e leve declínio econômico (-3,35%).

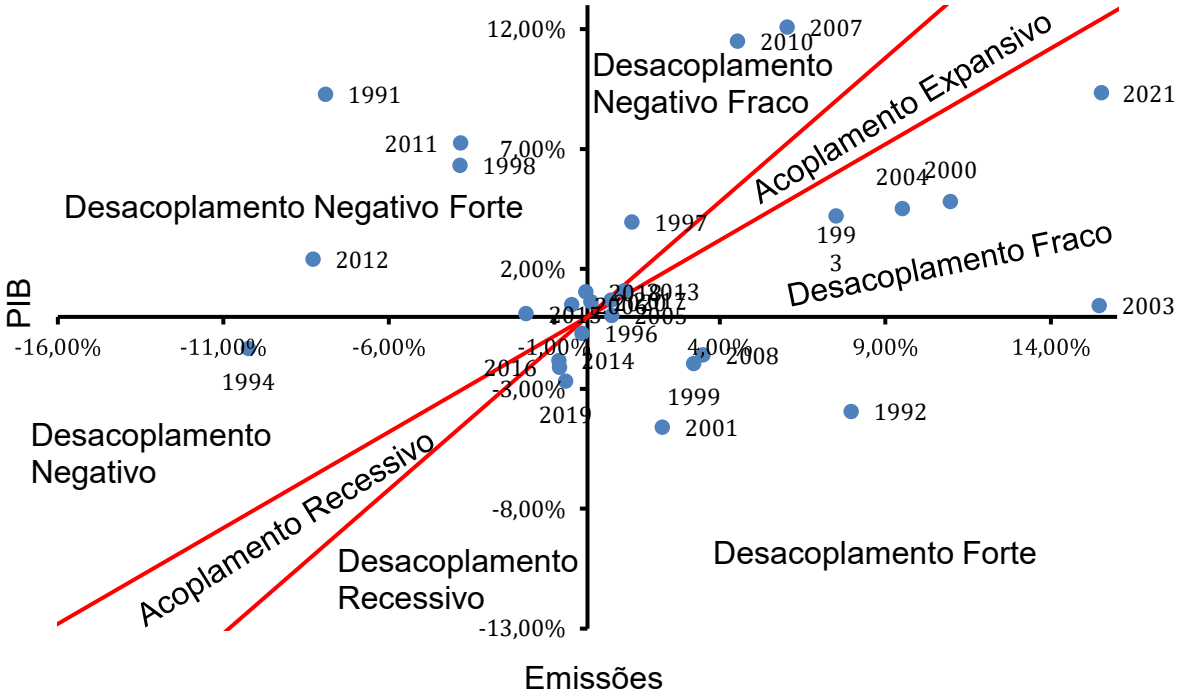
3.3 Índice De Tapio do Setor da Indústria de Transformação

O gráfico 8 reúne as informações do índice de Tapio para o Brasil no período de 1991 até 2021. Em um terço deste ciclo, o resultado do setor da indústria de transformação foi satisfatório. Sendo classificado como estado de desacoplamento forte e desacoplamento fraco, em ambos os casos há um aumento do PIB, e no primeiro há redução das emissões e no segundo um aumento de menor magnitude do que o aumento do PIB, levando a uma melhora no cenário brasileiro. Em outros cinco anos distintos, a categoria do índice de Tapio foi de desacoplamento recessivo, no qual, ocorre a queda de ambos os indicadores, porém as emissões têm uma queda mais acentuada, podendo então ser considerado um desempenho favorável em termos de indicador ambiental. Por último, evidenciando o desempenho satisfatório no período analisado, os anos de 2013 e 2017 foram classificados como acoplamento expansivo, que ocorre quando ambas as taxas crescem de forma similar. Com isso, por dezessete anos a indústria de transformação no Brasil não aprofundou e até melhorou a relação entre PIB e Emissões de gases de efeito estufa.

