



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
ICIAG – INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO EIJI TANI

EMISSÕES DE GASES DE EFEITOS ESTUFA (GEE) NO ESTADO DE  
MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE POR MESORREGIÕES NO PERÍODO  
2000 A 2019

Uberlândia

2023

LEONARDO EIJI TANI

EMISSÕES DE GASES DE EFEITOS ESTUFA (GEE) NO ESTADO DE  
MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE POR MESORREGIÕES NO  
PERÍODO 2000 A 2019

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
Ambiental da Universidade Federal de  
Uberlândia como requisito parcial para  
obtenção do título de bacharel.

Área de concentração: Emissão gases de  
efeito estufa

Orientador: Daniel Caixeta Andrade

Uberlândia

2023

## Lista de Figuras

Figura 1. Gráfico de emissão de dióxido de carbono por contribuidor individual no período de 1750 até 2015. ....	13
Figura 2. Emissão de gases de efeito estufa em gigatoneladas no Brasil no período entre 1990-2021 Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) .....	16
Figura 3. Emissão de gases de efeito estufa por setor econômico no Brasil, em 2021... 17	
Figura 4. Emissões de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais no período de 1990 - 2021.....	24
Figura 5. Mapa de Mesorregiões no estado de Minas Gerais .....	25
Figura 6. Evolução emissão de CO <sub>2eq</sub> no Estado de Minas Gerais.....	28
Figura 7. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) por setor de atividade econômica no estado de Minas Gerais no ano de 2021. ....	29
Figura 8. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2000.....	30
Figura 9. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2019. Fonte: Dados do SEEG.....	31
Figura 10 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Noroeste de Minas no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	33
Figura 11 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Norte de Minas no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	33
Figura 12 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Jequitinhonha no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.....	34
Figura 13 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Vale do Mucuri no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	35
Figura 14 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	37
Figura 15 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Central Mineira no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	38
Figura 16 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	40
Figura 17 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Oeste de Minas no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	41

Figura 18 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Vale do Rio Doce no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	42
Figura 19 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Sul e Sudeste no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.....	43
Figura 20 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Campo das Vertentes no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019. ....	44
Figura 21 - Emissões de CO <sub>2eq</sub> (em toneladas) na mesorregião Zona da Mata no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.....	46
Figura 22 – Emissão de CO <sub>2eq</sub> (Mt) em relação do desenvolvimento do PIB de Minas Gerais .....	47

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Objetivos do Plano ABC para 2030 Fonte: Plano ABC, 2012 .....	21
Tabela 2. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2000.....	30
Tabela 3. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2019.....	31

# Sumário

<b>RESUMO</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	8
<b>CAPÍTULO 1: O BRASIL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES:</b> .....	10
<b>1.1. Mudanças Climáticas</b> .....	10
<b>1.2. Encontros Mundiais</b> .....	11
<b>1.3. Avaliação e Desempenho</b> .....	13
<b>1.4 Brasil frente às mudanças climáticas</b> .....	14
<b>1.5 Legislações brasileiras</b> .....	18
1.5.1 Política Nacional do Meio Ambiente.....	18
1.5.2 Lei de Proteção da Vegetação Nativa .....	19
1.5.3 Lei das Águas .....	20
1.5.4 Política Nacional sobre Mudança do Clima.....	20
1.5.5 Plano ABC .....	21
<b>CAPÍTULO 2: MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
<b>2.1 Minas Gerais:</b> .....	23
<b>2.2 Sistema de Estimativa de Emissão de Gases (SEEG)</b> .....	26
<b>2.3 Estratégia metodológica</b> .....	27
<b>CAPÍTULO 3: Resultados e Discussões</b> .....	28
<b>3.1 Minas Gerais</b> .....	28
<b>3.2 Emissão por Mesorregião</b> .....	32
3.2.1 <i>Noroeste de Minas</i> .....	32
3.2.2 <i>Norte de Minas</i> .....	33
3.2.3 <i>Jequitinhonha</i> .....	34
3.2.4 <i>Vale do Mucuri</i> .....	35
3.2.5 <i>Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba</i> .....	36
3.2.6 <i>Central Mineira</i> .....	37
3.2.7 <i>Metropolitana de Belo Horizonte</i> .....	38
3.2.8 <i>Oeste de Minas</i> .....	40
3.2.9 <i>Vale do Rio Doce</i> .....	41
3.2.10 <i>Sul e Sudoeste:</i> .....	42
3.2.11 <i>Campo das Vertentes</i> .....	44
3.2.12 <i>Zona da Mata</i> .....	45
<b>3.3 Relação Evolução do PIB e Histórico de Emissões de CO<sub>2</sub>eq</b> .....	46

<b>3.4 Medidas realizadas pelo Estado de Minas para conter as emissões de GEE:</b> .....	47
3.4.1 <i>Plano estadual de Enfrentamento de mudanças Climáticas.</i> ....	47
3.4.2 <i>Desmonte de fiscalização:</i> .....	48
3.4.3 <i>Cadastro Ambiental Rural</i> .....	49
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
<b>5. Referências Bibliográficas</b> .....	52

## RESUMO

Diante de agravamento das mudanças climáticas, este trabalho de conclusão de curso objetiva analisar as emissões históricas de gases de efeito estufa (GEE) frente ao desenvolvimento econômico no estado de Minas Gerais. A análise foi feita por mesorregiões, permitindo analisar as principais fontes econômicas e como elas vem influenciando para a emissão geral na região no período entre 2000 e 2019. A hipótese em que se baseia o trabalho é de um aumento nas emissões ao longo dos anos conforme as atividades econômicas evoluem. Por ser um estado heterogêneo e cuja estrutura produtiva é relativamente diversificada, os setores econômicos responsáveis pelas emissões variam nas mesorregiões, o que indica que uma política de redução deve levar em conta esta heterogeneidade regional. Em termos gerais de comparação entre os anos de 2000 e 2019, o estado não tem reduzido as quantidades de emissão de gases de efeito estufa. Já nas mesorregiões, observamos que a denominada Metropolitana de Belo Horizonte elevou suas emissões em 35,47% em relação ao primeiro ano do período, enquanto a mesorregião do Norte de Minas reduziu suas emissões gerais em 37,81%. Os setores de maior emissão para o ano de 2021 foram a agropecuária, mudanças do uso da terra e energia. De certa forma, o perfil emissor de Minas Gerais é similar ao perfil nacional, uma vez que as emissões estão majoritariamente concentradas em dois setores (mudança do uso da terra e agropecuária). Outra análise é que, realizando uma média de emissão ao longo do período, temos o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba como a região que mais emite GEE (25,6 milhões de toneladas anais) e Campo das Vertentes como a região com menores emissões (4,9 milhões de toneladas anuais). Apesar do grande volume de emissão causada pelo estado, pode-se notar que as ações para o combate de emissões são contraditórias, pois de um lado temos a implementação positiva de utilização de energias renováveis, visto a grande área disponível que possui para aportar tal fonte energética, mas de outro lado tem-se ações políticas que desestimulam a fiscalização e multa para infratores perante a lei. Por fim, durante o trabalho chegamos a conclusão de que o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) não tem uma correlação direta com o aumento do índice de emissão de gases de efeito estufa.

**Palavras-chave:** mudanças climáticas; emissões; gases de efeito estufa; Minas Gerais; mesorregiões.

## **Introdução**

Desde o século XIX, com o início da Revolução Industrial, o mundo vem em uma crescente ascensão em termos de desenvolvimento tecnológico. A partir deste marco histórico pudemos observar uma grande corrida para ter matéria-prima e energia, o que ocasionou uma grande ocupação do solo e uma exploração exacerbada. Ademais, tivemos o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) ao redor do mundo com a invenção da máquina a vapor. O problema da emissão de GEE é que isso vem agravando o efeito estufa e, por conseguinte, o fenômeno das mudanças climáticas, cujo principal sintoma é o aumento da temperatura média na superfície do planeta Terra.

Com esse grande avanço que tivemos, também vieram as consequências desse desenvolvimento, refletida na mudança climática. Após o começo do aumento de temperatura e mudança no comportamento do clima, concluiu-se a importância da discussão sobre mitigação, adaptação e reparação de danos e perdas.

Diante deste contexto, o presente trabalho objetiva analisar a emissão histórica de gases de efeito estufa (GEE) frente ao desenvolvimento econômico no estado de Minas Gerais. A análise será feita por mesorregiões, permitindo analisar as principais fontes econômicas e como elas vem influenciando para a emissão geral na região no período entre 2000 e 2019.

A hipótese em que se baseia o trabalho é de um aumento nas emissões ao longo dos anos conforme as atividades econômicas evoluem. Por ser um estado heterogêneo e cuja estrutura produtiva é relativamente diversificada, os setores econômicos responsáveis pelas emissões variam nas mesorregiões, o que indica que uma política de redução deve levar em conta esta heterogeneidade regional.

Dentro dessa proposta, o presente trabalho vai abordar em um primeiro capítulo o conceito de mudanças climáticas, os encontros mundiais e o desempenho frente às discussões, tanto mundialmente quanto no território brasileiro, além de apresentar a legislação do país para frear as mudanças climáticas.

No segundo capítulo são apresentados os métodos onde apresentamos dados de Minas Gerais, a divisão das mesorregiões, apresentação do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases (SEEG) e a estratégia de como organizaremos os dados tanto do SEEG, quanto do IBGE.

Em um capítulo terceiro temos os resultados e discussões, no qual veremos os dados de emissões focados no contexto de Minas Gerais, tanto de forma geral, quanto em forma segregada por mesorregiões. Em seguida, faremos breves considerações sobre as ações de combate ao avanço das mudanças climáticas no estado e o resultado de quais mesorregiões tiveram aumento e quais tiveram queda na emissão de dos gases de efeito estufa. As considerações finais resumem de forma sistematiza os resultados e apontam para as principais conclusões do trabalho.

O presente trabalho tem como objetivos específicos analisar de maneira regionalizada e setorializadas as emissões de gases de efeito estufa no estado de Minas Gerais. Através de uma separação de mesorregiões feita pelo IBGE em 1990, adentraremos nos principais setores econômicos sendo eles a agropecuária, mudança de uso do solo, processos industriais, energia e resíduos para entender o comportamento de emissão de GEE.

# **CAPÍTULO 1: O BRASIL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES:**

Este capítulo tem como objetivo contextualizar o evento de mudanças climáticas que ocorrem no mundo, apresentar os encontros mundiais que ocorreram para o combate ao aumento de temperatura e a tentativa de mitigar os impactos sobre a geração de gases de efeito estufa, além de mostrar a situação atual do Brasil frente aos encontros e nas leis internas que temos para o controle de emissão de gases que geram as mudanças climáticas.

## **1.1. Mudanças Climáticas**

O conceito de mudanças climáticas definido pela ONU diz respeito às transformações dos padrões de temperatura e clima ocorridas no longo prazo. Podem acontecer de forma natural por meio das variações no ciclo solar ou atividades vulcânicas. A partir do século XVIII, porém, as atividades humanas se tornaram grandes responsáveis pelas mudanças do clima no mundo, principalmente com o desenvolvimento de processos de produção que envolvem a queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural.

Segundo Silva (2015), a atmosfera é composta principalmente por vapor d'água e nitrogênio ( $N_2$ ), seguidos por concentrações de clorofluorcarbono (CFC), Ozônio ( $O_3$ ), metano ( $CH_4$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ) e o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), cada um em diferentes concentrações, sendo responsáveis por regular a temperatura da Terra na medida em que absorvem radiação infravermelha emitida pela superfície e irradiam novamente para ela. Porém, quando em condições de desequilíbrio, podem resultar em aquecimento global por meio do aumento de temperatura.

A partir da Revolução Industrial a concentração de GEE na atmosfera vem aumentando e concomitante a isso a temperatura da superfície do planeta vem crescendo no mundo. Segundo Carvalho (2022), o aumento de produção de  $CO_2$  no mundo foi de 103% entre os anos de 1990 e 2014. No período do pós 2ª Guerra Mundial houve uma grande aceleração da atividade econômica, gerando no mundo um questionamento sobre os impactos ambientais negativos causados pelo modo de produção capitalista. A partir

de meados do século XX houve um adensamento do debate ambiental, o que levou à formulação do conceito de desenvolvimento sustentável como reflexo das preocupações em assegurar as condições básicas para um desenvolvimento próspero das futuras gerações Sereno (2019).

O Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC) descreve no relatório de 2021 que o aumento da temperatura mundial cresceu 1,1°C em relação a parâmetros pré-industriais, indicando que as ações antrópicas são, de maneira inequívoca, causadoras das mudanças climáticas no mundo. Outro ponto importante levantado dentro do relatório e que vale a reflexão é de que se zerarmos as emissões de gases provenientes das ações humanas, teremos um aumento da temperatura mundial, entretanto inferior a 0,5°C, possivelmente aplicado até o ano de 2100.

## **1.2. Encontros Mundiais**

Vivemos em um mundo onde experimentamos um grande e progressivo aumento no consumo de bens e serviço, alimentados pela economia de consumo descontrolado de recursos naturais. No ano de 1987 tivemos a criação do Relatório de Brundtland pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMAD). De acordo com o relatório (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49), podemos entender o desenvolvimento sustentável como:

[...] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas.

A partir desta definição, serão apresentados os encontros mundiais que debateram sobre o tema de desenvolvimento sustentável, objetivando ter um maior equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente.

Em 1972, após anos da instauração da Revolução Industrial e a incansável luta por recursos naturais ao redor do mundo por parte dos países considerados como “elite”, por serem considerados como desenvolvidos, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou o primeiro encontro com líderes mundiais a fim de debater questões ambientais de maneira global. Esta reunião foi realizada em Estocolmo, Suécia, e ali já ficou claro o

embate em relação ao desenvolvimento dos países e a conservação do meio ambiente. De um lado, cientistas apontavam para a necessidade de arrefecimento da atividade econômica como forma de garantir a preservação ambiental. De outro, países desenvolvidos e em desenvolvimento dispostos a manter e até mesmo aumentar o ritmo de crescimento econômico.

Em seguida tivemos outros encontros mundiais como a ECO-92 em 1992, Rio+10 em 2002, Rio+20 em 2012 e o Acordo de Paris (2015), durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) em 2015. Durante a ECO-92 tivemos um marco importante construído, a Agenda 21, que segundo Gadotti (2008) é um plano estratégico visando um padrão de desenvolvimento conciliando a proteção ambiental com a justiça social e eficiência econômica.

As conferências de 2002 e 2012 tiveram os temas de desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza para o fortalecimento mundial da economia em harmonia com o meio ambiente. Apesar dos temas, porém, houve um esforço maior em avaliar as atividades propostas na Agenda 21 e o progresso em cada uma. Entretanto os resultados não foram muito animadores, resultando poucos avanços em relação aos encontros antecessores.

