



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**AVALIAÇÃO DOS INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DAS  
CAPITAIS E REGIÕES METROPOLITANAS BRASILEIRAS**

**Isabela Ulhoa de Oliveira**

**Belo Horizonte**

**2022**

**Isabela Ulhoa de Oliveira**

**AVALIAÇÃO DOS INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DAS  
CAPITAIS E REGIÕES METROPOLITANAS BRASILEIRAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Orientador: Prof. DSc. Daniel Brianezi

Belo Horizonte

2022


**ISABELA ULHOA DE OLIVEIRA**


**AVALIAÇÃO DOS INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DAS  
CAPITAIS E REGIÕES METROPOLITANAS BRASILEIRAS**


Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 06 de julho de 2022

Banca examinadora:

  
Daniel Brianezi Presidente da Banca Examinadora  
Prof. DSc. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG –  
Orientador

  
Dany Silvio Souza Leite Amaral  
DSc. Diretor de Gestão Ambiental da Prefeitura de Belo Horizonte

  
Iris Moura Esteves Coluna  
Eng. Assessora Técnica de Projetos do ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade da  
América do Sul

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus, pela vida e por sonhar, para mim, sonhos bem maiores e melhores dos que os meus.

Agradeço à minha família. Aos meus pais, por acreditarem em mim e em minha capacidade, por confiarem nas minhas escolhas, e por me apoiarem e incentivarem em todos os momentos. Aos meus irmãos, Bruna, Giovana e Guilherme, por trazerem luz à minha vida. Às minhas avós, tios e primos, em especial, Iânila, Sophia e Tia Cyntia, pelo incentivo e carinho ao longo dessa caminhada. Ao Danilo, pelo amor e companheirismo, e toda sua família, em especial, Gabi e Bia, pelo apoio e incentivo. Amo vocês!

Ao professor orientador Daniel Brianezi, pela disponibilidade e atenção durante este período intenso e de grandes desafios. Por todos os ensinamentos, conversas e conselhos. E a todos os professores do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental (DCTA) e de outros departamentos, em especial, Carrusca, Beatriz (*in memoriam*), Leonel, Carlos e Fred, que trilharam, junto comigo, este percurso da minha graduação. Vocês são demais! Espero encontrá-los por aí.

Aos meus fiéis escudeiros, Carol, Julinha, Rafa, Laura e Tiago, que fizeram dos meus dias os mais alegres, divertidos, reclamadores, gordurosos e incríveis no CEFET-MG. Obrigada amigos, obrigada pelo ombro amigo, obrigada por cada mão estendida, obrigada por me entenderem e por fazerem parte desse momento. Eu amo muito vocês!

Aos colaboradores para que este trabalho pudesse ser realizado, em especial, ao Bruno Cordeiro, a Leonora Fassy e ao colegas do ICLEI, em especial Armelle Cibaka, Marcus Eduardus e Isadora Buchala.

Por fim, à Linda, ao Leleco e ao Quiabo, minhas vidas.

## RESUMO

OLIVEIRA, ISABELA ULHOA DE. **Avaliação dos Inventários de Gases de Efeito Estufa das Capitais e Regiões Metropolitanas Brasileiras**. 2022. 133p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

O fenômeno das mudanças climáticas é um dos maiores desafios enfrentados atualmente, e a necessidade de estratégias de mitigação e adaptação é iminente, em especial para as cidades, que abrigam a maior parcela populacional e possuem a capacidade de responder as questões climáticas em nível local, ao oferecerem comunicação imediata e eficaz entre o público e os tomadores de decisão. De acordo com estudos da ONU é previsto que, em 2050, as cidades abriguem cerca de 70% da população mundial, assim, torna-se importante que os governos locais se comprometam e adotem ações que colaborem para a resiliência urbana, frente às mudanças climáticas. Os Inventários Municipais de Gases de Efeito Estufa (GEE) são um exemplo disso, se caracterizando como um instrumento de gestão ambiental e norteador de políticas públicas. O presente estudo realizou o levantamento dos municípios brasileiros que possuem inventários de GEE publicados e disponibilizados no período de 2005 a 2022, e avaliou estes documentos a partir de indicadores de qualidade adaptados a partir da metodologia do *IPCC Guidelines*, sendo eles: transparência, completude, consistência, comparabilidade, precisão e divulgação pública. Assim, observou-se que a elaboração de inventários é uma prática que tem crescido ao longo dos anos no Brasil, especialmente após o desenvolvimento de novas metodologias de estimativas de cálculos, mas ainda pouco expressiva em alguns locais do país, como nas regiões Norte e Centro-Oeste. Os inventários analisados, de um modo geral, possuem pontos positivos e negativos para cada indicador, sendo as melhores notas obtidas para os parâmetros de transparência e divulgação pública. Entretanto, ao se considerar o conjunto das avaliações, se apresentaram, em sua grande maioria, distintos entre si, mal estruturados, com informações medianas e inconsistentes, não retratando a realidade das emissões de cada local com devida precisão. São, portanto, necessário alguns progressos tanto em qualidade quanto em quantidade destes documentos.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Emissões de GEE. Municípios.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, ISABELA ULHOA DE. **Avaliação dos Inventários de Gases de Efeito Estufa das Capitais e Regiões Metropolitanas Brasileiras**. 2022. 133p. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

The phenomenon of climate change is one of the biggest challenges faced today, and the need for mitigation and adaptation strategies is imminent, especially for cities, which are home to the largest portion of the population and have the ability to respond to climate issues at the local level, by providing immediate and effective communication between the public and decision makers. According to UN studies, it is predicted that, by 2050, cities will house about 70% of the world's population, so it is important that local governments commit to and adopt actions that contribute to urban resilience in the face of climate change. The Municipal Inventories of Greenhouse Gases (GHG) are an example of this, being characterized as an environmental management instrument and a guide for public policies. The present study carried out a survey of Brazilian municipalities that have GHG inventories published and made available from 2005 to 2022, and evaluated these documents based on quality indicators adapted from the IPCC Guidelines methodology, namely: transparency, completeness, consistency, comparability, accuracy, and public disclosure. Thus, it was observed that the preparation of inventories is a practice that has grown over the years in Brazil, especially after the development of new methodologies for estimating calculations, but still not very expressive in some parts of the country, such as in the North and Midwest. The inventories analyzed, in general, have positive and negative points for each indicator, with the best scores being obtained for the parameters of transparency and public disclosure. However, when considering the set of evaluations, they were, for the most part, distinct from each other, poorly structured, with average and inconsistent information, not portraying the reality of emissions from each location with due precision. Some progress is therefore needed in both the quality and quantity of these documents.