Nos outros quatorze anos do período de estudos, os graus de desacoplamento medidos pelo índice de Tapio ficaram entre as outras quatro classificações restantes, interpretadas como negativas para a relação entre indicadores econômicos e ambientais. Segundo o gráfico 8, no ano de 1994 tivemos o único episódio de desacoplamento recessivo negativo, no qual, o PIB reduz em uma taxa maior do que a redução das emissões. Por quatro anos distintos, o índice registrou a categoria de desacoplamento negativo fraco, ocorrendo o aumento de ambas as taxas, porém as

emissões cresceram em um volume maior que o PIB. Nos outros nove anos restantes na análise do setor da indústria de transformação, ele foi categorizado no pior cenário previsto pelo método, em que há o aumento das emissões de GEE e a redução no PIB do setor. Nesse contexto, além da década de 2010 a 2020 se destacar contendo 4 dos nove anos denominados desacoplamento negativo forte, essa foi a categoria mais presente no período estudado.

Gráfico 8- Índice de Tapio para a relação entre emissão de GEE e PIB no setor da Indústria de Transformação no período de 1991 até 2021



Fonte: Elaboração própria a partir de Dados do PIB da indústria de transformação do portal do ipeadata disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx e dados de emissões do portal SEEG disponível em: http://seeg.eco.br

No quadro 2 a seguir, é possível analisar como as cinco regiões brasileiras se comportaram nos diferentes níveis de acoplamento e desacoplamento. Isoladamente a região Nordeste teve nove anos de Desacoplamento Forte, a região sul e a região Norte tiveram seis anos cada, o Sudeste e o Centro-Oeste apresentaram quatro anos, sendo este o mesmo número de anos que o Brasil todo apresentou. Devido ao peso da indústria da região Sudeste, os mesmos anos que o Brasil teve desacoplamento Forte foram os anos que a região Sudeste e no ano de 2008 o Sudeste foi a única região nessa categoria.

Quadro 5- Grau de desacoplamento do setor da indústria de transformação entre as regiões brasileiras no período de 1991 até 2021

Regiões					
	Sul	Sudeste	Nordeste	Norte	Centro-Oeste
desacoplamento forte	1992;1999; 2000;2003; 2004;2017	1992;1999; 2001;2008	1992;1993; 2000;2001; 2003;2009; 2015;2016; 2017	2000; 2001; 2004; 2015; 2016; 2019	1992; 2001; 2003; 2016
Desacoplamento fraco	2001;2013; 2019;2021	1993;2000; 2003;2004; 2017;2021	1999;2013; 2021	1993; 1996; 2003; 2005; 2006; 2013	1991; 1999; 2000; 2008; 2020
desacoplamento recessivo	2006	1996;2009; 2014;2019; 2020	2018	2014; 2017; 2018	1996
Acoplamento expansivo	1993	-	2008	2010	1997; 2004; 2010; 2018
Acoplamento recessivo	1994;2015	-	-	1997; 1999	2002

Desacoplamento Negativo Recessivo	2002;2009; 2016	1994	-	1994; 1995; 2009	1995; 2017
Desacoplamento Negativo Fraco	1996;1997; 2007;2008; 2010;2011	1997;2005; 2007;2010; 2018	1996;1997; 1998; 2005;2007; 2010;2014	1998; 2020; 2021	1993; 1994; 1996; 1998; 2005; 2006; 2007; 2009; 2012; 2013; 2021
Desacoplamento Negativo Forte	1991;1995; 1998;2005; 2012;2014; 2018;2020	1991;1995; 1998;2002; 2006;2011; 2012;2013; 2015;2016	1991;1994; 1995;2002; 2004;2006; 2011;2012; 2019;2020	1991; 1992; 2002; 2007; 2008; 2011; 2012	2011; 2014; 2019

Fonte: Elaboração Própria.