Posteriormente, em 2015, tivemos a Conferência do Clima realizada na cidade de Paris no qual deu a origem para o Acordo de Paris, no qual se apresenta como um documento assinado pela maioria dos países no mundo, visando combater o aquecimento global. Como objetivo do Acordo de Paris, podemos destacar três pontos principais. Assegurar um aumento de temperatura abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e prosseguir nas tratativas de limitar a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais. Para isso, os países devem envidar esforços para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Cada país apresentou suas metas voluntárias de redução, no Brasil temos a meta de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025 e 43% até 2030, em relação aos níveis de 2005. O segundo ponto a se destacar sobre o Acordo de Paris é que as partes devem desenvolver práticas de adaptação aos impactos climáticos e promover a resiliência do clima, de modo que não haja impactos na produção de alimentos. Por último, o evento foi importante para reafirmar uma meta de contribuição financeira estabelecida em 2009, o fundo financeiro que tem a finalidade de ser suporte para baixas emissões de gases de efeitos estufa e o desenvolvimento resiliente do clima, tinha como

premissa a mobilização de US\$ 100 bilhões até 2020, como em 2015 a meta não tinha sido atingida, postergaram para 2025.

### 1.3. Avaliação e Desempenho

Olhando a fundo para os encontros e propostas apresentadas ao longo deles, podemos perceber uma série de dificuldades entre os países presentes em relação aos seus interesses e à redução das emissões de GEE.

Observamos no gráfico abaixo a alteração dos níveis de emissão de dióxido de carbono desde o início do período industrial, até os dias atuais. O gráfico também evidencia que fatores econômicos mundiais afetam diretamente o nível de emissão, como observamos em 1929 com a Grande Depressão, em 1943 com a Segunda Guerra Mundial e em 1978 com o Choque do Petróleo. Salta aos olhos o aumento exponencial das emissões a partir de meados do século XX, quando o mundo como um todo passa por um período de grande afluência material, o que ficou conhecido na literatura econômica como “anos dourados” ou “grande aceleração” na literatura ambiental.

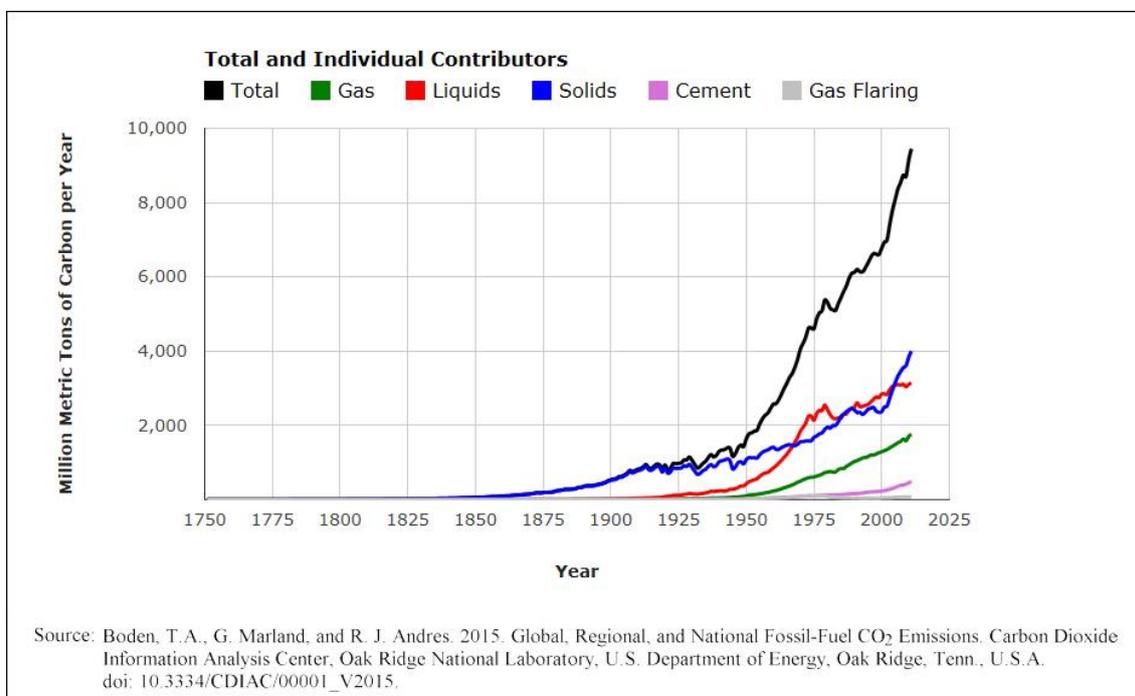


Figura 1. Gráfico de emissão de dióxido de carbono por contribuidor individual no período de 1750 até 2015.

Segundo Sereno (2022), uma ascensão do aumento de emissões não seria um problema. Porém o causador do problema em si é que o aumento de fluxo tem a

consequência de aumento de concentração na atmosfera (estoque), dada a capacidade de absorção desses gases na natureza (capacidade de resiliência da atmosfera). As concentrações de CO<sub>2</sub> passaram de 280 partes por milhão (ppm) para 420 ppm, as de CH<sub>4</sub> passaram de 700 partes por bilhão (ppb) para 1750 ppb e a concentração de N<sub>2</sub>O passaram de 275 ppb para 330 ppb nos anos de 1750 até 2011.

De acordo com Souza (2017) e pesquisas de Viola (2002; 2009; 2010), Viola & Basso (2016); Bueno Rubial (2016), dentre os anos de 1850 até 1990, países como Estados Unidos, Canadá, Japão, a Federação Russa e a União Europeia foram responsáveis por 80,94% das emissões de gases CO<sub>2</sub> na atmosfera, contra apenas 19,06% para os demais países no mundo, mostrando que a premissa para desenvolvimento de melhorias devem ser a partir desses responsáveis.

Ainda segundo Souza (2017), apesar do dióxido de carbono ser um grande problema para as questões climáticas, observamos que durante o período de 1990 e 2012, dentre os dez principais países, temos uma emissão acumulada incluindo o uso da terra e atividade florestal de quase metade (48,56%) concentrado em quatro países/regiões, sendo elas Estados Unidos (15,8%), China (14,9%), União Europeia (11,9%) e Federação Russa (5,9%).

Um ponto de evolução que podemos observar da criação do Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris é o aumento das fontes de emissão conforme o desenvolvimento de novas tecnologias, como por exemplo a forma como lidamos com o uso e ocupação do solo tem sido um fator de importância em relação ao regime passado.

#### **1.4 Brasil frente às mudanças climáticas**

No ano de 1997 tivemos a assinatura do protocolo de Kyoto, mas em apenas em 2005 o acordo começou a vigorar. O Brasil estava em período de desenvolvimento, situação que se encontra também atualmente. Dentro das negociações de Kyoto, os países em desenvolvimento, como o Brasil, ficaram desobrigados a assumir metas obrigatórias de redução de emissões.

Apesar de não ter compromissos fixos declarados até então, o Brasil em 2009, durante a Conferência das Partes de Copenhague, assumiu o compromisso voluntário de

redução entre 36,1% e 38,9% de CO<sub>2</sub>, o que a época era superestimada para o horizonte de 2030.

Como a Rio +10 ocorrida em Johannesburgo teve o objetivo de avaliar o andamento dos comprometimentos de cada país perante a Agenda 21, o Brasil começou a participar efetivamente assumindo compromissos oficiais perante a mitigação de mudanças climáticas no mundo apenas a partir do Acordo de Paris. Sendo assim, em setembro de 2015, o país se comprometeu originalmente em reduzir em 43% a emissão de gases de efeito estufa até 2030, tomando como base o ano de 2005, e com isso também anunciou que o país pretende tomar medidas para combater o desmatamento, principalmente o ilegal, da floresta Amazônica.

Segundo Aubertin (2021), o Brasil adotou metas para a redução de emissão para toda a economia, independente do apoio financeiro internacional, abstendo de apoio financeiro externo e abordando apenas a redução de emissão, não abordando diretamente a adaptação e prevenção de impactos. Outro ponto citado pelo autor é que o Brasil atuou de forma ambiciosa, mostrando que já atuava com baixas emissões de carbono na economia, com programa de biocombustíveis, redução no desmatamento (82% entre 2004 e 2014) e uma matriz energética sendo 40% de forma renovável.

Na Figura 2, retirado do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), mostra que apesar da queda expressiva no desmatamento a partir do ano de 2003, evidenciando também que os esforços prometidos tiveram um resultado positivo visível. Entretanto, podemos observar que os níveis de emissão vieram aumentando ao longo do tempo, principalmente no ramo da agricultura e da energia.

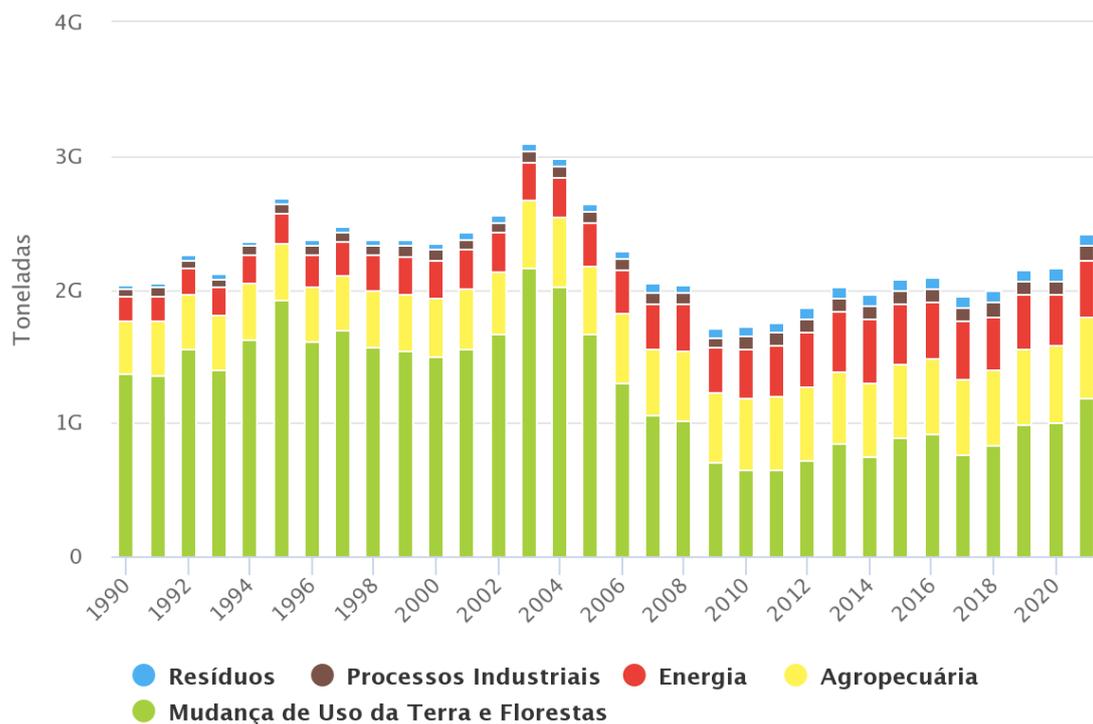
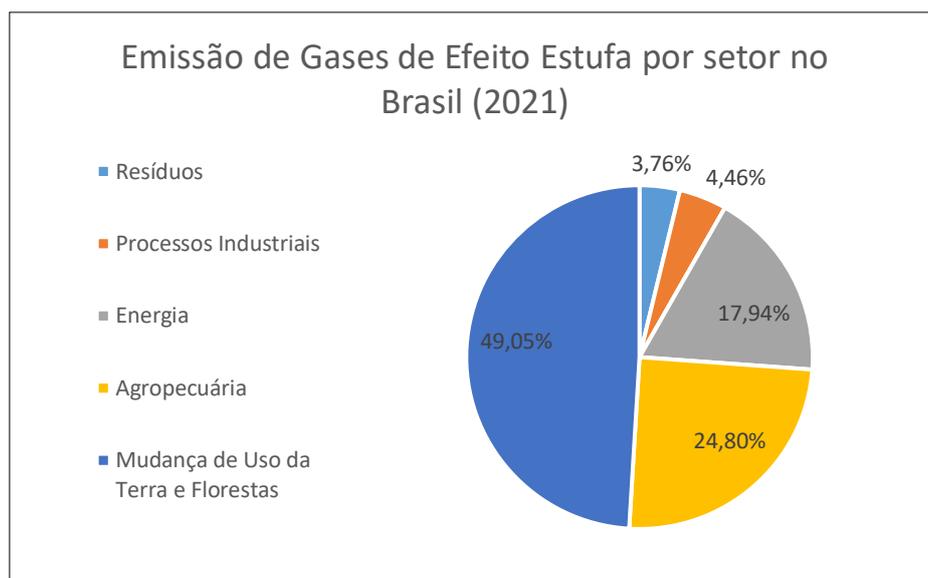


Figura 2. Emissão de gases de efeito estufa em gigatoneladas no Brasil no período entre 1990-2021  
 Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

Percebemos que a partir do ano de 2012 tivemos um novo aumento na quantidade de emissão dos gases de efeito estufa, sendo por conta do aumento novamente do desmatamento. Esse ponto se torna visível quando vemos que o setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas volta a crescer ao longo do tempo, o que junto com o setor de pecuária, no ano de 2021, representam cerca de 74% das emissões totais pelo país.

Na Figura 3 podemos observar a representatividade frente ao total emitido no ano de 2021 para cada setor.



*Figura 3. Emissão de gases de efeito estufa por setor econômico no Brasil, em 2021*

É inegável que o Brasil possui um papel importante no combate para às mudanças climáticas, sendo economicamente por meio da reestruturação do sistema econômico e junto com seus acordos e negociações em nível mundial. Porém, o mais tendo em vista o tema deste trabalho, possuímos uma grande relevância sustentável com a gama de recursos naturais que estão em nosso território, atrelado com o potencial de crescer economicamente de uma maneira que preservamos condições básicas para as gerações futuras prosperarem.

É de se reconhecer que todos os países emergentes tiveram um grande avanço econômico, pois apesar de terem diferentes níveis de crescimento, possuem características semelhantes como por exemplo níveis baixos e médios de desenvolvimento. Contudo, segundo Baumann (2010), o Brasil foi o país que mais se desenvolveu no quesito de serviços, partindo de 52,76% como parte do PIB de 1990, para 65,55% em 2008, correlacionando a uma queda no setor de agricultura e no setor industrial, aproximando o Brasil a padrões de países desenvolvidos.

Com o posicionamento a favor de contenção das mudanças climáticas, o Brasil aplicado algumas tratativas ao longo das últimas décadas com o objetivo de alcançar uma melhor gestão relacionada ao meio ambiente.

## 1.5 Legislações brasileiras

Nesta subseção são apresentados brevemente os principais marcos da institucionalidade ambiental brasileira.