Keywords: Climate change. GHG Emissions. Cities.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Mudanças climáticas e emissões globais.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Histórico das ações mundiais e brasileiras frente às mudanças climáticas..</b>	<b>23</b>
<i>3.2.1</i>	<i>Histórico mundial.....</i>	<i>23</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Histórico brasileiro .....</i>	<i>33</i>
<b>3.3</b>	<b>Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa .....</b>	<b>38</b>
<i>3.3.1</i>	<i>IPCC Guidelines.....</i>	<i>38</i>
<i>3.3.2</i>	<i>Padrão Internacional para Determinação de Emissões de Gases de Efeito Estufa para Cidades - “Greenhouse Gas Standard” .....</i>	<i>41</i>
<i>3.3.3</i>	<i>Protocolo de Análise de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Governo Local Internacional (IEAP).....</i>	<i>43</i>
<i>3.3.4</i>	<i>Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Escala Comunitária (GPC).....</i>	<i>45</i>
<i>3.3.5</i>	<i>Relatórios Comuns do Pacto Global de Prefeitos (CRF).....</i>	<i>48</i>
<b>3.4</b>	<b>Perfil brasileiro de emissão de gases de efeito estufa (GEE) .....</b>	<b>49</b>
<i>3.4.1</i>	<i>Setor de Energia.....</i>	<i>50</i>
<i>3.4.2</i>	<i>Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU).....</i>	<i>52</i>

3.4.3	<i>Setor de Agropecuária</i> .....	53
3.4.4	<i>Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF)</i> .....	55
3.4.5	<i>Setor de Resíduos</i> .....	56
<b>3.5</b>	<b>O papel das cidades</b> .....	<b>58</b>
3.5.1	<i>Ações mundiais</i> .....	59
3.5.1.1	<b><i>Projeto Promovendo Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono em Economias Emergentes (Urban LEDS)</i></b> .....	<b>60</b>
3.5.1.2	<b><i>Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GCoM)</i></b> .....	<b>61</b>
3.5.1.3	<b><i>C40 Cities – Grupo de Grandes Cidades para Liderança Climática</i></b> .....	<b>61</b>
3.5.1.4	<b><i>Race to Zero</i></b> .....	<b>62</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>64</b>
4.1	<b>Coleta de dados</b> .....	<b>64</b>
4.2	<b>Análise de dados</b> .....	<b>64</b>
4.2.1	<i>Escopos</i> .....	65
4.2.2	<i>Setores</i> .....	65
4.2.3	<i>Indicadores de Qualidade</i> .....	66
4.3	<b>Entrevista</b> .....	<b>67</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>69</b>
5.1	<b>Panorama dos municípios brasileiros que elaboraram Inventários Municipais de Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)</b> .....	<b>69</b>
5.2	<b>Análise comparativa</b> .....	<b>72</b>
5.2.1	<i>Análise comparativa discursiva</i> .....	73



5.2.2	<i>Análise comparativa quantitativa</i> .....	94
5.3	<b>Fraquezas, melhorias e recomendações</b> .....	97
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	105
7	<b>LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	107
8	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	108
	<b>APÊNDICE A</b> .....	123
	<b>APÊNDICE B</b> .....	124
	<b>APÊNDICE C</b> .....	125
	<b>ANEXO A</b> .....	129
	<b>ANEXO B</b> .....	130
	<b>ANEXO C</b> .....	131
	<b>ANEXO D</b> .....	132
	<b>ANEXO E</b> .....	133

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b> – Histórico mundial de emissões de CO <sub>2</sub> equivalente, por país, entre os anos de 1990 e 2018.....	22
<b>Figura 3.2</b> – Histórico mundial de emissões de CO <sub>2e</sub> , por setores, entre os anos de 1990 e 2018.....	23
<b>Figura 3.3</b> – Quadro de resumo dos principais pontos discutidos entre a 4 <sup>a</sup> e 20 <sup>a</sup> COP....	26
<b>Figura 3.4</b> – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.....	31
<b>Figura 3.5</b> – Fontes emissoras de GEE contempladas pelo GPC, separadas por escopo.....	47
<b>Figura 3.6</b> – Perfil de emissões de CO <sub>2e</sub> do Brasil entre 1990 e 2020, dividido por setores.....	50
<b>Figura 3.7</b> – Série histórica de emissões em GTCO <sub>2e</sub> para o setor de Energia, entre os anos de 2015 e 2020.....	51
<b>Figura 3.8</b> – Perfil de emissões de CO <sub>2e</sub> por subdivisões do setor de Energia no Brasil, entre os anos de 1990 e 2020.....	52
<b>Figura 3.9</b> – Perfil de emissões de CO <sub>2e</sub> para o setor de Processos Industriais brasileiro por atividade, entre os anos de 1990 e 2020.....	53
<b>Figura 3.10</b> – Perfil de emissões de CO <sub>2e</sub> por subdivisões do setor de Agropecuária brasileiro por atividade, entre os anos de 1990 e 2020.....	55
<b>Figura 3.11</b> – Perfil de emissões de CO <sub>2e</sub> para o setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas por atividade no Brasil, entre os anos de 1990 e 2016.....	56
<b>Figura 3.12</b> – Perfil de emissões de CO <sub>2e</sub> por subdivisões do setor de Tratamento de Resíduos no Brasil por atividade, entre os anos de 1990 e 2020.....	58
<b>Figura 5.1</b> – Municípios brasileiros e Regiões Metropolitanas que possuem Inventários Municipais de Emissão de GEE publicados e disponibilizados.....	69
<b>Figura 5.2</b> – Quadro dos municípios brasileiros que elaboraram Inventários Municipais de Emissão de GEE até o presente momento, e respectivos anos de publicação.....	70

<b>Figura 5.3</b> – Projeção histórica da elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE no Brasil, entre os anos de 2000 e 2022.....	72
<b>Figura 5.4</b> – Quadro dos setores considerados pelas capitais brasileiras na elaboração Inventários Municipais de Emissão de GEE, e respectivos anos de publicação e edição.....	80
<b>Figura 5.5</b> – Quadro das metodologias utilizadas pelos capitais brasileiras na elaboração Inventários Municipais de Emissão de GEE, e respectivos anos de publicação.....	88
<b>Figura 5.6</b> – Perfil completo do ranking dos inventários municipais de emissão de GEE ao atendimentos aos parâmetros indicadores de qualidade.....	97