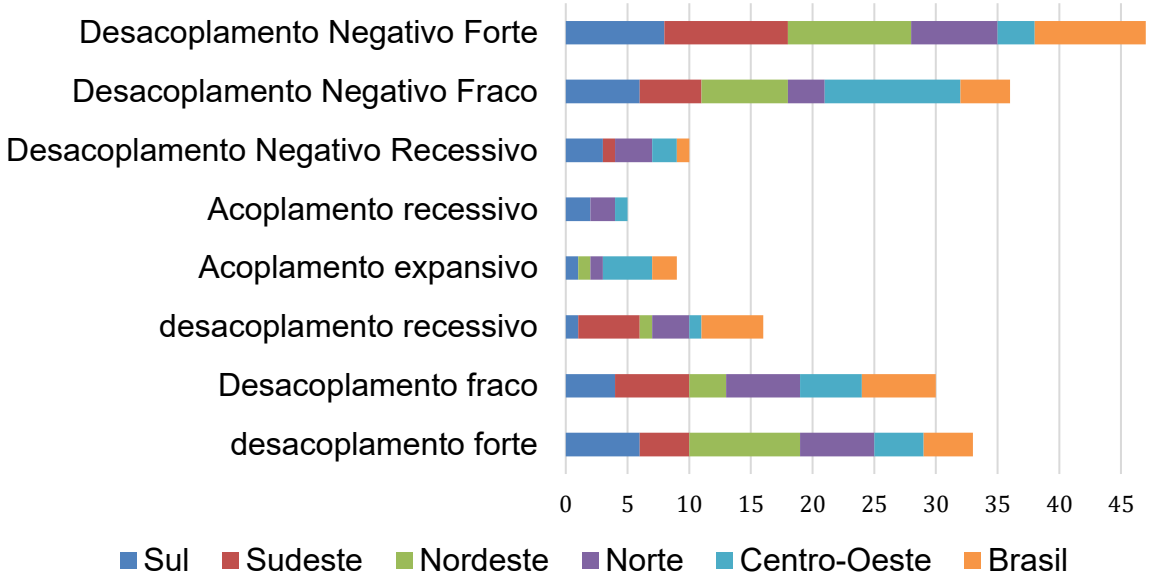
As outras três categorias interpretadas como favoráveis ou não prejudiciais para o cenário ambiental tiveram mais 42 classificações. O Desacoplamento Fraco contou com 24 dessas classificações, com destaque para as regiões Sudeste e Norte com 6 anos cada uma. A categoria de desacoplamento recessivo ocorreu por 11 vezes, sendo 5 delas somente no Sudeste. Por último temos o acoplamento expansivo com 7 registros, sendo 4 deles na região Centro-Oeste. Ao todo, essas categorias que são favoráveis e não prejudiciais para o cenário ambiental totalizaram 71 registros

considerando as 5 regiões, com destaque para 29 anos registrando o Desacoplamento Forte.

As quatro categorias restantes que são prejudiciais e aprofundam a relação predatória entre atividade econômica e o meio ambiente tiveram ao todo 84 registros. A pior categoria do índice de Tapio, onde ocorre a redução do PIB e o Aumento das emissões de GEE é chamada de Desacoplamento Negativo Forte, foi a que teve maior frequência e ocorreu por 38 anos dentre as 5 regiões, sendo 10 anos no Sudeste e 10 no Nordeste. A segunda categoria que mais ocorreu foi a de Desacoplamento Negativo Fraco com 32 aparições, sendo a região Centro-Oeste com 11 anos classificados nessa categoria a que apresentou maior quantidade. Ao longo do período, por 9 anos o índice foi classificado Desacoplamento Negativo Recessivo, ocorrendo a queda de ambos os indicadores, porém uma queda mais acentuada da taxa do PIB. Por último temos o acoplamento recessivo, categoria que não ocorreu quando analisado o Brasil na totalidade, mas na análise das regiões de forma isoladas ocorreu por 5 anos distintos, sendo 2 anos no Norte e no Sul e um ano no Centro-Oeste.

O gráfico 9 sumariza as informações contidas no quadro 1, organizando as oito categorias do índice de Tapio conforme a frequência de ocorrência por cada região brasileira ao longo do período estudado. É evidenciada a concentração nas categorias de Desacoplamento Negativo Forte, Desacoplamento Negativo Fraco, Desacoplamento Fraco e Desacoplamento Forte. Juntas essas 4 classificações concentram mais de 79% das observações regionais, restando menos de 21% para as outras 4 categorias do índice de Tapio. Dentre as posições com maior destaque, duas são marcadas por aprofundarem a pressão sobre recursos ambientais, sendo no desacoplamento negativo forte o pior cenário, no qual ocorre o aumento das emissões e a queda no PIB. Por outro lado, as outras duas classes mais frequentes no gráfico 9 são: Desacoplamento Forte e Desacoplamento Fraco. Em ambos os casos há uma melhora na relação entre as variáveis econômica e ambiental, sendo no primeiro caso há um aumento do PIB e redução de emissões e no segundo ambas as taxas aumentam, porém, o PIB cresce com maior ímpeto.