### 1.5.1 Política Nacional do Meio Ambiente

Criada no ano de 1981, a Lei de nº 6.938, mais conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) foi usada de base no Art. 225 da Constituição Federal Brasileira:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 1988, Art. 225)

Dentro da Lei estão citados três componentes importantes para realizar o monitoramento e assegurar a qualidade do meio ambiente, sendo eles o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O SISNAMA atua como articulador dos órgãos e entidades que o compõem. Dentro do seu sistema, temos o Órgão Superior (Conselho do Governo); Órgão consultivo e deliberativo (CONAMA); Órgão central (Ministério do Meio Ambiente); Órgão executor (IBAMA e ICMBio); Órgãos seccionais implementando projetos dentro dos Estados; e Órgãos locais que fiscalizam e controlam as atividades em um âmbito Municipal.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente tem como função de atuar, de acordo com Brasil (1981), na assessoria, estudo e proposição de diretrizes e políticas governamentais ao meio ambiente e seus recursos naturais, além de elaborar, aprovar e acompanhar implementações da Agenda Nacional do Meio Ambiente propostas aos órgãos e ao SISNAMA, como recomendação.

O Ministério do Meio Ambiente tem como função descrita na Lei de “planejar, coordenar, supervisionar, e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente” (Brasil 1981).

O IBAMA como Órgão Executor tem como atribuição de “executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referente às atribuições federais, relativas ao

licenciamento ambiental, controle da qualidade ambiental, à autorização do uso de recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental, observadas as diretrizes emanadas do Ministério do Meio Ambiente.” (Brasil 2007). Além de fiscalizar e aplicar penalidades administrativas.

#### 1.5.2 Lei de Proteção da Vegetação Nativa

O primeiro Código Florestal brasileiro foi criado em 1934, em um período muito conturbado economicamente após a crise de 1929, que afetou a Europa, EUA e inúmeros países, inclusive o Brasil. Na época, o Brasil era uma economia agrária exportadora (café), mas já havia mobilização de forças produtivas e políticas para industrialização e diversificação da estrutura produtiva como forma de alavancar a economia nacional. Tais intenções foram razoavelmente atendidas pela Política de Substituição de Importação.

A partir disso tiveram a necessidade de regulamentar a extração de recursos naturais para que eles não se esgotassem, realizando uma exploração sustentável das florestas, protegendo as vegetações no âmbito público quanto no privado. Segundo Filho (2015) o código trazia conceitos sobre classificação das florestas, definindo infrações e seus processos para caso desrespeitem a Lei. Além disso, o documento levantou o conceito de área mínima preservada nos latifúndios privados, no qual foi estabelecido como 25% da área total da propriedade destinado para manter reservas florestais.

No ano de 1965 o Código Florestal passou por uma reformulação antes de chegar ao que conhecemos atualmente. A Lei nº4.771 elaborada em 15 de setembro de 1965 tinha como objetivo criar regras de proteção para propriedades privadas. Então assim definiu conceitos como Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) tem a função de preservação de locais sensíveis às ações humanas, preservando recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica e a biodiversidade, a fim de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora. Já a Reserva Legal (RL) é declarada como áreas de preservação de mata nativa dentro da propriedade ou posse rural. Para a Amazônia Legal a reserva precisava ser de no mínimo 80%, 35% para o Cerrado, 20% em Campos Gerais e 20% nos demais biomas.

O Código Florestal como conhecemos atualmente foi decretado em maio de 2012 como Lei nº 12.651. A criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) ajudou o Programa de Regularização Ambiental (PRA), pois, a princípio, permite que o governo monitore

não só a localização geoespacial da propriedade, mas também a situação de adequação ambiental das APPs e RL.

A nova Lei também veio para reforçar algumas ações, como a proporção de uma APP de acordo com a largura do rio, o que começa com uma restrição de uso em 50 metros a partir da nascente, pode chegar a 500 metros de mata ciliar caso o rio tenha uma largura maior do que 600 metros. Outro ponto é a concessão facilitada de crédito promovida pelo governo para propriedades adeptas ao PRA (Programa de Regularização Ambiental) e que cumpram as medidas protetivas previstas no Código Florestal de maneira integral.

### 1.5.3 Lei das Águas

Outro recurso importante presente na legislação brasileira é a Lei das Águas, Lei nº9.433 criada em 1997, conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Com o objetivo de promover uma utilização racional e integrada da água, a política tem instrumentos de regulação como o Plano de Recursos Hídricos para fundamentar e orientar a implementação da Lei perante o gerenciamento eficiente da água.

Segundo a própria lei, os planos de recursos hídricos podem ser considerados como planos diretores que buscam um balanço entre a disponibilidade e demanda futura da água, olhando tanto para quantidade e qualidade. Para isso, o plano tem metas de racionalização de uso, o processo de outorga, no qual é focado em monitorar a captação de água em propriedades privadas, por fim, temos as diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos.

### 1.5.4 Política Nacional sobre Mudança do Clima

No ano de 2009 foi promulgada a Lei nº 12.187, que versa sobre a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Criada no mesmo ano da COP 15, em Copenhague. Segundo Esper (2016), o plano embasou sua proposta nos seguintes eixos: 1 – Mitigação, 2 – Vulnerabilidade, impacto e adaptação, 3 – Pesquisa e Desenvolvimento, e 4 – Capacitação e divulgação, trazendo a ideia de um desenvolvimento econômico estruturado e buscando alcançar o desenvolvimento sustentável. Ademais, em seu artigo 3º cita novamente a atenção pelo controle ao desmatamento.

A implementação desta política fez com que o país estruturasse meios diferentes de mensuração e avaliação sobre a mudança do clima, criando a Rede-CLIMA (Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças de Climáticas Globais). Segundo Esper (2016), a Rede-CLIMA tem a responsabilidade de propor e coordenar um novo sistema de observações de mudança de clima, pois como o próprio IPCC elucida, o Brasil possui um regime diferente de emissão de GEE (gases de efeito estufa). Enquanto países desenvolvidos tem uma grande fonte proveniente de queima de combustíveis fósseis, o Brasil tem um contingente importante pela mudança do uso da terra (desmatamento).

#### 1.5.5 Plano ABC

O país também instaurou, quase de forma simultânea, o Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) utilizado como instrumento usado pelo governo como parte da PNMC. Segundo Aubertin (2021), o plano tem como objetivo garantir melhoria contínua no setor agrícola, visando reduzir consideravelmente as emissões no setor agropecuário. Porém, as metas que foram estipuladas para o ano de 2020 tiveram seu prazo prorrogado para o ano de 2030.

Além de trazer premissas de desenvolvimento sustentável, o plano também chamou atenção internacional como possível modelo a ser seguido. Segundo Esper (2016), como previsto na Lei para que haja a mitigação através de aplicações de tecnologias que mantém a produção de uma maneira que se impacta menos o meio ambiente, isso chama a atenção dos países desenvolvidos por interesse em tais tecnologias ao mesmo tempo que serve de exemplo para países em desenvolvimento.

Na Tabela 1 temos os objetivos selecionados para o Plano ABC que vigora até 2030:

Processo Tecnológico	Compromisso (aumento de área/uso)	Potencial de Mitigação (milhões Mg CO <sub>2</sub> eq)
<b>Recuperação de Pastagens Degradadas</b>	15 milhões ha	83 a 104
<b>Integração Lavoura-Pecuária-Floresta</b>	4 milhões ha	18 a 22
<b>Sistema Plantio Direto</b>	8 milhões ha	16 a 20
<b>Fixação Biológica de Nitrogênio</b>	5,5 milhões ha	10
<b>Florestas Plantadas</b>	3 milhões ha	-
<b>Tratamento de Dejetos de Animais</b>	4,4 milhões ha	6,9
<b>Total</b>		133,9 a 162,9

*Tabela 1. Objetivos do Plano ABC para 2030  
Fonte: Plano ABC, 2012*

De forma geral, essas são as principais leis que regem em termos de água e do uso da terra disponível no país. Mais à frente veremos algumas ações focadas em Minas Gerais, que assim como cada estado, buscam criar leis e ações que contemplam a lei prevista para o Estado.

## **CAPÍTULO 2: MATERIAL E MÉTODOS**

Este capítulo tem como objetivo apresentar o caminho metodológico percorrido neste trabalho. Iniciamos com uma apresentação de nossa área de estudo, qual seja, o estado de Minas Gerais. Apresentaremos o Sistema de Estimativa de Emissão de Gases, no qual coletamos os dados bases para a pesquisa e finalizaremos com a estratégia metodológica.

### **2.1 Minas Gerais:**

Localizado na região Sudeste do Brasil, o Estado de Minas Gerais possui um território de 586, 515 km<sup>2</sup>, possuindo o quarto maior território do país, ficando atrás dos estados do Amazonas, Pará e Mato Grosso. Do ponto de vista populacional, abriga a segunda maior população do país (20.578.718 segundo dados de 2022 do IBGE), ficando atrás apenas de São Paulo, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Como uma das primeiras atividades econômicas do estado, a mineração de ouro e diamante teve uma grande importância, trazendo muita riqueza para a região. Com o tempo foi alterando o padrão econômico, até que no século XVIII deu espaço para a agricultura, pecuária e produção de café, por conta de seu solo com grande aptidão agrícola, com pouca suscetibilidade à erosão. Por fim, no século XX começaram a aparecer o setor de indústrias têxtil, siderúrgica e metalúrgica através da grande evasão das indústrias da região metropolitana de São Paulo, atrelado ao desenvolvimento tecnológico na região.

Hoje, em termos de setores econômicos, podemos considerar Minas Gerais um dos principais produtores de ferro do mundo, com uma grande participação na agropecuária, através da produção de café, leite, carne bovina etc., tendo também uma indústria com destaque para a siderurgia e metalurgia, além de ter uma grande expressão no ramo de energia com as hidrelétricas e no setor de serviços através do turismo e comércio.

Do ponto de vista dos impactos ambientais, este trabalho foca apenas as emissões de gases de efeito estufa (GEE). A Figura 4 contém dados retirados do SEEG, podemos observar o histórico de emissões de CO<sub>2</sub> separado por setor.

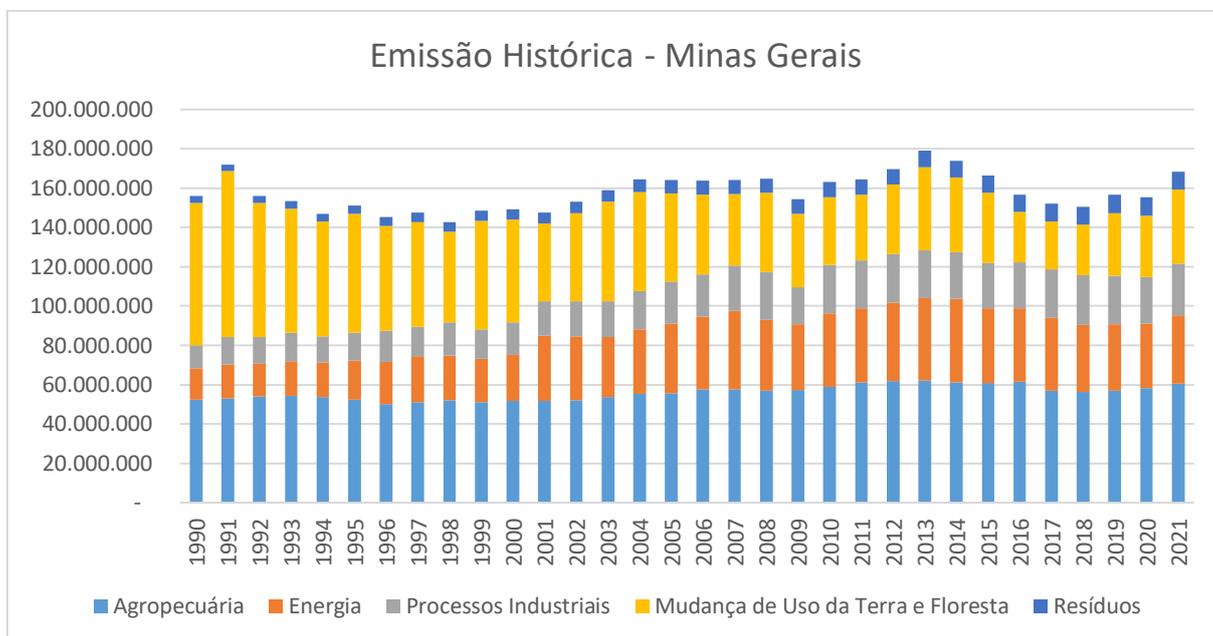


Figura 4. Emissões de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais no período de 1990 - 2021

Podemos observar que nos anos 1990, a mudança e uso da terra era bastante significativa, acompanhada pela agropecuária. Entretanto, com o passar dos anos, percebemos uma redução na participação do uso da terra, abrindo espaço para o setor de energia através do transporte e um crescimento também na emissão por processos industriais. A agropecuária em si se manteve estável durante o passar dos anos de 1990 até 2021.

O estado conta com 853 municípios, subdivididos em doze mesorregiões de acordo com a regionalização do IBGE em 1990, sendo elas: Campo das Vertentes, Central Mineira, Jequitinhonha, Metropolitana de Belo Horizonte, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Oeste de Minas, Sul e Sudeste de Minas, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce e Zona da Mata.