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 5.1</b> – Ranking dos inventários municipais de emissão de GEE ao atendimentos aos parâmetros indicadores de qualidade.....	95
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AFOLU	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (em inglês)
BAU	<i>Business as Usual</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BUR	Relatório Bienal de Atualização (em inglês)
C	Carbono
cCr	<i>Carbon Climate Registry</i>
CDP	<i>Carbon Disclosure Project</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CFCs	Clorofluorcarbonetos
CH <sub>4</sub>	Gás metano
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CIMV	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima e o Crescimento Verde
CMMCE	Comitê sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2e</sub>	Equivalência de Dióxido de Carbono
COP	Conferência das Partes (em inglês)
COV	Compostos orgânicos voláteis
COVNM	Compostos orgânicos voláteis não metano
CRF	Marco Comum de Reporte (em inglês)
DARS	<i>Data Attribute Rating System</i>
EIIP	<i>Emission Inventory Improvement Program</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária

FBMC	Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
FE	Fator de Emissão
FGV EAESP	Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas
FOD	Método de Decaimento de Primeira Ordem
FORCLIMA	Fórum de Mudanças Climáticas de Fortaleza
GCoM	Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (em inglês)
GEE	Gases de Efeito Estufa
GgCH <sub>4</sub>	Gigagrama de CH <sub>4</sub>
GgCO <sub>2</sub>	Gigagrama de CO <sub>2</sub>
GgN <sub>2</sub> O	Gigagrama de N <sub>2</sub> O
GPC	Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa (em inglês)
GtCO <sub>2</sub>	Bilhões de toneladas de CO <sub>2</sub>
GtCO <sub>2e</sub>	Bilhões de toneladas de CO <sub>2e</sub>
GWP	Potencial de Aquecimento Global (em inglês)
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
IEAP	Protocolo de Análise de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Governo Local Internacional (em inglês)
IEMA	Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INDCs	Contribuições Pretendidas, Determinadas em Níveis Nacionais (em inglês)
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (em inglês)
IPPU	Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (em inglês)

ISO	Organização Internacional de Normatização (em inglês)
LEDS	Estratégias de Desenvolvimento de Baixas Emissões (em inglês)
LULUCF	Setor de Uso da Terra, Mudanças no Uso da Terra e das Florestas (em inglês)
MC	Comprometimento de Metano (em inglês)
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MtCO <sub>2e</sub>	Milhões de toneladas de CO <sub>2e</sub>
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
NBR	Norma Brasileira
NDCs	Contribuições Nacionalmente Determinadas (em inglês)
NH <sub>3</sub>	Amônia ou amoníaco
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrogênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PEMC	Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais
PFCs	Compostos perfluorados
PIB	Produto Interno Bruto
PNA	Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima
PNMC	Política Nacional sobre a Mudança do Clima
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROCLIMA	Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo
PRODES	Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite
RPE	Registro Público de Emissões

RVA	Avaliação de Vulnerabilidade de Risco (em inglês)
SECAP	Plano de Ação pelo Clima e Energia Sustentável (em inglês)
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa
SF <sub>6</sub>	Hexafluoreto de enxofre
SIN	Sistema Interligado Nacional
SIRENE	Sistema de Registro Nacional de Emissões
TgCH <sub>4</sub>	Teragrama de CH <sub>4</sub>
TgCO <sub>2</sub>	Teragrama de CO <sub>2</sub>
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (em inglês)
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
Utre	Unidades de Tratamento de Resíduos Sólidos
WBCSD	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (em inglês)
WRI	<i>World Resources Institute</i>



## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios enfrentados atualmente. As emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera trazem diversos impactos, sejam no bem-estar social e/ou ao meio ambiente. São exemplos disso, a perda da biodiversidade de fauna e flora, períodos intensos de seca e/ou de calor extremo, incêndios, aumento do nível do mar, inundações, declínio de recifes de corais, e até mesmo, perdas de vidas (BOEHM; CARTER; LEVIN, 2022).

De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (AR6), lançado em 2022, se o aquecimento terrestre, entre os anos de 2030 e 2052, ultrapassar o valor estimado de 1,5°C, serão observados efeitos muito mais severos e irreversíveis do que atualmente. Estima-se que 350 milhões de pessoas enfrentarão escassez de água até 2030, e até 14% das espécies de animais terrestres estarão em risco de extinção. Ainda segundo o relatório, é previsto que ao ultrapassar o limite de aquecimento de 1,5°C, aumenta-se a probabilidade de eventos de alto impacto, como a morte massiva de florestas, o que transformaria sumidouros essenciais de carbono em fontes de emissão, e o aumento à exposição aos perigos de populações pobres e vulneráveis, e a consequente restrição de sua habilidade de se adaptar às mudanças climáticas (IPCC, 2022). Assim, torna-se importante que entes federativos se comprometam e adotem ações de combate às mudanças climáticas, desenvolvendo políticas efetivas e adequadas que colaborem para a resiliência urbana.

Na 26ª Conferência das Partes (COP) ocorrida em novembro de 2021, em Glasgow, Escócia, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir em 50% suas emissões de carbono até 2030, atualizando sua meta anterior de 43% do Acordo de Paris, além de assinar a Declaração dos Líderes sobre Florestas e o Compromisso Global de Metano (AGÊNCIA BRASIL, 2021a). Durante a conferência, estiveram presentes representantes de algumas cidades brasileiras, como Salvador, Curitiba, São Paulo, Rio de Janeiro, Niterói, e especialmente, Belo Horizonte, demonstrando que governos estaduais e municipais têm assumido cada vez mais o papel de protagonista nas discussões climáticas, comprometendo-se a reduzir os investimentos em combustíveis fósseis e mitigarem suas emissões de GEE até 2030. Além disso, em 2021, Minas Gerais tornou-se o primeiro estado da América Latina e do Caribe a aderir à campanha *Race to Zero* tendo o objetivo

de alcançar emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até o ano de 2050 (MINAS GERAIS, 2021). A partir disso, São Paulo – primeiro estado a legislar sobre a campanha, Pernambuco, Pará e outras doze cidades brasileiras, e cem empresas, também assinaram a campanha em compromisso no Brasil (MACHADO, 2021).