Gráfico 9- Distribuição do grau de desacoplamento entre as regiões brasileiras no período de 1991 até 2021



Fonte: Elaboração Própria.

A análise do Índice de Tapio entre 1991 e 2021 revela uma relação intricada entre o desempenho econômico e ambiental da indústria de transformação brasileira. Embora 17 anos tenham apresentado cenários favoráveis (desacoplamento forte e fraco), dentre as classificações regionais, predominou o desacoplamento negativo forte (aumento das emissões e queda do PIB), que ocorreu em 38 anos. A região Sudeste, núcleo industrial do país, destacou-se negativamente, com redução acentuada do PIB (-25,62%) e aumento das emissões (+35%), refletindo desafios estruturais. A região Centro-Oeste emergiu como exceção, com crescimento expressivo do PIB (+206,31%), porém associado a um aumento significativo das emissões (+199,22%), indicando expansão econômica insustentável. Os resultados evidenciam a necessidade de políticas que harmonizem desenvolvimento industrial e redução de impactos ambientais, priorizando setores de maior valor agregado e eficiência energética, além de incentivos regionais diferenciados para mitigar desigualdades e promover transições sustentáveis.

Há uma divisão entre os países no qual, aqueles com maior renda per capita exportam bens complexos, enquanto países com menor renda se especializam em bens intensivos em recursos naturais. Portanto, no longo prazo, uma mudança na pauta exportadora para produtos de alta tecnologia favorece o crescimento econômico (Herrera, Strauch e Bruno, 2021).

A trajetória da indústria no Brasil é marcada por uma mudança na sua estrutura, se direcionando a setores intensivos em recursos naturais e mão de obra e se afastando de setores mais tecnológicos e produtivos. Deste modo, a indústria nacional ao invés de estar ganhando complexidade está ficando a margem da fronteira tecnológica mundial e em decorrência da queda de produtividade o setor industrial tem perdido a capacidade de impulsionar outros setores na economia brasileira. (Neto, Silva e Severiano, 2022).

As análises sobre o desenvolvimento industrial brasileiro são, de forma ampla, pautadas pela discussão sobre o processo de desindustrialização e pelo papel da indústria para o desenvolvimento econômico do Brasil (Hiratuka e Sarti, 2015). Segundo Morceiro e Guilhoto (2023), o período de 1980 a 2018 foi marcado pela queda no valor adicionado da manufatura de 24,5% para 11,3% do PIB brasileiro, nessa mesma época, o setor de serviços expandiu sua participação no PIB principalmente com atividades de produtividade baixa e na informalidade. Essa redução de peso no PIB por parte do setor da indústria configura-se como um sinal negativo para o desenvolvimento econômico, pois, o setor manufatureiro atua como um motor da economia nacional produzindo inovações tecnológicas, gerando superávits comerciais, elevando a produtividade da economia e auxiliando no desenvolvimento regional.

Para Neto, Silva e Severiano (2022), as atividades industriais podem ser impulsionadoras do crescimento econômico nacional, visto que são capazes de gerar economias de escala. Portanto, buscando uma estratégia de desenvolvimento nacional, o país deve redirecionar investimentos do setor agrícola para atividades com valor agregado mais elevado e com retornos crescentes de escala, tal qual o setor industrial.

CONCLUSÃO

Esta dissertação investigou os graus de acoplamento e desacoplamento entre o crescimento econômico e as emissões de gases de efeito estufa no Brasil, utilizando o índice de Tapio aplicado aos setores agropecuário e da indústria de transformação entre os anos de 1991 e 2021. Os resultados obtidos indicam que, ao longo do período analisado, houve uma predominância de estados de desacoplamento fraco e desacoplamento negativo, refletindo um crescimento econômico ainda fortemente associado ao aumento das emissões de GEE.

A análise sobre o grau de desacoplamento entre o crescimento do PIB agropecuário e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil entre 1991 e 2021 mostra desafios para o avanço do setor em direção ao desenvolvimento sustentável. Os resultados demonstram que a expansão da produção agropecuária no Brasil continua fortemente associada ao aumento das emissões de GEE, evidenciando a necessidade de políticas públicas mais eficazes para promover um crescimento econômico que seja verdadeiramente sustentável.