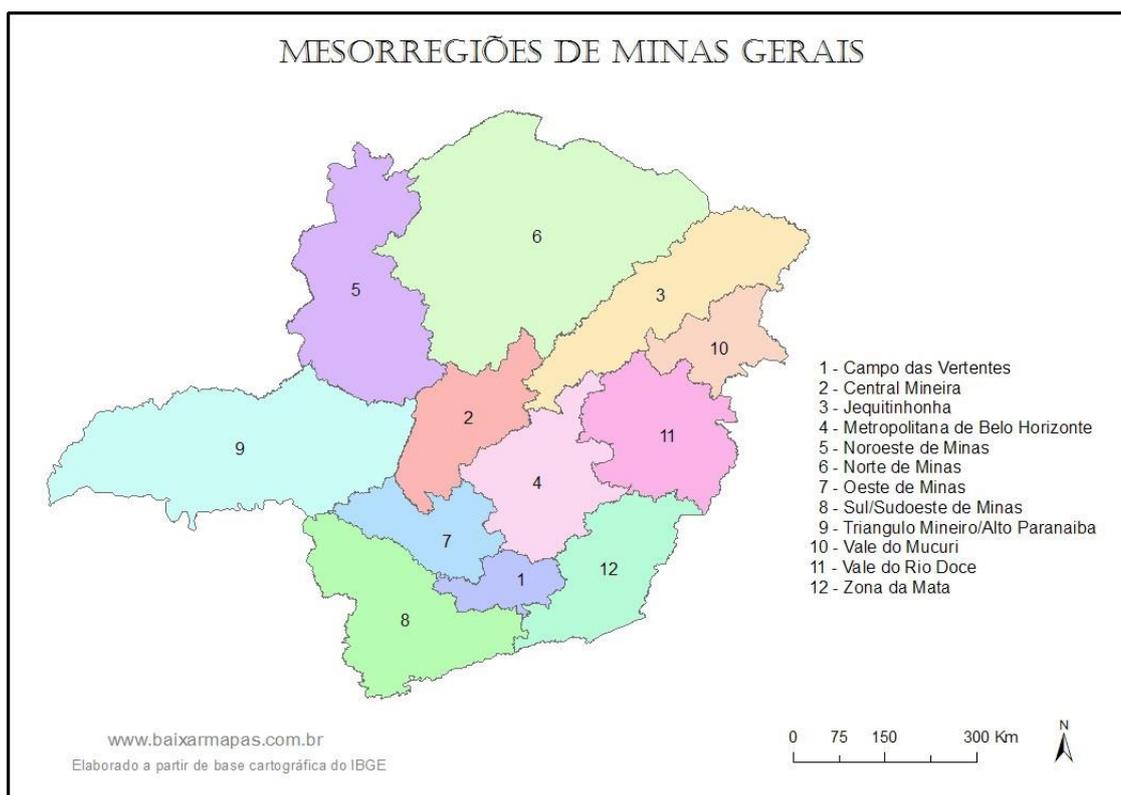


Figura 5. Mapa de Mesorregiões no estado de Minas Gerais

Segundo a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, o grande centro econômico e político administrativo do estado se localiza na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. Nela temos o destaque de uma região industrializada heterogênea nos ramos de metalurgia, têxtil, alimentar, minerais não-metálicos, material de transporte, extração mineral e siderurgia. Entretanto o maior destaque é a atividade mineradora-industrial com empresas como Vale do Rio Doce, Belga Mineira e Açominas.

Outra região destaque é a do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, nela, de acordo com a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, o crescimento econômico advém pela proximidade ao estado de São Paulo. A região do Triângulo sofreu fortes influências da desconcentração do parque industrial paulista, entrelaçado com atividades de uso e ocupação do solo e uma significativa presença da pecuária e criação de aves. O Alto Paranaíba se destaca pela modernização da agricultura e atividades relacionadas a fertilizantes.

A mesorregião Sul e Sudeste de Minas também tem seu destaque significativo na presença das lavouras de café, pela presença da estrada Fernão Dias que liga Belo Horizonte e São Paulo, além de ser uma área muito rica em recursos naturais. As demais

mesorregiões têm participações de acordo com a influência das maiores ao seu lado, tendo a maioria delas como a principal atividade agropecuária e agricultura, enquanto outras possuem indústrias, ou como a região de Juiz de Fora que tem seu destaque em siderúrgicas e atividades no ramo moveleiro.

## **2.2 Sistema de Estimativa de Emissão de Gases (SEEG)**

Criado a partir de uma iniciativa do Observatório do Clima no ano de 2013, tem como objetivo principal levantar uma estimativa de produção de gases de efeito estufa (GEE) de forma anual, trazendo análises e visualizações de dados de forma objetiva e clara para a população.

O SEEG utiliza das mesmas diretrizes do Painel Intercontinental de Mudanças Climáticas (IPCC). Atuando de forma nacional, estadual e municipal, em conjunto com outras organizações, a ferramenta se torna uma fonte de dados importantes para o monitoramento dos gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e HFCs, em cinco diferentes setores (Agropecuária, Energia, Mudanças de Uso da Terra, Processos Industriais e Resíduos), cobrindo um período de 1970 até 2021.

Entrando um pouco nos setores de emissão, a agropecuária contabiliza emissões provenientes da digestão de rebanhos de animais ruminantes, tratamento e disposição dos dejetos dos animais, cultivo de arroz no regime irrigado, queimada de resíduos agrícolas e pela forma como os solos são manejados. Já no setor de energia temos a emissão de gases provenientes da queima de combustíveis e atividades que necessitam de força motriz, como indústrias, transporte e geração de eletricidade.

No setor de Resíduos temos foco em áreas como a disposição final dos resíduos sólidos, efluentes líquidos domésticos e industriais, incineração ou queima a céu aberto e o tratamento biológico de resíduos sólidos. Para Mudança e Uso da Terra, temos a mensuração na alteração de uso da terra, remoção em áreas protegidas, remoção da vegetação, carbono orgânico no solo e resíduos florestais.

Através da plataforma do SEEG obteremos os dados relacionados ao estado de Minas Gerais. A partir deles foi feita uma análise sobre a evolução do perfil de emissão de GEE para a atmosfera, no qual tem o potencial de agravar as mudanças climáticas no mundo, sendo possível ter uma noção do impacto causado de acordo com as atividades econômicas de cada área citada acima<sup>1</sup>.

Importante ressaltar que os dados captados foram disponibilizados pela plataforma no formato de CO<sub>2</sub>eq. Uma métrica que possibilita agregar dados de outros gases poluidores e relevantes nos impactos ambientais, de forma que, trabalhemos como valores equivalentes aos níveis de CO<sub>2</sub>, através de uma proporção.

### **2.3 Estratégia metodológica**

A pesquisa foi realizada de forma indutiva e qualitativa em relação ao comportamento de desenvolvimento econômico do estado de Minas Gerais e a emissão de CO<sub>2</sub> gerada até os dias atuais, dividindo por mesorregiões.

Os dados de gases de efeito estufa foram obtidos através do SEEG de acordo com o período de 2000 até 2019, enquanto os dados econômicos foram captados através do IBGE, para assim serem cruzados de acordo com os setores aplicados e desenvolvimento do PIB da cidade.

Serão apresentados gráficos com compilados de informações levantadas a partir das plataformas e com base neles, será realizado uma análise crítica de acordo com o tema do atual trabalho, o desenvolvimento econômico e a emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera, abordando uma reflexão se nossas ações reduzem ou ampliam a situação atual de mudanças climáticas de acordo com as metas mundiais de redução apresentadas na introdução.

---

<sup>1</sup> Importante salientar que os dados de emissões estaduais da base de dados SEEG estão disponíveis para o período de 1990-2021. Já os dados municipais, usados para analisar as emissões por mesorregiões, estão disponíveis para o período 2000-2019.

## CAPÍTULO 3: Resultados e Discussões

Este capítulo tem por objetivo apresentar os resultados deste trabalho. Iniciamos a discussão com uma apresentação das informações coletadas em nível estadual. Em seguida, a análise será feita por mesorregiões.

### 3.1 Minas Gerais

No ano de 2021, o Estado de Minas Gerais, ocupava o ranking de terceiro maior Estado em termos de emissão de gases CO<sub>2</sub>, ficando atrás do Rio de Janeiro e São Paulo. Com uma emissão total bruta de 168,2 megatoneladas de CO<sub>2</sub>, sendo dividida entre os setores de energia, uso do solo, agropecuária, resíduos e indústria.

Na imagem abaixo podemos notar que o ano de 2021 foi o quinto maior ano de emissão de CO<sub>2</sub>eq, desde o ano de 1990, se acordo com o Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

EMISSIONES TOTAIS ALOCADAS NO ESTADO DE 1990 A 2021 (MtCO<sub>2</sub>e)

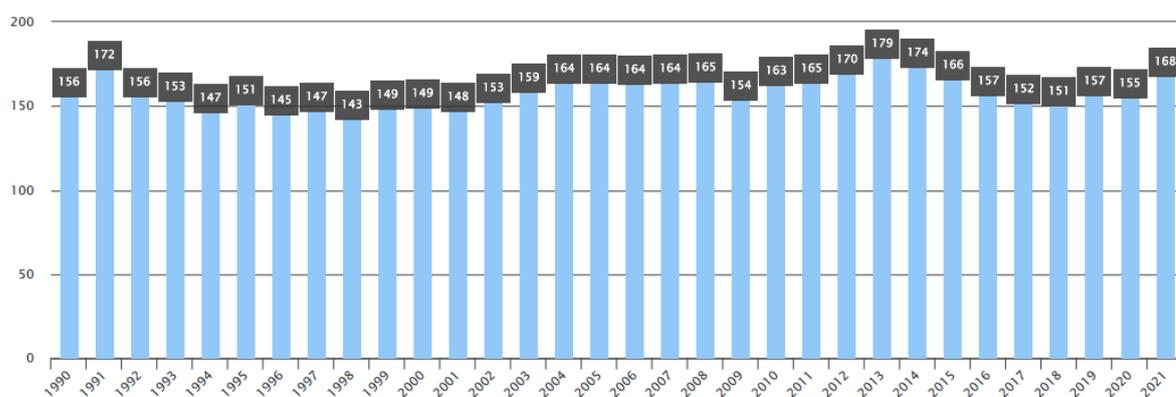


Figura 6. Evolução emissão de CO<sub>2</sub>eq no Estado de Minas Gerais

Em 1990, primeira medição, foi constatado que o maior emissor de CO<sub>2</sub> para o meio ambiente era o uso e ocupação do solo, junto com a agropecuária. Porém, com o passar dos anos, as fontes de emissão dentro do Estado de Minas Gerais foram mudando.

Podemos ver na Figura 7 abaixo que o setor da agropecuária lidera o ranking de emissão de gases de efeito estufa por setores, seguido pela mudança do uso da terra e pela energia no ano de 2021. O setor de energia é um destaque importante diante do

desenvolvimento do setor de transportes e serviços, e a indústria por meio da produção de metais, através das siderúrgicas e metalúrgicas. Ademais vale notar o setor de resíduos que apesar de ser um tema importante na preservação do meio ambiente, acaba ocupando o último lugar do ranking

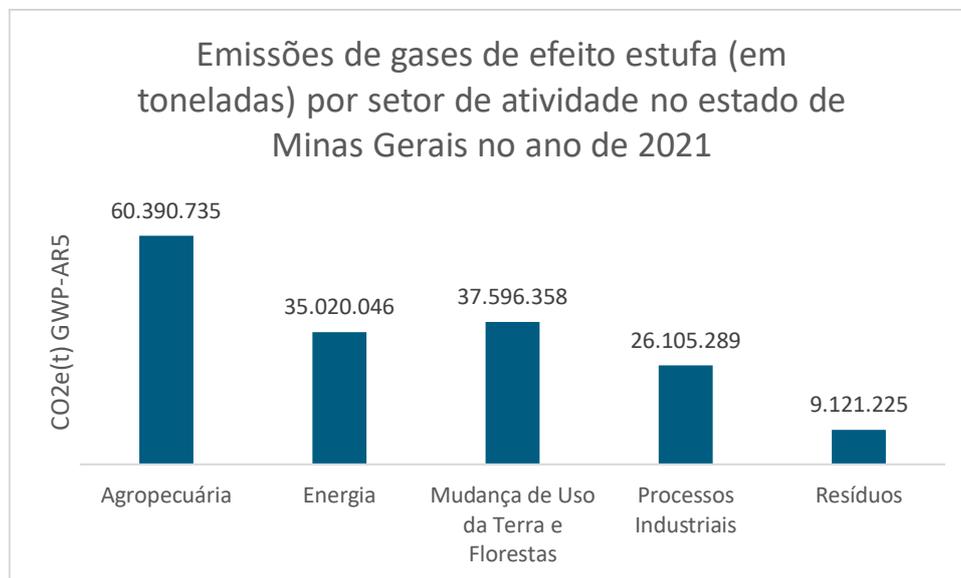


Figura 7. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) por setor de atividade econômica no estado de Minas Gerais no ano de 2021.

Segundo dados do IBGE, para entendermos o aumento na quantidade de emissão de CO<sub>2eq</sub> no ano de 2021, no setor de energia é preciso verificar alguns outros indicadores do estado. No ano de 2006, por exemplo, Minas Gerais possuía cerca de 4,8 milhões de automóveis, número que passou para 12,5 milhões no ano de 2021. Um fator que pode explicar esse aumento na quantidade é o aumento do rendimento mensal domiciliar per capita, o que em 2012 era de R\$854, no ano em questão temos uma renda de R\$1.325.

Ao analisar a base de dados da plataforma SEEG, observamos que o período de dados de tratamento de dados por setor foi declarado do ano 2000 até o ano de 2019. Sendo assim, quando entramos no detalhe e entendendo a emissão de acordo com mesorregiões, os anos predecessores ao ano 2000 e posteriores a 2019 não entraram na análise deste ponto para frente.

No ano 2000 tínhamos o cenário de que a mesorregião que havia a maior emissão de gases de efeito estufa era a do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba com 23,7 milhões de toneladas (16,93% do total emitido no estado), seguido pela Metropolitana de Belo Horizonte com 20,1 milhões de toneladas (14,36% do total emitido no estado) e o Norte de Minas com 19,7 milhões de toneladas (14,03% do total emitido no estado).

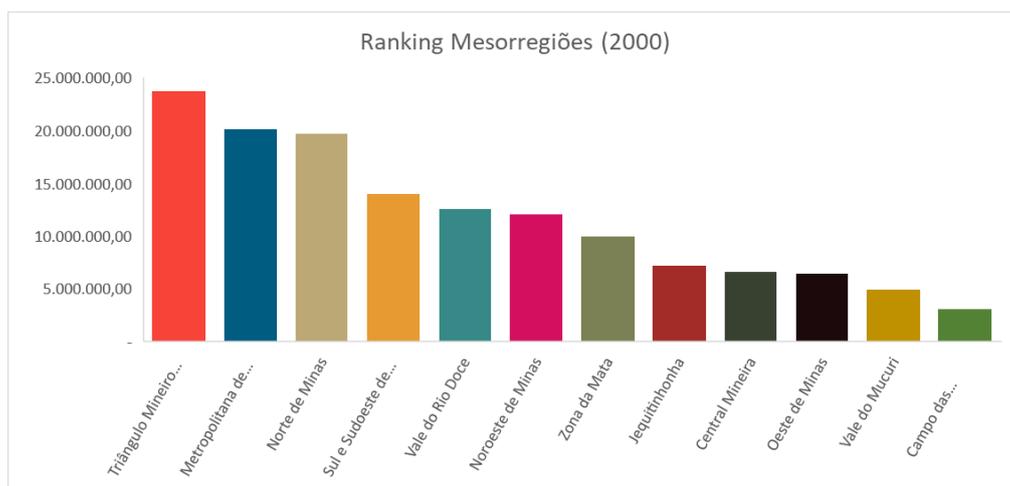


Figura 8. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2000.

Fonte: Dados do SEEG.