Assim, visando a criação de subsídios para definição de metas e mecanismos de atuação, alguns municípios têm adotado a publicação de Inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE), como instrumento de diagnóstico e proposição de ações de mitigação e adaptação climática, e como um dos mecanismos fundamentais que asseguram a responsabilidade signatária do país. Desse modo, torna-se importante avaliar as particularidades dos inventários municipais brasileiros, publicados por capitais e regiões metropolitanas até o presente momento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral da pesquisa é avaliar os inventários municipais de gases de efeito estufa publicados por capitais e regiões metropolitanas brasileiras no período de 2005 a 2022.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Levantar os municípios brasileiros que possuem inventários de gases de efeito estufa publicados e disponibilizados;
- Avaliar as características e abordagens metodológicas adotadas nos inventários de gases de efeito estufa pelas capitais e regiões metropolitanas dos estados brasileiros;
- Analisar comparativamente os inventários de gases de efeito estufa publicados e disponibilizados pelas capitais e regiões metropolitanas brasileiras;
- Verificar as fragilidades e limitações dos inventários de GEE das capitais e regiões metropolitanas brasileiras, e propor melhorias e recomendações;
- Contribuir para demonstrar a importância dos inventários municipais de GEE como instrumentos de gestão ambiental e norteador de políticas públicas.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Mudanças climáticas e emissões globais**

As mudanças climáticas podem ser compreendidas como modificações dos padrões climáticos da Terra, ao longo do tempo, constituindo um dos maiores desafios dentre os problemas globais. Este fenômeno tem origens nas atividades naturais e se intensifica nas atividades antrópicas, especialmente após as mudanças dos padrões produtivos, ascensão da tecnologia e do novo moderno modelo de vida humana, impactando nos ecossistemas, recursos naturais, infraestrutura e assentamentos humanos, nos meios de subsistência, na saúde, na segurança, e nos fluxos migratórios (CAMPELLO; LIMA, 2018).

Os efeitos da intensificação das alterações do clima possuem consequências dificultadoras para a sociedade como, por exemplo, o aumento do custo dos alimentos, que se dá pela instabilidade da produção dos mesmos e pela frequência de extremas ondas de calor e secas, em escala global, que reduzem sua produtividade (ONU, 2021b). Outro impacto importante resultante de episódios extremos do clima é a degradação da terra. Dentre os anos de 1961 e 2018, houve o aumento, em média, de 1% ao ano de terras áridas durante a seca. Em 2015, cerca de 500 milhões de pessoas viviam em áreas que sofreram desertificação entre as décadas de 1980 e 2000, sendo cada vez mais afetadas negativamente pelas mudanças climáticas (ONU, 2020).

As consequências sobre a saúde humana também podem ser observadas, pois grandes concentrações de gases suspensos, dificultam a respiração por parte da população, especialmente os mais suscetíveis, como idosos e crianças, ocasionando e estimulando diversas doenças respiratórias e cardiovasculares (IPCC, 2020).

O efeito estufa é um fenômeno natural responsável pela manutenção da vida terrestre. É um processo físico de retenção de uma certa quantidade dos raios solares que atingem a superfície terrestre, por meio da camada de Gases de Efeito Estufa (GEE). Estes gases são emitidos para atmosfera, oriundos da queima de combustíveis, que em excesso, contribuem para a acentuação deste fenômeno e, conseqüentemente, para o aumento da temperatura média global. Majoritariamente são eles: CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás

metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), CFCs (clorofluorcarbonetos), HFCs (hidrofluorcarbonetos), PFCs (compostos perfluorados) e SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre).

Cada GEE possui um Potencial de Aquecimento Global, denominado pela sigla em inglês GWP (*Global Warming Factor*), que é uma medida da quantidade em que este gás contribui para o aquecimento global. Ele pode ser determinado pela comparação entre o potencial de aquecimento de uma determinada quantidade de gás e a mesma quantidade de CO<sub>2</sub>. O cálculo do GWP é realizado levando em consideração tanto seu impacto para o aquecimento global quanto o período de permanência do gás na atmosfera, e é expresso em termos de Equivalência de Dióxido de Carbono (CO<sub>2e</sub>) (BITTENCOURT *et al.*, 2018 e ICLEI, 2009).

O CO<sub>2e</sub> é uma unidade padrão utilizada para comparar emissões de vários GEE baseado em seu impacto sobre o aquecimento terrestre. Seu cálculo pode ser feito pela multiplicação entre toneladas emitidas de GEE pelo GWP (IPAM AMAZÔNIA, 2015).

A concentração destes gases na atmosfera tem crescido ao longo dos anos como uma consequência, principalmente, das atividades de 10 principais países que, no ano de 2018, totalizaram mais de 65% das emissões totais mundiais, um total de 32.056,14 MtCO<sub>2e</sub><sup>1</sup>, são eles: China, Estados Unidos, Índia, União Europeia, Rússia, Indonésia, Brasil, Japão, Iran e Alemanha. Em 2018 foram emitidas mundialmente 48.939,71 MtCO<sub>2e</sub> (CLIMATE WATCH, 2022a).

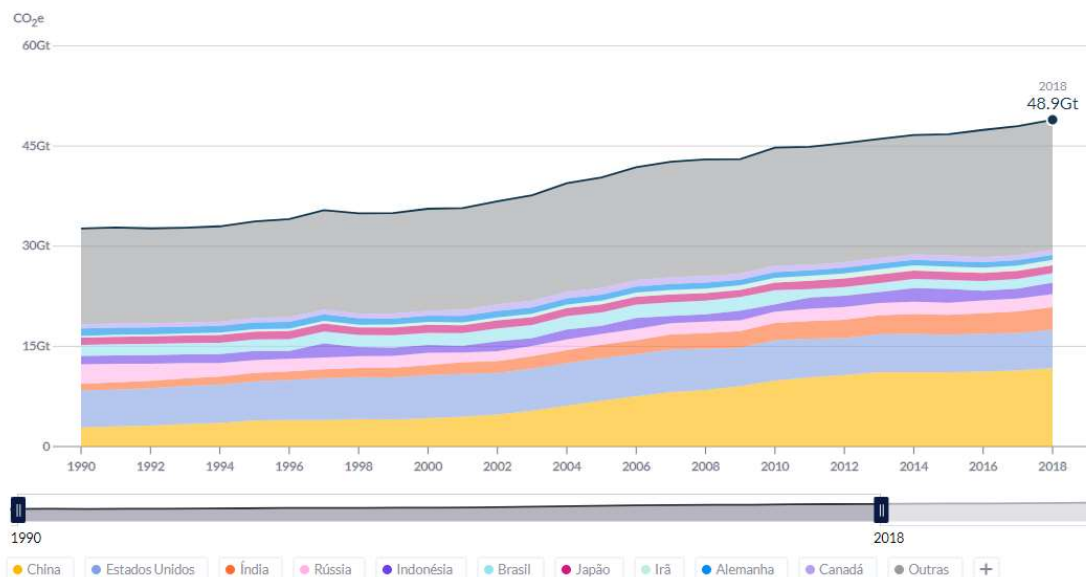
Historicamente, as emissões de GEE foram lideradas pelos Estados Unidos, entre os anos de 1990 e 2004, sendo ultrapassado pelo intensivo processo produtivo desenvolvido pela China, que até o presente momento permanece na liderança e em constante crescimento, apresentando em 2018 o total de 12,94 GtCO<sub>2e</sub><sup>2</sup> emitidos. Outro país que tem ganhado destaque desde 2006 entre os maiores emissores é a Índia, gerando cerca de 29% de aumento do lançamento de gases na atmosfera entre 2007 e 2012, devido ao crescimento no setor de Energia, pela queima de carvão mineral para a geração de eletricidade e o uso de transportes (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2016). Em 2018, suas emissões