O uso do Índice de Tapio permitiu identificar que, embora tenha havido alguns momentos de Desacoplamento Fraco, em grande parte do período o setor se comportou de maneira insatisfatória, especialmente nos casos de desacoplamento negativo forte e de Desacoplamento Negativo Recessivo. A comparação com outros países em desenvolvimento, como a China, indica que o investimento em tecnologias e a redução das emissões é fundamental para alcançar melhores resultados no futuro.

O setor da indústria de transformação brasileiro passou por diversas etapas distintas ao longo dos anos. Após o ano de 1991, ele ficou marcado pela redução de investimentos em decorrência da migração para o setor agropecuário ou para o mercado financeiro, deste modo, a indústria brasileira não foi capaz de se modernizar e aumentar sua produtividade.

Mesmo com esse cenário adverso para o setor industrial a análise do índice de Tapio evidenciou que seu desempenho foi equilibrado ao longo dos anos. Por 17 anos distintos o setor conseguiu apresentar desacoplamento fraco ou forte, de modo que

em ambos os casos há uma melhora na relação entre a variável econômica e ambiental. A avaliação é pior quando feita regionalmente, pois por 38 anos distintos foi registrado o estado de desacoplamento negativo forte, com aumento das emissões de GEE e redução no PIB. A região Sudeste é o núcleo industrial brasileiro e se destacou negativamente com uma redução de mais de 25,62% do PIB e um aumento de 35% nas emissões. A região Centro-Oeste, em decorrência da especialização em setores industriais intensivos em recursos naturais e matérias-primas, teve um crescimento de 206,31% no PIB, associado a um aumento de 199,22% das emissões de GEE.

O Brasil teve apenas a região Centro-Oeste com aumento significativo do PIB no período e essa expansão está diretamente atrelada a setores menos encadeados e menos tecnológicos da economia, destacando assim o potencial que o setor industrial tem para contribuir com melhoria em indicadores ambientais se houver o devido incentivo em concordância com o trabalho de Yong (2020). Deste modo, mesmo sem os investimentos necessários, e se especializando em ramos de baixa intensidade tecnológica, o setor da indústria de transformação foi capaz de ter um desempenho satisfatório quando analisado o conjunto das cinco regiões do Brasil.

Como limitação deste trabalho há a questão do uso da terra no Brasil. Segundo dados do portal SEEG, a agropecuária ou é responsável, ou se beneficia diretamente do desmatamento e conversão de uso da terra que ocorre no Brasil. Portanto, se as emissões de uso da terra para produção agropecuária estivessem inclusas, o setor agropecuário seria responsável por dois terços das emissões totais de GEE, podendo deste modo alterar o grau de acoplamento ou desacoplamento das emissões, outra dificuldade seria decompor as emissões industriais ao nível da CNAE 2.0 para compatibilizar as bases de dados econômica e ambiental.

Como recomendação para trabalhos futuros, além da inclusão da contagem do uso da terra no setor agropecuário, poderá ser feito a análise para o setor de serviços, bem como investigar quais os fatores que contribuem direta e indiretamente com os resultados já alcançados aliando o índice de Tapio com outras metodologias, tal qual o Log Mean Divisa Index.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-TAAI, Suaad Hadi Hassan. Green economy and sustainable development. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. p. 012007.

ANDREONI, Antonio; CHANG, Ha-Joon; ESTEVEZ, Isabel. 4. New Global Rules, Policy Space, and Quality of Growth in Africa. In: The Quality of Growth in Africa. Columbia University Press, 2019. p. 111-145.

ARAÚJO, Eliane; BRUNO, Miguel; PIMENTEL, Débora. Financialization against Industrialization: a regulationnist approach of the Brazilian Paradox. Revue de la régulation. Capitalisme, institutions, pouvoirs, n. 11, 2012. Disponível em: https://journals.openedition.org/regulation/9604#tocto1n5. Acesso em: 26/05/2025

BARBIER, Edward B. The green economy post Rio+ 20. Science, v. 338, n. 6109, p. 887-888, 2012.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Nova indústria Brasil – Nova indústria Brasil – forte, transformadora e sustentável : Plano de Ação para a Neoindustrialização 2024-2026 / Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), 1ª edição, revisada e atualizada. -- Brasília : CNDI, MDIC, 2025. 110p

BRUNDTLAND, Gro Harlem; COMUM, Nosso Futuro. Relatório Brundtland. Our Common Future: United Nations, p. 540-542, 1987.