Mesorregiões	Total Geral	%
Noroeste de Minas	12.045.455,52	8,58%
Norte de Minas	19.701.569,75	14,03%
Jequitinhonha	7.150.949,56	5,09%
Vale do Mucuri	4.925.574,58	3,51%
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	23.764.987,11	16,93%
Central Mineira	6.633.661,80	4,73%
Metropolitana de Belo Horizonte	20.153.625,30	14,36%
Vale do Rio Doce	12.555.481,92	8,94%
Oeste de Minas	6.432.244,60	4,58%
Sul e Sudoeste de Minas	14.000.957,49	9,97%
Campo das Vertentes	3.086.411,25	2,20%
Zona da Mata	9.934.525,36	7,08%
Total	140.385.444,24	100%

Tabela 2. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2000.

Fonte: Dados SEEG

Quando observamos o ranking de emissão das mesorregiões para o ano de 2019, notamos que tivemos uma alteração no ranking de emissões. Primeiramente a mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte lidera o ranking de emissões com 27,3 milhões de toneladas (19,68% do total do estado), seguidos pelo Triângulo Mineiro com 25,1 milhões de toneladas (18,11% do total do estado) e um pouco mais distante o Vale do Rio Doce com 15,3 milhões de toneladas (11,03% do total do estado).

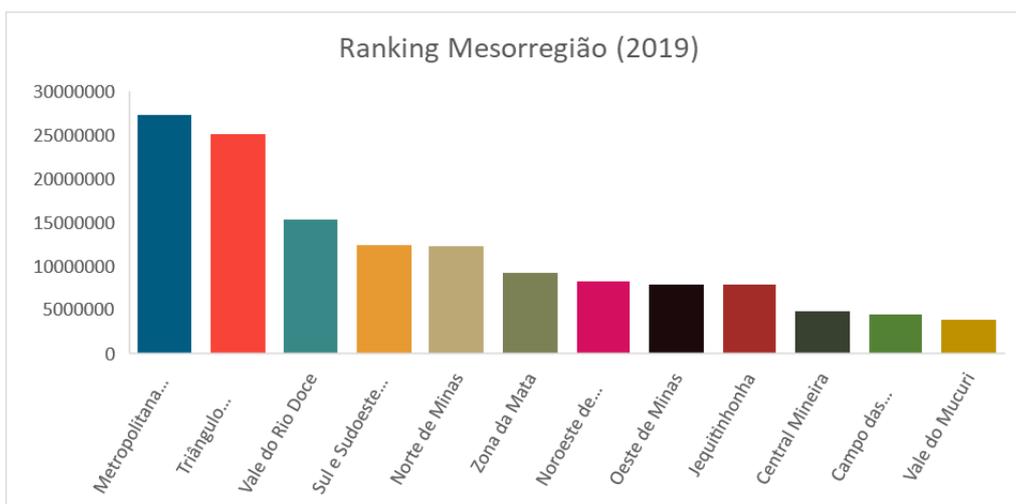


Figura 9. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2019.

Fonte: Dados do SEEG.

Mesorregiões	Total Geral	%
Noroeste de Minas	8.229.541,84	5,93%
Norte de Minas	12.251.511,62	8,83%
Jequitinhonha	7.853.169,63	5,66%
Vale do Mucuri	3.872.413,02	2,79%
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	25.123.779,54	18,11%
Central Mineira	4.812.903,90	3,47%
Metropolitana de Belo Horizonte	27.304.006,62	19,68%
Vale do Rio Doce	15.298.268,51	11,03%
Oeste de Minas	7.889.791,79	5,69%
Sul e Sudoeste de Minas	12.408.670,14	8,95%
Campo das Vertentes	4.451.247,91	3,21%
Zona da Mata	9.211.497,95	6,64%
Total	138.706.802,48	100%

Tabela 3. Emissão de gases de efeito estufa (em toneladas) no estado de Minas Gerais por mesorregião no ano de 2019.

Fonte: Dados SEEG

Em termos gerais, tivemos uma emissão maior no ano de 2000, quando somamos todas as mesorregiões, totalizando 140 milhões de toneladas, em relação ao ano de 2019, no qual temos uma emissão total de 138 milhões de toneladas.

Podemos reparar uma boa distinção dentre os resultados de emissão de cada mesorregião. Um ponto a ser levantado é a questão do desenvolvimento econômico, pois aquelas áreas onde temos uma maior industrialização, possuem a maior concentração de pessoas e por consequência as atividades econômicas acabam gerando uma maior emissão.

Segundo dados apurados no IBGE, a população estimada, apenas para Belo Horizonte, é de aproximadamente 2.530.701 pessoas vivendo na metrópole, ocupando o primeiro lugar no ranking do PIB do Estado de Minas Gerais. Enquanto o segundo lugar fica com Uberlândia, localizado na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com uma população de aproximadamente 706.597 pessoas.

## **3.2 Emissão por Mesorregião**

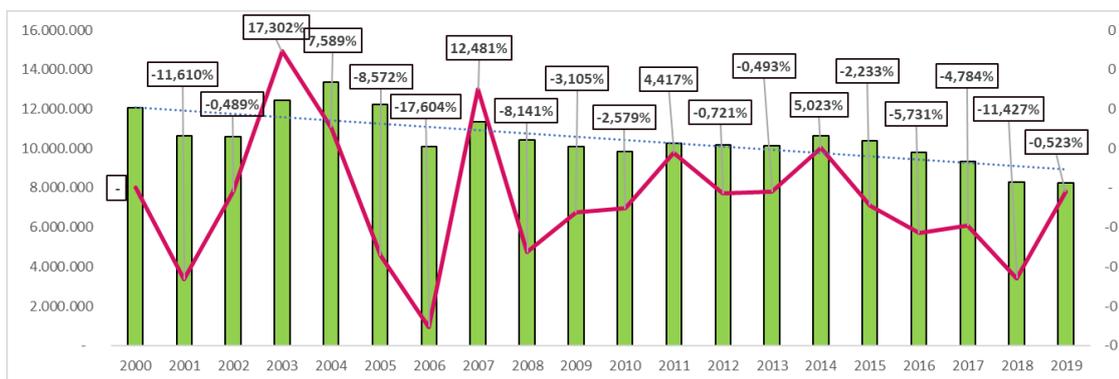
### *3.2.1 Noroeste de Minas*

Começando pelo Noroeste de Minas, historicamente a região teve sua economia baseada na agropecuária, com destaques na produção de leite, café feijão, milho e algodão, além do setor de serviços possuindo um grande potencial turístico e presença no comércio varejista da região. No entanto, a região sofre com a baixa escolaridade e a escassez de recursos financeiros, além de ser uma região com uma baixa densidade populacional, apresentando cidades de porte médio.

Podemos perceber no Figura 9 abaixo que tivemos uma redução no histórico de emissões dentro da mesorregião. Com o maior pico no ano de 2003, o ano representou 6,36% do emitido ao longo dos anos, enquanto em 2019 temos a representatividade de 3,91% do total emitido ao longo dos anos, tendo o maior setor emissor a agropecuária, seguido pela mudança e uso da terra.

No ano 2000, temos cerca de 61,77% das emissões de gases de efeito estufa pelo setor de mudança do uso da terra, significando o de maior emissão dentre os 12 milhões de toneladas emitidos no ano. Enquanto em 2019 tivemos a agropecuária como principal setor com 58,54% representa do total de emissões. Comparando dois períodos totais, temos uma diferença de 3,8 milhões de toneladas de gases de efeito estufa, significando uma taxa de crescimento de -1,56% ao longo do período de 2000 a 2019.

Figura 10 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Noroeste de Minas no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

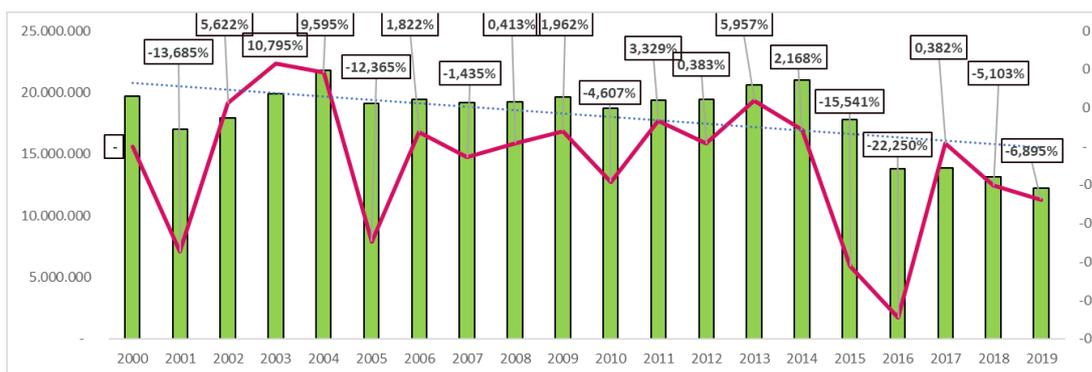
### 3.2.2 Norte de Minas

A parcela que mais se destaca economicamente dentro da mesorregião é o setor da agropecuária, pois possui uma grande área para pastagens naturais, o que propicia a criação de gado de corte e leiteiro. Em seguida vemos a presença da mudança e uso da terra que se dá pela produção de grãos como milho, feijão, soja e café.

Analisando o período partindo de 2000 até o ano de 2019, o maior pico de emissão se deu no ano de 2004 com 21,8 milhões de toneladas e um mínimo de emissão de 12,3 milhões de toneladas, representando uma taxa média de crescimento de  $-1,973\%$  dentro do período de abrangência.

Nos anos 2000 temos o setor de Mudança de Uso da Terra como o principal emissor com  $64,29\%$  das emissões totais, enquanto em 2019 o principal setor foi a agropecuária com  $44,17\%$  do total de emissões.

Figura 11 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Norte de Minas no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.3 Jequitinhonha

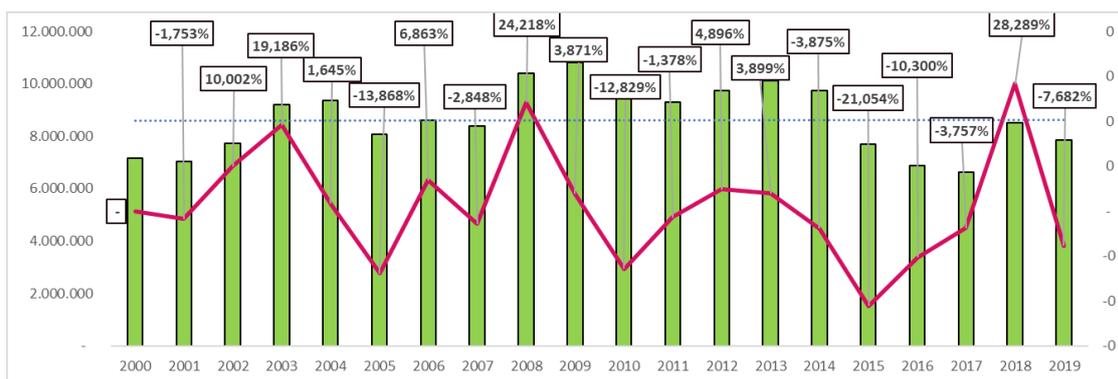
A região do Vale do Jequitinhonha é uma das mais carentes do estado em termos de desenvolvimento econômico e familiar. Baseada em uma agricultura familiar e de subsistência, a região também sofre com a escassez de água e a falta de infraestrutura. Segundo dados do IBGE, a taxa de desocupação chegou a 16,4% em 2020, mostrando que é uma região de poucos empregos formais.

É uma região onde se encontram muitas dificuldades para o desenvolvimento econômico, sendo um centro de atividades turísticas naturais e uma região com o potencial de exploração de recursos naturais e, possivelmente, de geração de energia eólica e solar.

No histórico apresentado pela Figura 11, podemos perceber que a linha de tendência de emissão dentro da mesorregião do Jequitinhonha se manteve constante partindo do ano 2000 até o ano de 2019, com o pico máximo aferido no ano de 2009 com 10,8 milhões de toneladas e o mínimo medido para 2017 com 6,6 milhões de toneladas.

Importante elucidar que apesar da linha de tendência se manter constante e uma taxa de crescimento média de 1,176, tendo o setor de Mudança de Uso da Terra como o principal em 2000 e em 2019 variando de 4,4 milhões de toneladas para 4,7 milhões de toneladas. Entretanto em termos de representatividade tivemos uma queda entre o passar dos anos, saindo de 61,77% em 2000 para 60,52% em 2019.

Figura 12 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Jequitinhonha no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

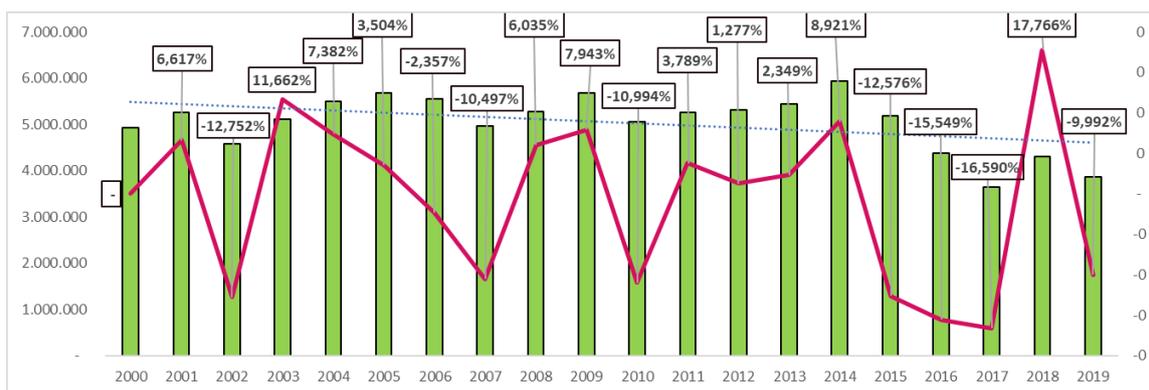
### 3.2.4 Vale do Mucuri

A mesorregião do Vale do Mucuri é caracterizada por um desenvolvimento econômico voltado para a agropecuária. Além de ser reconhecida pela qualidade de seus produtos de origem animal e vegetal, a mesorregião também vem abrindo espaço para atividades industriais na área têxtil e moveleiro. Apesar desses números, a maioria das atividades econômicas estão voltadas para o mercado interno da região, necessitando de uma maior qualificação profissional e expansão de empregos formais.

Podemos observar que apesar da abertura de mercado em relação ao setor industrial, a mesorregião teve uma significativa queda em relação ao seu histórico de emissões. Com o valor de 2,79% da emissão total no estado em 2019, a mesorregião foi a que menos emitiu gases de efeito estufa de acordo com a base do SEEG

Importante destacar que tivemos uma intensa variação na taxa de crescimento nas emissões da região, representando uma taxa de - 0,703% dentre o período 2000 até 2019, mostrando que a linha de tendência é decrescente, mas sem grandes porcentagens de variação. Outro ponto é que temos o pico de emissão em 2014 com 5,9 milhões de toneladas e menor emissão em 3,6 milhões de toneladas para o ano de 2017.