<sup>1</sup> Milhões de toneladas de CO<sub>2e</sub>.

<sup>2</sup> Bilhões de toneladas de CO<sub>2e</sub>.

contabilizaram 3,35 GtCO<sub>2e</sub>, a frente da Rússia, Indonésia e Brasil (CLIMATE WATCH, 2022a) (Figura 3.1).

**Figura 3.1** – Histórico mundial de emissões de CO<sub>2</sub> equivalente, por país, entre os anos de 1990 e 2018.



Fonte: Climate Watch (2022b).

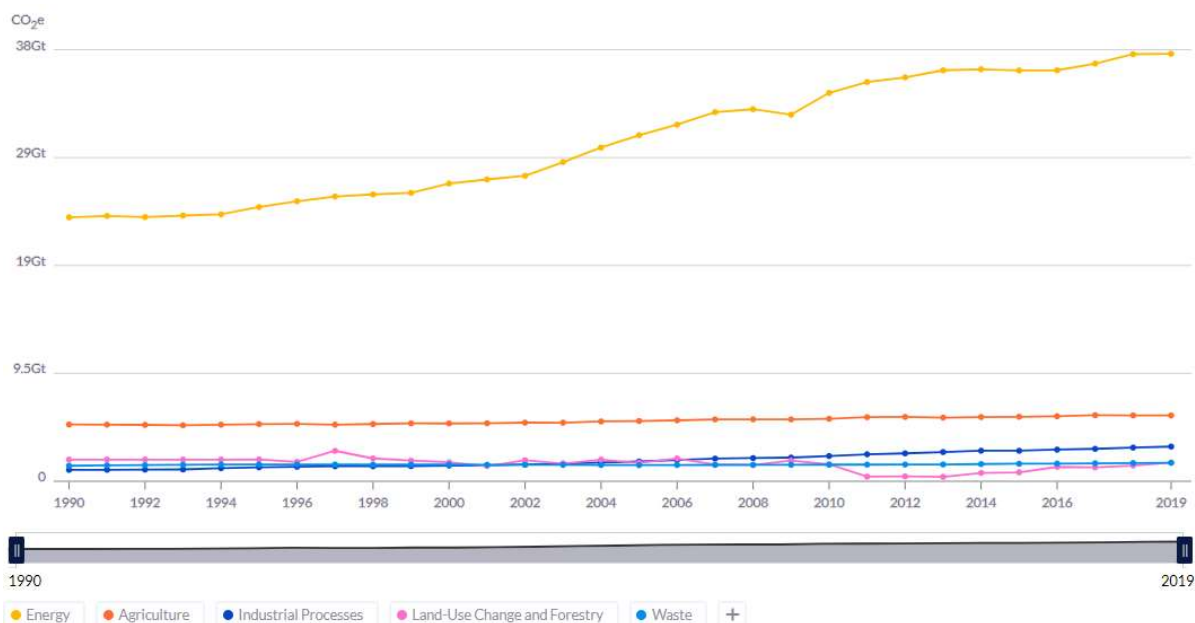
Das emissões totais mundiais, o setor de Energia é responsável por cerca de 73%, mantendo-se em liderança desde 1990 e atingindo seu pico em 2018, com 37,22 GtCO<sub>2e</sub>. Este setor, inclui as emissões dos subsetores de geração de eletricidade e calor, responsável pela maior parte das emissões em 2016, emitindo cerca de cerca de 15 GtCO<sub>2e</sub> (30% do total do setor), seguido do subsetor de transporte e manufatura, que juntos emitiram 14 GtCO<sub>2e</sub> neste mesmo ano.

Entre os anos de 2013 e 2016, devido a adoção ao carvão natural, a partir do carvão, e o aumento do uso de fontes renováveis, o subsetor de eletricidade e calor apresentou redução de suas emissões, aumentando novamente nos anos seguintes (FRIEDRICH; GE, 2020).

Os outros principais setores são a Agropecuária, representando 12% das emissões mundiais totais, seguida do setor de Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas (6,5%), Processos Industriais de Produtos Químicos, Cimento e Outros (5,6%), e Resíduos (3,2%). O setor de Processos Industriais sofreu um grande crescimento de suas

emissões ao longo dos anos, 55%, como resultado do aumento do uso de refrigeração e ar-condicionado no últimos anos, bem como o subsetor de transporte, devido ao aumento do deslocamento e aquisição de automóveis desde 1990 (FRIEDRICH; GE, 2020) (Figura 3.2).

**Figura 3.2** – Histórico mundial de emissões de CO<sub>2</sub>e, por setores, entre os anos de 1990 e 2019.



Fonte: Climate Watch (2022).

Para o Brasil, o setor responsável pelas maiores emissões é o de Mudança de Uso da Terra e Florestas, representando 46,18% (997 MtCO<sub>2</sub>e) das emissões totais do país no ano de 2020 (SEEG, 2022).

## 3.2 Histórico das ações mundiais e brasileiras frente às mudanças climáticas

### 3.2.1 Histórico mundial

A década de 1970 foi marcada por impulsionar discussões sobre as questões ambientais e climáticas mundiais, ao fomentar debates internacionais. Diante disso, em 1972, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia. Esse evento tornou-se um marco histórico, por se tratar do primeiro grande encontro entre representantes das nações para a discussão de problemas

ambientais, organizada pelas Organizações das Nações Unidas (ONU) e pela tentativa de aprimorar as relações homem e meio ambiente (SÃO PAULO (Estado), 2021).