BULLIS, K. A Plan B for climate agreements. MIT Technology Review, v. 117, n. 4, 2014. Disponível em: Um Plano B para os Acordos Climáticos | Revisão de tecnologia do MIT

DE QUEIROZ STEIN, Guilherme; JÚNIOR, Ronaldo Herrlein. POLÍTICA INDUSTRIAL NO BRASIL:: UMA ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PROPOSTAS NA EXPERIÊNCIA RECENTE (2003-2014). Planejamento e Políticas Públicas, n. 47, 2016.

DE TONI, Jackson. O déficit institucional da Política Industrial brasileira.2025

DING, Yang; LI, Feng. Examining the effects of urbanization and industrialization on carbon dioxide emission: evidence from China's provincial regions. Energy, v. 125, p. 533-542, 2017.

FINEL, Nufar; TAPIO, Petri. Decoupling transport CO2 from GDP. Finland Futures Research Centre, University of Turku, 2012.

GUERRA, Adriana Mandacaru et al. Nova política industrial para um novo mundo: aproveitando as oportunidades do Brasil na transição energética. 2025.

HABERL, Helmut et al. A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: synthesizing the insights. Environmental research letters, v. 15, n. 6, p. 065003, 2020.

HASEEB, Abdul et al. Financial development, globalization, and CO 2 emission in the presence of EKC: evidence from BRICS countries. Environmental science and pollution research, v. 25, p. 31283-31296, 2018.

HERRERA, William DM; STRAUCH, Julia CM; BRUNO, Miguel AP. Economic complexity of Brazilian states in the period 1997–2017. Area Development and Policy, v. 6, n. 1, p. 63-81, 2021. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23792949.2020.1761846. Acesso em: 27/05/2025

HIRATUKA, Célio; SARTI, Fernando. Transformações na estrutura produtiva global, desindustrialização e desenvolvimento industrial no Brasil: uma contribuição ao debate. Texto para discussão, n. 255, 2015. Disponível em: researchgate.net/profile/Celio-Hiratuka-2/publication/291137214_Transformacoes_na_estrutura_produtiva_global_desindustrializacao_e_desenvolvimento_industrial_no_Brasil_uma_contribuicao_ao_debate/links/569e3a4008ae16fdf07c41b8/Transformacoes-na-estrutura-produtiva-global-desindustrializacao-e-desenvolvimento-industrial-no-Brasil-uma-contribuicao-ao-debate.pdf. Acesso em: 25/05/2025

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Séries Históricas e Estatísticas. Disponível em: http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/

_____. Tabela 74 – Produção de origem animal, por tipo de produto. Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM). Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Brasília, 2022b. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74

_____. Tabela 5457 – Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor de produção das lavouras temporárias e permanentes. Produção Agrícola Municipal (PAM). Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Brasília, 2022a. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEADATA. Dados sobre o PIB Estadual (valor adicionado a preços básicos) - agropecuária (preços de 2010). Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx

JAKOB, Michael; STECKEL, Jan Christoph. How climate change mitigation could harm development in poor countries. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, v. 5, n. 2, p. 161-168, 2014. Disponível em: How climate change mitigation could harm development in poor countries - Jakob - 2014 - WIREs Climate Change - Wiley Online Library

JAKOBSEN, Ove; STORSLETTEN, Vivi ML. Beyond the green shift—Ecological economics. Borderology: Cross-disciplinary Insights from the Border Zone: Along the Green Belt, p. 173-183, 2019.

LE PRESTRE, Philippe. Protection de l'environnement et relations internationales: les défis de l'écopolitique mondiale. Armand Colin, 2005.

LE QUÉRÉ, Corinne et al. Drivers of declining CO2 emissions in 18 developed economies. Nature Climate Change, v. 9, n. 3, p. 213-217, 2019.

LIU, Ying; FENG, Chao. What drives the decoupling between economic growth and energy-related CO 2 emissions in China's agricultural sector?. Environmental Science and Pollution Research, v. 28, p. 44165-44182, 2021.