Figura 13 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Vale do Mucuri no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.5 Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

Em 2019, a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba representava cerca de 9,7% do PIB do estado de Minas Gerais, sendo uma das regiões mais desenvolvidas, impulsionada por uma grande parcela no setor de serviços (64,8%), seguido da indústria (27,4%) e, por fim, a agropecuária (7,8%), segundo dados do IPEA em 2019.

É uma região que tem recebido investimentos tecnológicos e produtora carne tanto para abastecimento do comércio local, quanto visando a exportação. Com os avanços e um clima propício para a criação de bovinos, faz jus a uma parcela importante na emissão de gases de efeito estufa.

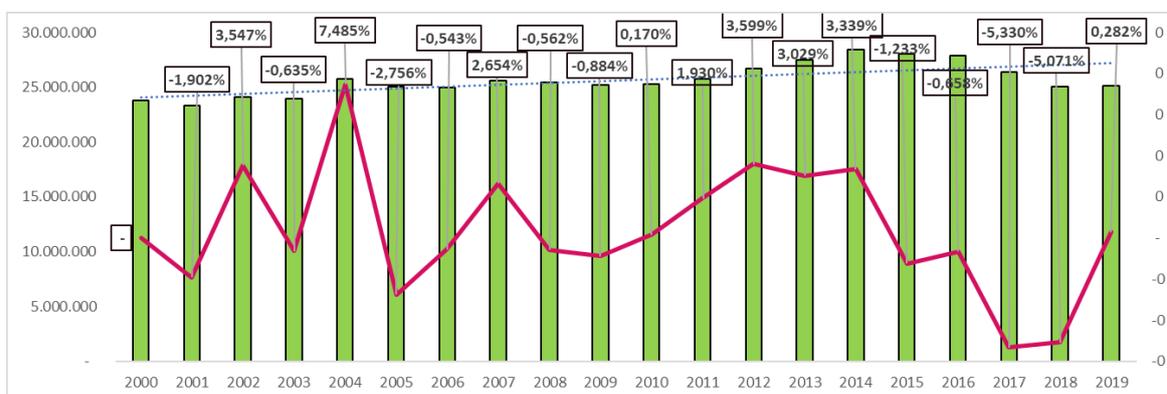
Como o principal setor nos anos de 2000 e 2019, tivemos a agropecuária representando 60,02% dentre os 23,7 milhões de toneladas emitidas para o ano de 2000, enquanto em 2019 tivemos 65,90% em um total de 25,1 milhões de toneladas de gases de efeito estufa emitido.

O máximo de emissão registrado foi no ano de 2014 com 28,4 milhões de toneladas e o mínimo ocorreu em 2001 com 23,3 milhões de toneladas. Nota-se que a linha de tendência vem aumentando ao longo dos anos, entretanto a taxa de crescimento indica que a mesorregião cresceu 0,323% em média ao longo do período, por causa da crescente entre 2003 e 2004, representando 7,48% e a queda a partir do ano de 2014 que se manteve até 2018, para subir novamente em 2019.

A mesorregião de Triângulo Mineiro no ano de 2019 representa o segundo maior em termos de emissões no estado de Minas Gerais com 18% de representatividade em relação ao total emitido, ficando atrás da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. Enquanto no ano de 2000, a mesorregião liderava o ranking de emissões segundo o SEEG com 17% das emissões totais do estado.

Um ponto que vale a pena ressaltar é que não tivemos dados contabilizados para o setor de Processos Industriais na base de dados do SEEG para a mesorregião, indicando que dentro da realidade, teremos valores maiores dos que os declarados.

Figura 14 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.6 Central Mineira

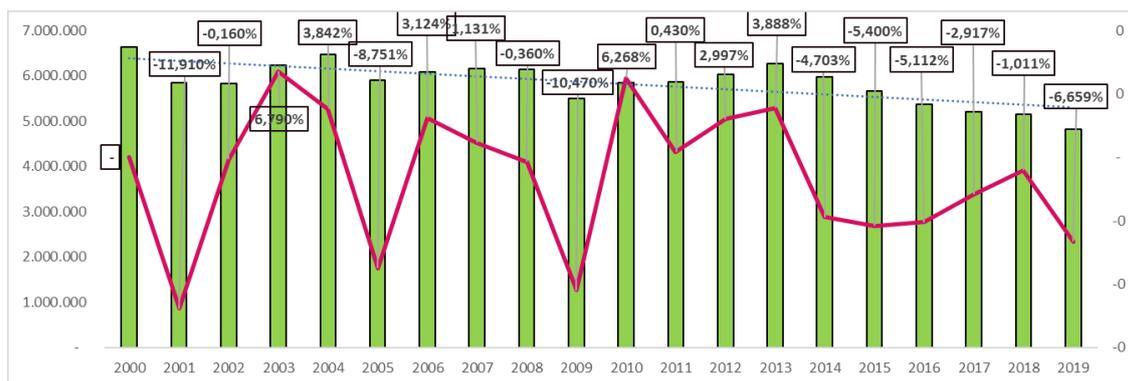
A mesorregião Central Mineira apesar de se localizar na região central do estado de Minas Gerais, ainda possui uma grande dificuldade de se desenvolver economicamente em comparação com as demais mesorregiões.

Seu setor industrial se destaca pelas atividades têxtil e moveleiro, enquanto uma boa parcela da economia se apoia na agropecuária, através da produção de leite e gado para corte, seguido setor de agricultura que envolve mudança de uso da terra, na produção de café.

Dada a dificuldade em seu desenvolvimento, a mesorregião também ocupa uma baixa emissão dentro do Estado como um todo, configurando-se como um dos menores índices de emissão de gases de efeito estufa.

De acordo com a linha de tendência na Figura 14, podemos observar que tivemos uma queda na emissão dos gases de efeito estufa. A mesorregião saiu de um total de emissão de 6,6 milhões de toneladas no ano 2000 para um total de 4,8 milhões de toneladas em 2019, fazendo com saísse do 9º para o 10º lugar no ranking de emissões nos anos de 2000 e 2019 respectivamente. Sofrendo alteração no setor mais impactante, o que antes era o de Mudança no Uso da Terra em 2000 com 47,51% das emissões totais no ano, passou a ser a agropecuária com 61,05% das emissões totais no ano.

Figura 15 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Central Mineira no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

Historicamente, a mesorregião saiu do pico de emissão no ano 2000 para o seu valor mais baixo, tendo uma taxa de crescimento média negativa de  $-1,449\%$ . Com a queda de emissão, a mesorregião ocupa o terceiro lugar que menos emite gases de efeito estufa no estado.

### 3.2.7 Metropolitana de Belo Horizonte

A mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte se caracteriza como a que tem o maior desenvolvimento econômico no estado de Minas Gerais. Como o próprio nome já nos mostra, Belo Horizonte se localiza nessa mesorregião, capital que detém mais de 2,5 milhões de habitantes é conhecida por ser um grande polo tecnológico e industrial no país. Além de também ter Ouro Preto que movimenta muito a economia através do turismo.

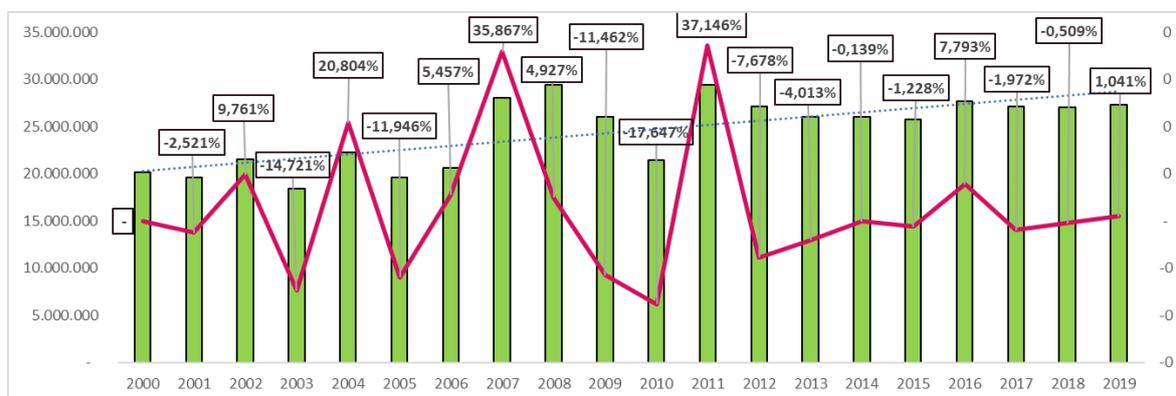
Agregando cerca de 100 municípios, ela se destaca pela indústria da transformação, mineração, construção civil e serviços industriais. Sendo predominante os ramos de metalurgia têxtil e minerais não metálicos. Outro setor importante é o automobilístico com presença de montadoras importantes a nível mundial como a Fiat localizada em Betim. Contudo temos o destaque de atividades industriais envolvendo a mineração com a Vale do Rio Doce, Belgo Mineira, Açominas e Minerações Brasileiras Reunidas.

Como a mesorregião de maior emissão no ano de 2019, a mesorregião representa cerca de 20% do total de emissões do estado, 27,3 milhões de toneladas de emissão, com o principal setor sendo o de energia com 12,7 milhões de toneladas, muito por conta do alto índice de automóveis na região.

No ano de 2000, o principal setor apontado pelo SEEG também era o de energia com 47,65% de representatividade. Naquele ano, a mesorregião ocupava o segundo lugar de maior emissão, representando 14% em emissões totais no estado, atrás do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Já em 2019 com a taxa de crescimento médio 2,448%, se tornou a primeira muito atrelada ao seu constante desenvolvimento tecnológico, representando agora 19,6% das emissões totais do estado de Minas Gerais.

A Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte possui setores que, apesar de menores, ainda sim são emissões expressivas quando comparadas com outras mesorregiões, podendo quase igualar a níveis máximos, como por exemplo o máximo emitido pelo setor da mesorregião Central Mineira que teve emissão máxima de 2,9 milhões de toneladas na agropecuária, sendo a emissão de 2,4 milhões de toneladas para o setor de Mudança e Uso da Terra como o mais baixo da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte.

Figura 16 - Emissões de CO<sub>2</sub>eq (em toneladas) na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.8 Oeste de Minas

A mesorregião do Oeste de Minas tem como destaque um parque industrial diversificado, com foco na siderurgia, alimentícios e têxtil. Com destaque para a microrregião de Divinópolis, considerada um grande polo da moda na região, acompanhado da metalurgia para a produção de peças automobilísticas.

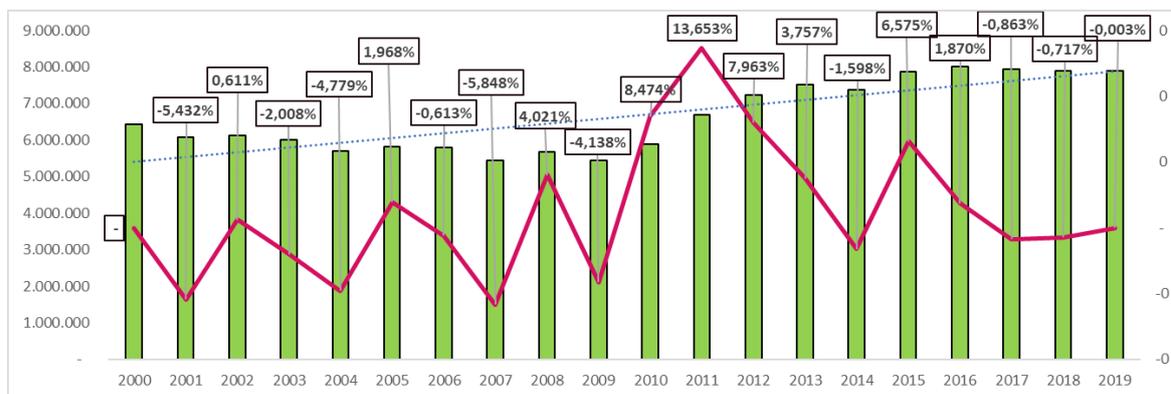
No ano 2000, a mesorregião representava 4,58% das emissões, um total de 6,4 milhões de toneladas, sendo o setor de agropecuária como o mais significativo. Em 2019 a agropecuária se manteve como primeiro setor emissões, mas tivemos um aumento expressivo no setor de energia de 251% e uma queda de 50% nas emissões no setor de Mudança e Uso da Terra, gerando um total dentro os setores de 7.8 milhões de toneladas para a mesorregião no ano, com uma taxa de crescimento médio de 1,145% ao longo do período.

Podemos observar abaixo uma grande oscilação entre os anos de emissão, mostrando que a linha de tendência se torna uma crescente. Em 2009 tivemos o menor índice de emissão com 5,4 milhões de toneladas de gases de efeito estufa, valores que a partir desse ano tiveram uma crescente até 2016 quando chegou no pico de 8,0 milhões de toneladas de gases de efeito estufa.

Importante ressaltar que Arcos é uma das maiores bacias leiteiras de Minas Gerais, tem a produção de café, milho e soja na região e uma atividade mineradora voltada para

o calcário, utilizado na construção civil. Isso mostra que a cidade possui um grande fluxo de transporte e gera o expressivo valor de emissão dos gases de efeito estufa para a mesorregião.

Figura 17 - Emissões de CO<sub>2</sub>eq (em toneladas) na mesorregião Oeste de Minas no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.9 Vale do Rio Doce

A mesorregião do Vale do Rio Doce é considerada de grande contraste interno, sendo uma região com uma área grande e desenvolvida no setor industrial e outra estagnada. A região considerada Metropolitana do Vale do Aço é composta por Ipatinga, Santana do Paraíso, Coronel Fabriciano e Timóteo, além de possuir proximidade com Governador Valadares.

O Vale do Aço ficou conhecido por conta da grande produção siderúrgica, destacando empresas como: Usiminas, Cenibra, Unisec e Acesita. Entre os 1950 a 1970 presenciou-se um grande crescimento econômico dependente dessas poucas empresas. Muito do que é produzido na região é voltado para abastecer outros polos industriais, algo que impede um maior crescimento industrial.