Diante das discussões desencadeadas nos anos seguintes e da necessidade de uma maior compreensão sobre o cenário climático mundial, a fim de haver esforços comuns em estabilizar e minimizar as emissões de GEE na atmosfera, em 1988, foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU. O IPCC é um órgão científico de análise das mudanças climáticas globais e seus efeitos, objetivando determinar metodologias e disponibilizar informações científicas, tecnológicas e socioeconômicas que estimulem os debates das agendas políticas (BRASIL, 2021a).

Em 1992, foi realizada no Rio de Janeiro, Brasil, a Rio 92, conferência responsável por nortear as ações de enfrentamento às mudanças do clima (BRASIL, 2021a; CAMPELLO; LIMA, 2018). Essa conferência foi marcada pela criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), um tratado internacional assinado e ratificado por mais de 175 países, para estabilização das concentrações de GEE na atmosfera. Ele foi criado como uma recomendação do IPCC, visando estabelecer uma cooperação internacional sobre questões técnicas e políticas frente às mudanças climáticas, buscando a estabilização das emissões e seus efeitos socioeconômicos (BRASIL, 2021b?; CAMPELLO; LIMA, 2018; ONU, 2013).

A Rio 92 também foi marcada pela criação das Conferências das Partes (COP), uma associação entre países membros da UNFCCC, que se reúnem para discutirem a situação das variações climáticas do planeta, e atuam como órgão supremo de tomada de decisões, implementação e revisão de metas e ações dentro da esfera da UNFCCC (BRASIL, 2021b?; CAMPELLO; LIMA, 2018; ONU, 2013).

A primeira COP foi realizada em Berlim, Alemanha, em 1995, e a segunda em Genebra, Suíça em 1996, tendo como uma de suas principais decisões, a adoção de diretrizes para a inicialização da elaboração de Comunicações Nacionais pelos países desenvolvidos (pertencentes ao Anexo I) (CLIMA SOUTH, 2014). Os encontros subsequentes são realizados uma vez ao ano, atuando como um fórum de debate das questões climáticas que afetam a vida no planeta.



Diante deste cenário, a 3ª COP, realizada em Kyoto, Japão foi marcada pela elaboração do Protocolo de Kyoto, o primeiro tratado internacional de controle da emissão de GEE na atmosfera. Ele entrou em vigor apenas em 2005, após sua assinatura e ratificação por 55% do total de países-membros da UNFCCC (ONU, 2008) cujas emissões representassem pelo menos 55% das emissões globais totais. O Brasil aderiu ao protocolo voluntariamente em 2002.

Este tratado teve por objetivo a operacionalização da UNFCCC, por meio do compromisso de redução de emissões de GEE, principalmente por países desenvolvidos, em 5,2% em relação a emissões de 1990, entre o período de 2008 e 2012, e a proposição da criação de formas de desenvolvimento sustentável (ONU, 2008).

Outro ponto de destaque previsto pelo Protocolo de Kyoto foram os três mecanismos de flexibilização, para auxiliar os países membros da UNFCCC a atingir seus objetivos de redução de emissões, e na minimização de seus custos. São eles:

- a) **Comércio de Emissões:** permissão para que países tenham unidades de emissão a mais (emissões permitidas, mas não utilizadas) vendam este excesso para países que estão acima de suas metas e que buscam seu cumprimento (UNFCCC, 2022a).
- b) **Implementação Conjunta:** permissão para que um país com compromisso de redução ou limitação de suas emissões, ganhe unidades de redução de emissões a partir do Programa de Redução de Emissões (UNFCCC, 2022b).
- c) **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL):** prevê que países desenvolvidos ou de economia em transição para o capitalismo, possam comprar créditos de carbono resultantes de atividades de projeto desenvolvidas em qualquer país em desenvolvimento que tenha ratificado o tratado (BRASIL, 2022a?).

Por não conseguir alcançar as metas previstas para o período de 2008 a 2012, o chamado “primeiro período de compromisso”, durante a 18ª COP, em Doha, Qatar, foi adotada uma emenda ao Protocolo de Kyoto, estendendo seu período de compromisso até 2020 (COMISIÓN EUROPEA, 2022).

Outro marco da 3ª COP diz respeito à elaboração de Comunicações Nacionais, prevendo a adoção das diretrizes do *IPCC Guidelines* de 1996 para tal. No que diz respeito aos anos

seguintes, um resumo dos principais pontos discutidos entre a 4ª e 20ª COP pode ser observado na Figura 3.3.

**Figura 3.3** – Quadro de resumo dos principais pontos discutidos entre a 4ª e 20ª COP.

(continua)

<b>1998</b>	<p style="text-align: center;"><b>4ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Buenos Aires, Argentina e girou em torno da implementação e ratificação do Protocolo de Kyoto.</p>
<b>1999</b>	<p style="text-align: center;"><b>5ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Bonn, Alemanha e se destacou pelas discussões sobre os mecanismos de flexibilização do Protocolo de Kyoto e por debates sobre o uso da terra, da mudança no uso da terra e das florestas (LULUCF), o impacto das atividades humanas e o papel desempenhado pelas florestas e o uso da terra na redução das emissões de GEE.</p>
<b>2000</b>	<p style="text-align: center;"><b>6ª Conferência das Partes (COP) – Parte I</b></p> <p>Ocorreu em Haia, nos Países Baixos e precisou ser dividida em duas partes. Essa conferência foi marcada por discussões políticas sobre uma proposta dos Estados Unidos, para a permissão que áreas agrícolas e florestais fossem consideradas como sumidouros de carbono.</p>
<b>2001</b>	<p style="text-align: center;"><b>6ª Conferência das Partes (COP) – Parte II</b></p> <p>A segunda parte ocorreu em Bonn, Alemanha, depois que os Estados Unidos abandonaram o Protocolo de Kyoto, após os fracassos das discussões da conferência anterior.</p> <p style="text-align: center;"><b>7ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Marrakech, Marrocos, onde foram estabelecidos os Acordos de Marrakech um documento que contempla os resultados das discussões dessa conferência, que foram direcionados às últimas negociações sobre o Protocolo de Kyoto.</p>

Fonte: Adaptado de Ambiente Brasil (2022?); Clima South (2014); Instituto Socioambiental (2022?).