MAPBIOMAS. MAPBIOMAS, 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org/

MEADOWS, D. H. et al. The limits of growth. The Club of Rome's Project. [S.l.]. 1972

MENTEL, Grzegorz et al. Does renewable energy sector affect industrialization-CO2 emissions nexus in Europe and Central Asia?. Energies, v. 15, n. 16, p. 5877, 2022.

MERINO-SAUM, Albert et al. Unpacking the Green Economy concept: A quantitative analysis of 140 definitions. Journal of cleaner production, v. 242, p. 118339, 2020.

MIKHAYLOV, Alexey et al. Global climate change and greenhouse effect. Entrepreneurship and Sustainability Issues, v. 7, n. 4, p. 2897, 2020.

MORCEIRO, Paulo César; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Desindustrialização setorial e estagnação de longo prazo da manufatura brasileira, 2019. Disponivel em: Department of Economics- FEA/USP. Acesso em: 25/05/2025

MURSHED, Muntasir et al. Value addition in the services sector and its heterogeneous impacts on CO2 emissions: revisiting the EKC hypothesis for the OPEC using panel spatial estimation techniques. Environmental Science and Pollution Research, v. 27, n. 31, p. 38951-38973, 2020.

NETO, Aristides Monteiro; DE OLIVEIRA SILVA, Raphael; SEVERIAN, Danilo. Regional Deconcentration in Brazilian Economy: Putting some Lights on the Industrial Sector in the 19952018 Period. RPER, n. 62, p. 161-175, 2022. Disponível em: Visualização de Desconcentração Regional na Economia Brasileira: Colocando Luzes sobre o Setor Industrial no Período 1995-2018. Acesso em: 25/05/2025

OECD 2011 Towards Green Growth. A Summary for Policy Makers (Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development), 2011.

PATA, Ugur Korkut. The influence of coal and noncarbohydrate energy consumption on CO2 emissions: revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis for Turkey. Energy, v. 160, p. 1115-1123, 2018.

PEREIRA, William Eufrásio Nunes et al. Localização das aglomerações do setor industrial nas regiões Nordeste e Sudeste: uma análise comparativa nos governos FHC e Lula. Economia & Região, v. 9, n. 1, p. 5-20, 2021. Disponível em: Vista do Localização das aglomerações do setor industrial nas regiões Nordeste e Sudeste:uma análise comparativa nos governos FHC e Lula. Acesso em: 25/05/2025

POTENZA, Renata F. et al. Nota Metodológica SEEG Setor Agropecuario. 2023. Disponível em: https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/02/SEEG11-NM-AGRO.pdf

Ronsom, Silvia.; Vieira Filho, José Eustáquio; Amaral, Daniel. (2021). Ecossistema ágil de inovação no setor agropecuário brasileiro. Texto para Discussão. 10.38116/td2635. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10516/1/td_2635.pdf .

SANTOS, Patrick Leite; DA SILVA FILHO, Luís Abel. Policies of economic growth in Brazil and the spatial distribution of production. Revista de Estudos Sociais, v. 23, n. 46, p. 105-128, 2021. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8100042. Acesso em: 25/05/2025

SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima. Disponível em: http://seeg.eco.br

SOUAD, H. (2024). Alaiqtisad al'akhdar kahulin litahqiq altanmiat alaiqtisadia‘The green economy as a solution for sustainable development’. The Scientific Journal of King Faisal University: Humanities and Management Sciences, 25(1), 1–7. DOI: 10.37575/h/geo/230008

TAPIO, Petri. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. Transport policy, v. 12, n. 2, p. 137-151, 2005.

UNEP, 2011, Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers, www.unep.org/greeneconomy.

VEHMAS, Jarmo et al. Europe in the global battle of sustainability: Rebound strikes back? Advanced Sustainability Analysis. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, series discussion and working papers, v. 7, p. 2003, 2003.

WCED, Special Working Session. World commission on environment and development. Our common future, v. 17, n. 1, p. 1-91, 1987.

WIEDENHOFER, Dominik et al. A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part I: bibliometric and conceptual mapping. Environmental research letters, v. 15, n. 6, p. 063002, 2020.

Yong, L. Industrialization as the Driver of Sustained Prosperity; United Nations Industrial Development Organization: Vienna, Austria, 2020; Disponível

em: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-04/UNIDO_Industrialization_Book_web4.pdf