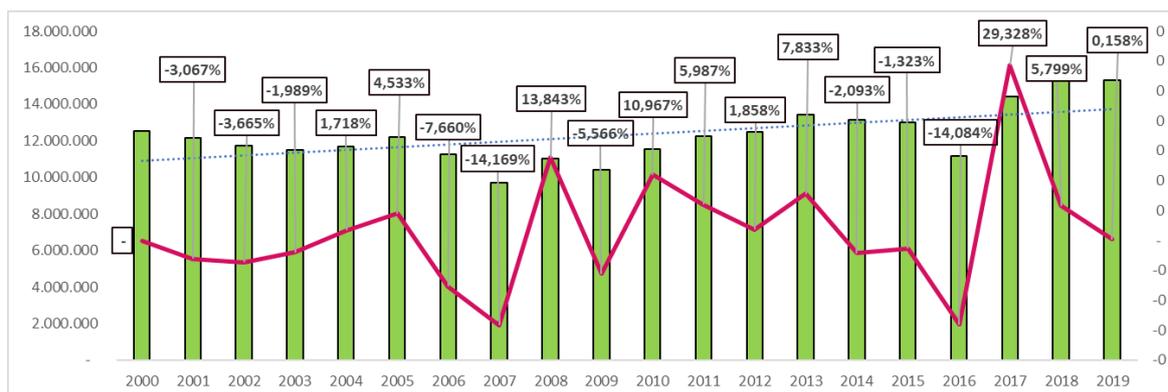
No ano 2000, o Vale do Aço possuía a Mudança de Uso da Terra com 6,5 milhões de toneladas como o principal emissor, representando cerca de 52% das emissões totais do ano. Já em 2019 temos os processos industriais liderando como o setor de maior emissão com 5,4 milhões de toneladas, representando um terço das emissões totais,

enquanto o setor de Mudança de Uso da Terra ocupou o terceiro lugar com 3,3 milhões de toneladas, atrás da agropecuária com 4,3 milhões de toneladas de gases de efeito estufa.

Podemos ver no histórico abaixo que a linha de tendência é crescente, muito porque a taxa de crescimento média se deu em 1,420% ao longo do período. Em 2007 tivemos uma queda atingindo o menor valor registrado para a mesorregião com 9,8 milhões de toneladas. De outro lado, o ano que representa o pico de emissão foi o de 2019 com 15,2 milhões de toneladas.

O Vale do Rio Doce ocupa o terceiro lugar no ranking de emissões em 2019, com cerca de 12% de representatividade em relação ao total no estado de Minas, atrás apenas da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e da Metropolitana de Belo Horizonte.

Figura 18 - Emissões de CO<sub>2</sub>eq (em toneladas) na mesorregião Vale do Rio Doce no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.10 Sul e Sudoeste:

Considerada uma das mais importantes mesorregiões do estado, a Sul e Sudoeste tem uma grande importância devido a estrada Fernão Dias que liga Belo Horizonte e São Paulo. É uma região que cresceu muito com o café, mas que atualmente possui uma circulação de cerca de 3 milhões de toneladas em produtos agrícolas, além de ser uma grande produtora de ferro gusa para o país.

Vale destacar que o município de Varginha é considerado um grande potencial segundo o Indi (Instituto de Desenvolvimento Industrial), pois contempla inúmeros

projetos industriais desde 1994. Além do mais, o Sul de Minas Gerais se localiza em um ponto estratégico central que liga São Paulo, Rio de Janeiro e o restante do estado.

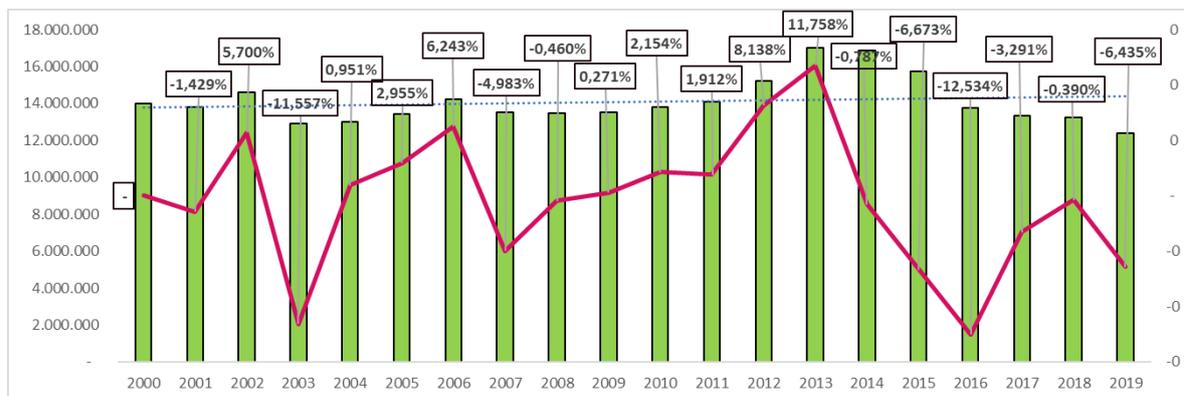
Empresas como Wallita, Standart, Danone, Ferrero Rocher, Helibrás, Cofap, Metagal, Renolds Latasa, entre outras, estão distribuídas entre as cidades de Varginha, Itajubá, Poços de Caldas, Santa Rita do Sapucaí e Pouso Alegre. Os municípios de Extrema e Três Corações também se destacam quanto à produção de PVC pela Akros e autopeças pela TWR, fornecedora da Fiat.

A duplicação da Fernão Dias trouxe inúmeros benefícios para a mesorregião. Criaram-se grandes polos industriais como Itajubá e Santa Rita do Sapucaí. Entretanto, a agricultura e a pecuária também têm uma participação expressiva na economia, a região é responsável por 23% da produção de café no estado e com o destaque na produção de leite.

Tanto no ano de 2000 quanto em 2019 a mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas teve como setor principal a agropecuária, saindo de 40,03% de representatividade para 49,55% de emissão de gases de efeito estufa em relação ao total de cada ano. Como segundo setor tivemos a variação do setor de Mudança e Uso da Terra para o setor de Energia. A mesorregião se manteve como a quarta de maior emissão em 2000 e 2019.

Podemos notar que apesar da linha de tendência ser inclinada como uma crescente, a taxa de crescimento média foi de  $-0,423$ , com o pico ocorrendo no ano de 2013 com 17 milhões de toneladas e o mínimo de emissão foi no ano de 2019 com 12,4 milhões de toneladas. Classificada como a quarta mesorregião que mais emite gases de efeito estufa, possui a representatividade de 8,95% do total emitido para o estado.

Figura 19 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Sul e Sudeste no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.11 Campo das Vertentes

Segundo o IBGE, no ano de 2019, a mesorregião de Campo das Vertentes havia um PIB de R\$22,2 bilhões, tendo destaque para as cidades de São João del Rei, Barbacena e Lavras, que juntas responderam por cerca de 55% do PIB da região.

Seu setor econômico mais expressivo foi o das indústrias (40%), seguido pelo setor de serviços e a agropecuária. Uma explicação para essa diferença de valores pode ser a de que a maior parte da população da mesorregião se encontra nos centros urbanos, uma vez que cerca de as cidades que mais se destacam no PIB, concentram quase 50% da população da mesorregião.

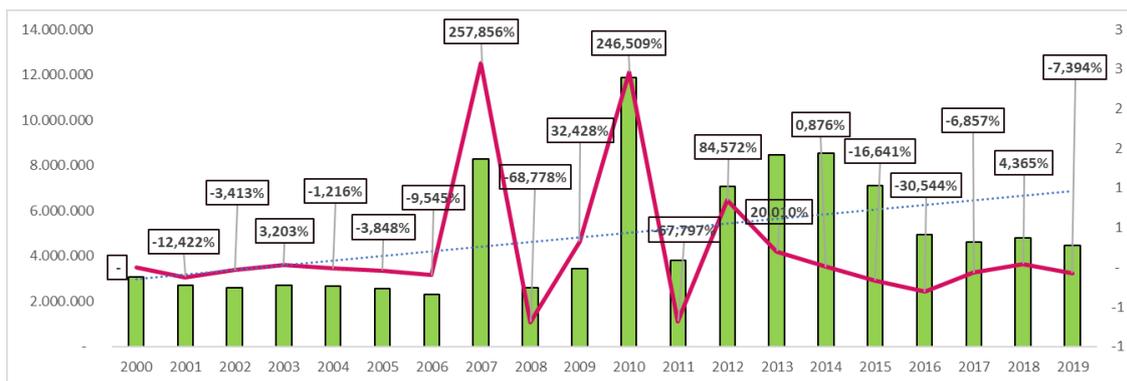
Quando olhamos para o início de medições no ano de 2000, a mesorregião ocupava o lugar de menor emissão de gases de efeito estufa no total, com 3 milhões de toneladas, representando 2,20% do total gerado no ano, tendo o setor de agropecuária com 1,2 milhões de toneladas, com 39,29% de representatividade.

No ano de 2019, mesmo com os quantitativos de processos industriais no valor total, a mesorregião ocupou o segundo lugar de menores emissões de gases de efeito estufa com um total de 4,4 milhões de toneladas, representando 3,21% das emissões totais no estado de Minas Gerais, mantendo-se o setor da agropecuária como o maior emissor com 1,3 milhões de toneladas, com 29,24% de representatividade.

Importante observarmos na Figura 20 que tivemos grandes oscilações na taxa de crescimento, números que podem indicar alguma interferência na medição no período, pois no ano de 2007 e 2010 tivemos grandes porcentagens na taxa de crescimento, impactando para uma taxa de crescimento média de 21,068% ao longo do período de medição. O ano de 2010 foi o pico de emissão com 11,8 milhões de toneladas e seu menor valor em 2006 com 2,3 milhões de toneladas.

Entretanto tivemos um grande destaque para a cidade de Carandaí na emissão de gases de efeito estufa com 0,7 milhões de toneladas, de um total de 1,1 milhões de toneladas dentro da mesma categoria.

Figura 20 - Emissões de  $CO_{2eq}$  (em toneladas) na mesorregião Campo das Vertentes no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



Fonte: SEEG 2023

### 3.2.12 Zona da Mata

Segundo Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, a mesorregião da Zona da Mata teve um declínio econômico no ano de 1995. O setor agropecuário tinha uma grande participação econômica, teve uma perda a partir desse ano, além da falta de modernização e baixa produtividade de produtos como café, cana-de-açúcar e arroz.

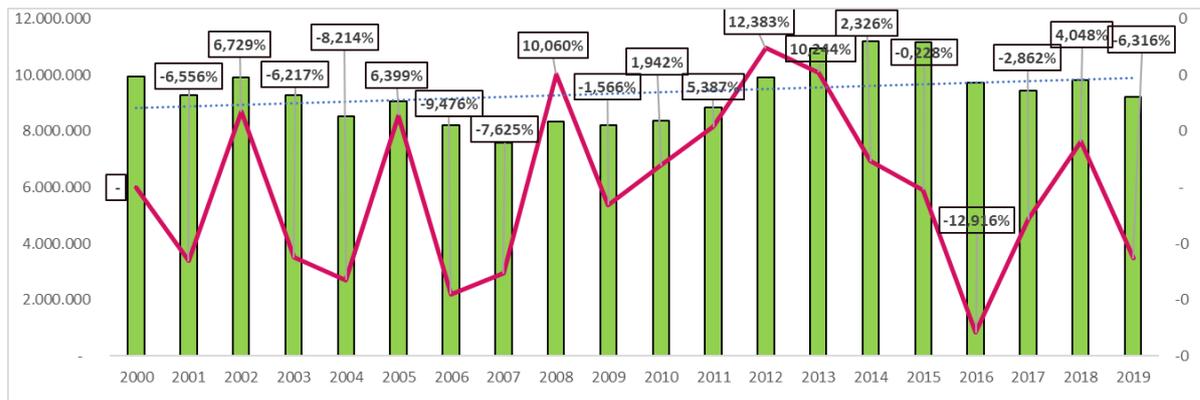
Segundo o IBGE de 2019, a mesorregião teve um PIB de R\$60 bilhões, cerca de 9,5% dentro do estado, mostrando que apesar da queda do setor agropecuário, ainda sim temos um destaque na participação econômica. O principal polo é a cidade de Juiz de Fora, local que possui mão de obra qualificada e bom distrito industrial voltado para siderurgia e metalurgia do zinco. Outro destaque que vale a pena ser mencionado é a cidade de Ubá, que é considerado um local importante para a indústria moveleira.

Na mesorregião da Zona da Mata temos um histórico de pouca oscilação de emissão de gases de efeito estufa. Dentro do período dos anos 2000 até o ano de 2019 podemos notar que a linha de tendência aponta para uma crescente, entretanto a taxa de crescimento médio mostra que tivemos uma queda de  $-0,123\%$  ao longo dos anos. Tendo o pico no ano de 2014 com 11,1 milhões de toneladas e o menor índice registrado em 2007 com 7,5 milhões de toneladas.

No ano 2000, o setor de maior emissão de gases era dado pelo de Mudança de Uso da Terra com 40% das emissões totais na mesorregião, seguido pela agropecuária com 38,50% das emissões. Já no ano de 2019 tivemos uma crescente de emissão na agropecuária atingindo a representatividade de 46,26%, enquanto o setor de Mudança de

Uso da Terra caindo para 23,56% de representatividade em relação ao total emitido no ano na mesorregião.

Figura 21 - Emissões de CO<sub>2</sub>eq (em toneladas) na mesorregião Zona da Mata no Estado de Minas Gerais no período 2000 a 2019.



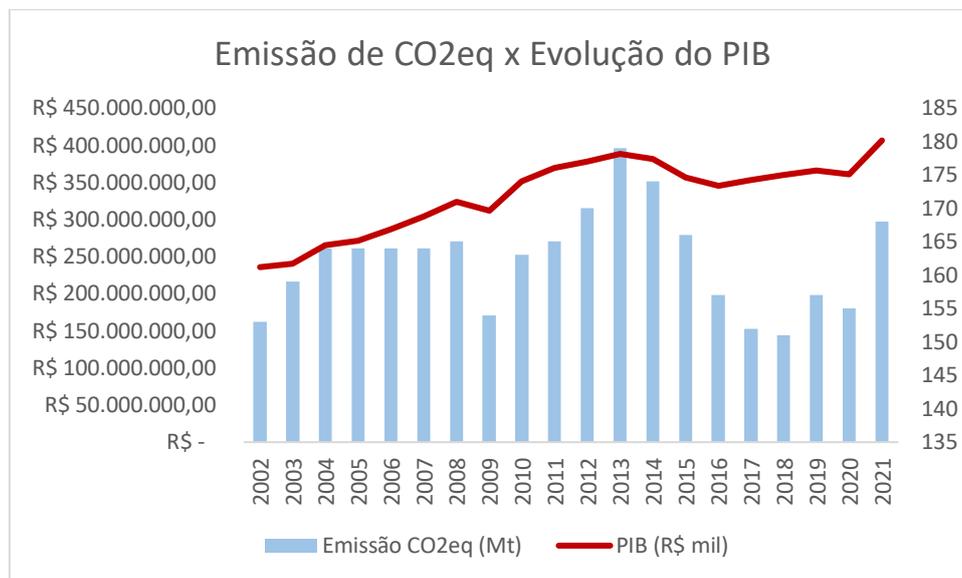
Fonte: SEEG 2023

Em termos gerais de comparação entre os anos de 2000 e 2019 em termos de emissão geral nos setores e por mesorregião, observamos que a mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte elevou suas emissões em 35,47% em relação ao primeiro ano do período, enquanto a mesorregião do Norte de Minas reduziu suas emissões gerais em 37,81%. Outra análise é que, realizando uma média de emissão ao longo do período, temos o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba como a região que mais emite GEE (25,6 milhões de toneladas anuais) e Campo das Vertentes como região com menores emissões (4,9 milhões de toneladas anuais).