(continuação)

2002	<p style="text-align: center;"><b>8ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Nova Déli, Índia, sendo marcado pela adesão da iniciativa privada e de organizações não governamentais ao Protocolo de Kyoto e apresentou projetos para a criação de mercados de créditos de carbono. Outro destaque da 8ª COP diz respeito às Comunicações Nacionais, prevendo a adoção de novas diretrizes para a elaboração destes documentos por países em desenvolvimento (não pertencentes ao Anexo I).</p>
2003	<p style="text-align: center;"><b>9ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>A 9ª COP foi marcada pelo uso do Guia de Boas Práticas do IPCC para os stores de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF).</p>
2004	<p style="text-align: center;"><b>10ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Buenos Aires, Argentina. Nessa conferência foram aprovadas regras de implementação do Protocolo de Kyoto, que entrou em vigor no início do ano seguinte, após ratificação pela Rússia.</p>
2005	<p style="text-align: center;"><b>11ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>O evento correu em Montreal, Canadá, juntamente com a Primeira Conferência das Partes do Protocolo de Kyoto (depois da entrada em vigor do protocolo). A pauta esteve centrada do segundo período do protocolo, pós 2012.</p>
2006	<p style="text-align: center;"><b>12ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>O evento correu em Nairóbi, Quênia, e teve como principal compromisso a revisão de itens do Protocolo de Kyoto e a continuação de discussões técnicas sobre um novo acordo para o período pós-Kyoto.</p>
2007	<p style="text-align: center;"><b>13ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Bali, Indonésia, e foram estabelecidos compromissos verificáveis para a redução de emissões causadas por desmatamento das florestas tropicais para o acordo que substituirá o Protocolo de Kyoto. A 13ª COP também foi marcada pela adoção do Sistema Nacional de Inventários de GEE, por países em desenvolvimento.</p>

Fonte: Adaptado de Ambiente Brasil (2022?); Clima South (2014); Instituto Socioambiental (2022?).

(continuação)

<b>2008</b>	<p style="text-align: center;"><b>14ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Poznan, Polônia, e discutiu um possível acordo climático global.</p>
<b>2009</b>	<p style="text-align: center;"><b>15ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Copenhague, Dinamarca, e consolidou o tema climático nas agendas públicas, corporativas e da sociedade civil. Mas não conseguiu fechar um acordo global entre os países para diminuir as emissões após 2012.</p>
<b>2010</b>	<p style="text-align: center;"><b>16ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Cancún, México, no qual uma série de acordos foram fechados. Entre eles, a criação do Fundo Verde do Clima, para administrar os financiamentos de países desenvolvidos, para ações frente às mudanças climáticas.</p> <p>A 10ª COP também estabeleceu que países em desenvolvimento deveriam apresentar um Relatório Bienal de Atualização (BUR) a cada 2 anos, a partir de dezembro de 2014.</p>
<b>2011</b>	<p style="text-align: center;"><b>17ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Durban, África do Sul, e mais de 190 países que compõem a Convenção-Quadro das Partes da ONU se comprometeram a empreender ações para conter o aumento da temperatura no mundo, limitada em 2°C, e reconheceram a necessidade de minimizar os problemas decorrentes das mudanças climáticas.</p> <p>A 17ª COP também estabeleceu os mecanismos de financiamento para preparação de inventários de GEE. Além disso, foram adotadas diretrizes conforme a UNFCCC para o BUR.</p>
<b>2012</b>	<p style="text-align: center;"><b>18ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Doha, Qatar, com a participação de representantes de 190 países. As negociações se encerraram com um acordo fechado às pressas de combate ao aquecimento global até 2020.</p>

Fonte: Adaptado de Ambiente Brasil (2022?); Clima South (2014); Instituto Socioambiental (2022?).

(conclusão)

<b>2013</b>	<p style="text-align: center;"><b>19ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Varsóvia, Polônia. O desafio dessa conferência era antecipar questões e debates a serem levados para a COP 21, em Paris, em 2015.</p> <p>A 19ª COP prevê a iniciação ou intensificação dos preparativos de objetivos para a elaboração das Contribuições Pretendidas, Determinadas em Nível Nacionais (INDCs), e convida países em desenvolvimento a usar, de forma voluntária, as Diretrizes Gerais para medição doméstica, relatórios e verificação de ações de mitigação às mudanças climáticas.</p>
<b>2014</b>	<p style="text-align: center;"><b>20ª Conferência das Partes (COP)</b></p> <p>Ocorreu em Lima, Peru e tinha como objetivo definir as bases para um acordo geral sobre o clima a ser aprovado na COP 21, em Paris, em substituição ao Protocolo de Kyoto.</p>

Fonte: Adaptado de Ambiente Brasil (2022?); Clima South (2014); Instituto Socioambiental (2022?).

Em 2012, além da 18ª COP, também foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio +20, na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, marcando os 20 anos da Rio 92. Esta conferência teve por objetivo a renovação do compromisso político e a definição de uma agenda de desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. Além disso, também se iniciou um processo de discussão e planejamento da construção de novos objetivos e metas comuns para o desenvolvimento mundial (BRASIL, 2011; GT AGENDA 2030, 2022?).

Em 2015, ocorreu em Paris, França, a 21ª COP em que foi assinado o novo acordo geral sobre o clima, em substituição ao Protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris. Ele é um tratado internacional de cooperação que possui compromissos de redução de emissões e cooperação entre os entes, visando suporte aos países em desenvolvimento e suas ações de mitigação e adaptação ao clima por financiamentos. O tratado estabelece a estrutura de monitoramento e a elaboração de relatórios de metas climáticas, além de marcar o início da transformação global para as emissões líquidas zero. Ele foi assinado e ratificado por 195 países, em 2016, prevendo o corte de suas emissões de GEE em 37% até 2025, com o indicativo de redução de 43% até 2030 (ONU, 2016).

As metas determinadas por cada país e seus compromissos de colaboração com a meta global de redução de emissões, foram elaboradas e publicadas por cada um, antes da 21ª conferência, visando fomentar a elaboração do Acordo de Paris. Estas metas são documentos denominados Contribuições Pretendidas, Determinadas em Níveis Nacionais (INDCs), e devem possuir ações capazes de limitar o aumento da temperatura média global a até 2°C. As INDCs são convertidas em Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) quando os países assinam e ratificaram este acordo. A soma das INDCs dos entes envolvidos, é fundamental para a determinação do futuro acordo climático a ser negociado e aprovado, nos anos seguintes (O ECO, 2015).

Ainda no ano de 2015, foi proposto aos países membros da ONU uma nova agenda de desenvolvimento sustentável, para os próximos 15 anos, denominada Agenda 2030, durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, realizada na sede da ONU em Nova York, Estados Unidos. Esta agenda é composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que representam um plano de ação global para eliminação da pobreza extrema e da fome, melhoria da qualidade da educação ao longo da vida, proteção do planeta e promoção de sociedades pacíficas e inclusas, além de estabelecer 169 metas a serem atingidas até o ano de 2030 (GT AGENDA 2030, 2015; UNICEF BRASIL, 2022).