### 3.3 Relação Evolução do PIB e Histórico de Emissões de CO<sub>2</sub>eq

Abaixo podemos ver o desenvolvimento do Produto Interno Bruto do estado de Minas Gerais, junto com a evolução do histórico de emissões de gases de efeito estufa, no período de 2002 até 2021.

Figura 22 – Emissão de CO2eq (Mt) em relação do desenvolvimento do PIB de Minas Gerais (mil reais).



De modo geral, podemos perceber que o Produto Interno Bruto de Minas Gerais vem crescendo desde o ano de 2002. Apesar desse crescimento, percebemos que seu avanço não tem uma correlação com o índice de emissão de gases de efeito estufa, pois a no ano de 2014 começamos uma queda nas emissões que durou até o ano de 2020, no qual nossas emissões voltaram a subir, o PIB se manteve em crescimento.

### 3.4 Medidas realizadas pelo Estado de Minas para conter as emissões de GEE:

#### 3.4.1 Plano estadual de Enfrentamento de mudanças Climáticas.

Lançado em 2019, o Plano Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas tem como objetivo reduzir os níveis de emissão de gases de efeito estufa e incentivar a adoção de tecnologias mais limpas e sustentáveis. Promove a utilização de energia proveniente de fontes renováveis, adoção de práticas sustentáveis, recuperação de áreas degradadas e melhoria na eficiência do transporte público como um todo.

Como parte do decreto 47.760/19, o plano segue metas declaradas de acordo com premissas estabelecidas no Acordo de Paris, tendo, a princípio, a redução de 37% para 2025 e de 80% até 2050, em relação aos níveis de 2005. Importante salientar que

observando a Figura 6 do presente trabalho, nos mostra que o combate não teve resultados positivos, pelo contrário, aumentamos a emissão nesse meio tempo.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica, no ano de 2021, o estado de Minas Gerais possuía cerca de 4 gigawatts (GW) de capacidade instalada em usinas solares fotovoltaicas, o que correspondia a cerca de 17% da produção nacional. Em termos de energia eólica, segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABE Eólica), o estado possuía 6% da capacidade instalada no país e, por fim, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), possuía 10% da capacidade instalada de energia elétrica no Brasil.

### *3.4.2 Desmonte de fiscalização:*

Desde 2019 o governo tem adotado uma política em que muitos especialistas ambientais consideram como desmonte da fiscalização ambiental. Dentre as ações realizadas, podemos citar:

- Flexibilização da legislação quanto ao uso de agrotóxicos, segundo reportagem da revista EXAME (“Câmara aprova projeto que flexibiliza uso de agrotóxicos no Brasil”);
- Redução do orçamento do Ministério do Meio Ambiente em 2020 em 30%, segundo o Portal da Câmara dos Deputados;
- Flexibilização de exploração mineral em terras indígenas e unidades de conservação, segundo o Portal da Câmara dos Deputados;
- Transferência da responsabilidade de fiscalização de atividades ilegais em áreas de preservação ambiental para as Forças Armadas ao invés do IBAMA, segundo Greenpeace Brasil.

Essas ações fazem com que o desmatamento aumente e como consequência vemos o aumento da emissão de gases de efeito estufa. Segundo Maciel (2023), o estado de Minas Gerais perdeu cerca de 166,7 mil hectares de florestas naturais entre os anos de 2019 e 2022. Sendo 29,7 mil apenas de Mata Atlântica, alcançando o primeiro lugar na lista de maiores desmatamentos do bioma. Ainda segundo este mesmo texto, o Norte de Minas é apontado com a mesorregião que contém as duas cidades com o maior índice de desmatamento do estado nos últimos 4 anos, Buritizeiro (4,48 mil hectares no Cerrado) e

São João do Paraíso (3,91 mil de Mata Atlântica), causado pela blindagem das atividades agropecuárias no estado.

#### *3.4.3 Cadastro Ambiental Rural*

Como citado anteriormente no trabalho, o Código Florestal Brasileiro vigente no Brasil prevê o Cadastro Ambiental Rural para as propriedades rurais no país, a fim de integrar informações ambientais como as áreas de preservação permanente, reservas legais e compensação vegetal.

Entretanto, desde a vigência do cadastro, em 2012, houve inúmeras prorrogações dos prazos para os donos de propriedades rurais. Além disso, no decorrer da atividade, percebe-se muitas falhas de delimitação dos terrenos, ocasionando na recusa do cadastro das áreas.

Segundo o site da câmara dos deputados, o prazo foi prorrogado mais uma vez, alterado de 31 de dezembro de 2022, para 31 de dezembro de 2024. A justificativa dada é a de que há estados em que o programa não foi implementado de maneira efetiva. Com isso vemos uma demora no processo de regularização e controle das propriedades rurais no país.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho serviu de reflexão evidenciando que a partir dos dados declarados pelo SEEG irem até o ano de 2021, podemos observar que desde o ano de 1990 até o ano de 2021, o Brasil teve um aumento em sua emissão de gases de efeito estufa (19,11%). Entretanto o estado de Minas Gerais apontou uma leve redução em seu montante (1,43%) no período 1990-2021. Para este último ano (2021), os setores de maior emissão foram a agropecuária, mudanças do uso da terra e energia. De certa forma, o perfil emissor de Minas Gerais é similar ao perfil nacional, uma vez que as emissões estão majoritariamente concentradas em dois setores (mudança do uso da terra e agropecuária).

Como mesorregiões que aumentaram suas emissões no período 2000-2019, temos: Jequitinhonha, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce, Oeste de Minas e Campo das Vertentes. Enquanto as que diminuíram suas emissões foram: Noroeste de Minas, Norte de Minas, Vale do Mucuri, Central Mineira, Sul e Sudoeste de Minas e Zona da Mata.

Tratado durante o trabalho, também tivemos alterações no *ranking* de emissões. Em 2000 tínhamos as mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Metropolitana de Belo Horizonte e Norte de Minas como as três com maiores emissões, enquanto em 2019 temos a Metropolitana de Belo Horizonte, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Vale do Rio Doce. Para as mesorregiões de menores índices de emissão, também tivemos alteração: em 2000 era composto por Oeste de Minas, Vale do Mucuri e Campo das Vertentes. Já em 2019 temos a Central Mineira, Campo das Vertentes e Vale do Mucuri.

Tendo em vista também a importância do tema de emissão de gases de efeito estufa, percebemos que o estado de Minas Gerais, por mais que tenham mesorregiões que ainda não são bem desenvolvidas economicamente, ainda sim, é um dos principais geradores de gases de efeito estufa dentro do Brasil. Apesar do grande volume de emissão causada pelo estado, pode-se notar que as ações para o combate de emissões são contraditórias, pois de um lado temos a implementação positiva de utilização de energias renováveis, visto a grande área disponível que possui para aportar tal fonte energética,

mas de outro lado tem-se políticas que desestimulam a fiscalização e multa para infratores perante a lei.

Em comparação com o PIB, não pudemos perceber uma correlação entre o avanço no produto interno bruto com o aumento da quantidade emitida de gases de efeito estufa, pois tivemos uma grande oscilação nas emissões mesmo com o desenvolvimento crescente econômico do estado de Minas Gerais.

Importante frisar que apesar, das preocupações em relação ao aumento de temperatura no mundo e possibilidade de mudanças climáticas, o estado de Minas Gerais tem emitido gases de efeito estufa de maneira crescente. Em poucos anos tivemos emissões abaixo da ocorrida em 1990, isso se deve também ao desenvolvimento tecnológico que, apesar de otimizar processos de alguns setores, acaba gerando maiores emissões em outros, como a indústria e energia.

Por fim, deixo algumas indicações de possíveis trabalhos futuros. O primeiro seria a análise detalhada de cada mesorregião comparando o desenvolvimento delas com a emissão ao longo dos anos. Outro possível tema seria um trabalho focado em análises das medidas de combate ao aumento de emissão de gases de efeito estufa, podendo trazer informações de contribuições frente as metas de redução do país nos acordos internacionais.

## 5. Referências Bibliográficas

CARVALHO, D.; SILVA, F. **Relação entre o investimento direto estrangeiro e as emissões de CO2 em países com diferentes níveis de renda.** *Revista de Economia Contemporânea*, 14 jan. 2022, pp. 1–25.

SERENO, L. **Crescimento econômico e emissões de gases de efeito estufa: uma análise de cointegração em painel para os estados brasileiros de 2002 a 2015.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24754/1/CrescimentoEcon%\*\*c3%b4mic\*\*oEmiss%\*\*c3%b5es\*\*.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24754/1/CrescimentoEcon%c3%b4micoEmiss%c3%b5es.pdf)>. Acesso em: 6 dez. 2022.

SILVA, R. W. DA C.; PAULA, B. L. DE. **Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural.** *Terra e Didática*, v. 5, n. 1, p. 42, 1 jul. 2015.

GADOTTI, M. **Agenda 21 e Carta da Terra.** *Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 1, n. 4, p. 128–136, 31 dez. 2008.

SOUZA, M.; CORAZZA, R. **Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 42, n. 0, 2017.

AUBERTIN, C; JESUS, L. M. K de. **A contribuição do Brasil na COP21: O agronegócio do futuro.** *Revista Terceira Margem Amazônia*. v. 6, n. especial 16, p. 35-52, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2021v6i16.ed.esp.p35-52>

BAUMANN, R. **O Brasil e os demais BRICs Comércio e Política.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1396/S3821B823D2010\\_pt.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1396/S3821B823D2010_pt.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>.

FILHO, A. et al. **A evolução do código florestal brasileiro.** Portal de Periódicos do Grupo Tiradentes: Cadernos de Graduação Ciências Humanas e Sociais, mar. 2015. Acesso em: 29 dez. 2022.

ESPER, N. **Como o plano ABC promove mudanças no impacto ambiental da agricultura no Brasil?** Disponível em: <[https://pesquisa-eaesf.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/publicacoes/relatorio\\_final\\_-\\_2016\\_-\\_natalia.pdf](https://pesquisa-eaesf.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/publicacoes/relatorio_final_-_2016_-_natalia.pdf)>.

Brasil. 2008. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional sobre Mudança do Clima

Brasil. 2012. MAPA. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, 2012.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 06 de jan. 2023.

BRASIL. Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes; Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11516.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11516.htm)> Acesso em: 6 de jan. 2023.

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/Indicadores%20Scio-econmicos.pdf>>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.desenvolvimento.mg.gov.br/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

Governo de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

**“Como Zema segue a cartilha bolsonarista no meio ambiente”**. Disponível em: <<https://www.nexojournal.com.br/externo/2023/03/26/Como-Zema-segue-a-cartilha-bolsonarista-no-meio-ambiente>>. Acesso em: 30 abr. 2023

**Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD)**. Nosso futuro comum Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

**“Frente Detalha Queda No Orçamento Ambiental E Busca Soluções Para Reverter O Rombo - Notícias.”** Portal Da Câmara Dos Deputados, [www.camara.leg.br/noticias/703644-frente-detalha-queda-no-orcamento-ambiental-e-buscasolucoes-para-reverter-o-rombo/#:~:text=%E2%80%9CAt%C3%A9%202019%2C%20o%20or%C3%A7amento%20total](http://www.camara.leg.br/noticias/703644-frente-detalha-queda-no-orcamento-ambiental-e-buscasolucoes-para-reverter-o-rombo/#:~:text=%E2%80%9CAt%C3%A9%202019%2C%20o%20or%C3%A7amento%20total). Acessado 3 nov. 2023.

**“Projeto Do Governo Viabiliza Exploração de Minérios Em Terras Indígenas - Notícias.”** Portal Da Câmara Dos Deputados, 6 fevereiro. 2020, [www.camara.leg.br/noticias/634893-projeto-do-governo-viabiliza-exploracao-de-minerios-em-terras-indigenas/](http://www.camara.leg.br/noticias/634893-projeto-do-governo-viabiliza-exploracao-de-minerios-em-terras-indigenas/).

**“Como foi O Governo Bolsonaro Para O Meio Ambiente?”** Greenpeace Brasil, 22 outubro. 2022, [www.greenpeace.org/brasil/blog/a-verdade-sobre-a-amazonia-sob-o-governo-bolsonaro/](http://www.greenpeace.org/brasil/blog/a-verdade-sobre-a-amazonia-sob-o-governo-bolsonaro/).

**“Câmara Aprova Projeto Que Flexibiliza Uso de Agrotóxicos No Brasil.”** Exame, 10 fevereiro. 2022, [exame.com/brasil/camara-aprova-projeto-que-flexibiliza-uso-de-agrotoxicos-no-brasil/](http://exame.com/brasil/camara-aprova-projeto-que-flexibiliza-uso-de-agrotoxicos-no-brasil/). Acessado em 3 nov. 2023.

Bueno, R. M. d. P. **El Acuerdo de París: ¿una nueva idea sobre la arquitectura climática internacional?**. Relaciones Internacionales, 33, 75-95. 2016. Disponível em: <[http://www.relacionesinternacionales.info/ojs/index.php?journal=Relaciones\\_Internacionales&page=article&op=-view&path%5B%5D=747](http://www.relacionesinternacionales.info/ojs/index.php?journal=Relaciones_Internacionales&page=article&op=-view&path%5B%5D=747)>

Viola, E. **O regime internacional de mudança climática e o Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Sociais, (17)50, 25-46, 2002. doi: 10.1590/S0102-69092002000300003

Viola, E. **Brasil na arena internacional de mitigação da mudança climática**. Rio de Janeiro: Cindes, 2009. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/bric/textos/100409\\_BRICViola1.pdf](http://www.ipea.gov.br/bric/textos/100409_BRICViola1.pdf)>. Acesso em: dez. 2016.

Viola, E. **A dinâmica das potências climáticas e o Acordo de Copenhague**. Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Edição Especial, 23-24,16-22, 2010.

Disponível em:

<[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/boletim\\_ecoeco/Boletim\\_Ecoeco\\_n023\\_24.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/boletim_ecoeco/Boletim_Ecoeco_n023_24.pdf)>

Viola, E.; Basso, L. Wandering decarbonization: **the BRIC countries as conservative climate powers**. Revista Brasileira de Política Internacional, 59(1), e001, 2016. doi: 10.1590/0034-7329201600101