O 13º ODS, direciona seus esforços ao combate às alterações climáticas, por meio de ações efetivas e urgentes ao enfrentamento de seus impactos. Assim, a partir da Agenda 2030, este ODS a) reforça a resiliência e a capacidade de adaptação aos riscos relacionados ao clima, e a catástrofes naturais em todos os países; b) integra medidas de alterações do clima em políticas, estratégias e planejamentos nacionais; e c) visa a melhoria na educação, no aumento de conscientização e capacidade humana e institucional frente à mitigação, adaptação, redução de impactos e alerta precoce das mudanças do clima (ONU BRASIL, 2022) (Figura 3.4).

**Figura 3.4** – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.



Fonte: GT Agenda 2030 (2022?).

Em 2016, foi realizada a 22ª COP, em Marrakech, Marrocos, com o objetivo de regulamentar os detalhes do Acordo de Paris. Os países participantes reafirmaram os compromissos de redução do aquecimento global e da elaboração de uma agenda de trabalho (DINIZ, 2016). No ano seguinte, em 2017 ocorreu em Bonn, Alemanha, a 23ª COP, marcada pela criação do *Powering Past Coal Alliance*, um grupo de 137 países, cidades, regiões e organizações, que possuem o objetivo de acelerar a eliminação do carvão como combustível fóssil, até 2050, liderado pelo Reino Unido e Canadá (TIMPERLEY, 2017).

A 24ª COP ocorreu em Katowice, Polónia, em 2018, sendo fundamental para a criação de instrumentos permissivos de cumprimento dos objetivos climáticos. Portanto, ações importantes foram estabelecidas, destacando-se a aprovação do “Livro das Regras” e a criação do Comitê de Cumprimento do Acordo de Paris, visando o monitoramento dos países no cumprimento das metas assumidas ao tratado em questão (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2018). Em 2019, foi realizada a 25ª COP, em Madri, Espanha, destacando-se por avanços no debate, especialmente no setor privado e pelos governos nacionais, regionais e locais (ONU, 2019b).

A 26ª COP, e última até o momento, prevista para ser realizada em 2020, ocorreu em novembro de 2021, devido a pandemia do Covid-19, em Glasgow, Escócia, e tinha por objetivo discutir a limitação do aumento da temperatura terrestre em 1,5°C até 2050, a proteção das comunidades e habitats naturais, a mobilização financeira para cumprimento de outras metas, e o trabalho em conjunto. Para isso, esperava-se a apresentação de metas ambiciosas de redução de emissões até 2030 alinhadas com o alcance de emissões zero líquidas até 2050, e a capacitação e incentivos aos países vulneráveis afetados pelas mudanças climáticas, pela mobilização de US\$ 100 bilhões em financiamento até 2020, por países desenvolvidos e instituições financeiras dos setores público e privado (ONU, 2021c).

A Conferência foi encerrada com o Pacto de Glasgow, que visa manter os esforços globais ao combate ao aquecimento global, prevendo a redução de emissões de carbono em 45% até 2030, em relação ao nível de 2010, e a obtenção de emissões líquidas zero. Além disso, o Pacto também prediz a aceleração da transição para energia de baixa emissão pelos países signatários, e a redução de subsídios aos combustíveis fósseis ineficientes, além da aprovação de regras para o mercado de carbono internacional e o financiamento ao grupo de países mais vulneráveis para perdas e danos, previstos desde 2009 até 2020 (MOUNTFORD *et al.*, 2021).

No que diz respeito a este financiamento, houve poucos avanços, visto que os países desenvolvidos são os maiores emissores de GEE. Foram apontados investimentos climático previstos até 2025, como por exemplo, pelo ministro escocês, que anunciou que o país investirá US\$ 1,3 milhão, para apoiar países em desenvolvimento a administrar perdas e danos. Os Estados Unidos e Canadá também anunciaram suas primeiras contribuições, e em seguida a Suíça, comprometendo-se a contribuir com US\$ 11 milhões (MOUNTFORD *et al.*, 2021).

Também foram discutidas medidas de proteção as florestas e o fim do desmatamento, e redução das emissões globais de metano. Assim, 100 países comprometeram-se em deter e reverter o desmatamento e a degradação de terras até 2030, por meio da assinatura da Declaração dos Líderes sobre Florestas, e em reduzir suas emissões de metano em pelo menos 30% até 2030, pelo Compromisso Global do Metano (FRASSON; GENIN, 2021).



Diante das expectativas sobre as discussões do evento, especialmente após o 6º Relatório de Avaliação publicado em 2021 pelo IPCC que aborda o crescente aquecimento terrestre ao longo dos últimos anos, observa-se que houve poucas discussões em aspectos importantes. No que tange as metas de redução de GEE, não foram elaboradas novas metas desde o Acordo de Paris, e em 2021 estas foram apenas atualizadas (THUSWOHL, 2021).

### 3.2.2 *Histórico brasileiro*

O Brasil é um país destaque em debates internacionais sobre as alterações climáticas. Como um dos 10 maiores emissores de GEE do mundo, possui ações frente às mudanças climáticas desde 1992, com a assinatura da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), no dia 9 de maio em Nova York (BRASIL, 1998). Além disso, no ano de 2000, foi criado o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) com o objetivo de conscientizar e mobilizar a comunidade brasileiras para discussões, e auxiliar a tomada de decisão sobre os problemas oriundo das emissões antrópicas de GEE, e seus efeitos (BRASIL, 2000a, 2017a).

Em 2007, por meio do Decreto nº 6.263 foi instituído o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima – CIM (atual Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima e o Crescimento Verde – CIMV), para orientar a elaboração, implementação, monitoramento e avaliação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e outras provisões, que foi instaurado em 2008 (BRASIL, 2007). Este plano visa incentivar o desenvolvimento e aprimoramento de ações de mitigação, por meio da identificação, do planejamento e da coordenação das mesmas, colaborando com seus compromissos mundiais de redução de emissões de GEE, além de criar condições internas para superação dos efeitos das alterações do clima, tornando-se uma base para atuação do país nesta temática (BRASIL, 2021c?).

Em 2009, foi instituída a Lei nº 12.187 da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), oficializando o compromisso brasileiro com a UNFCCC, que estabeleceu a primeira meta doméstica voluntária brasileira, de redução de emissões até 2020, após a 15ª COP (BRASIL, 2009a). Para isso, medidas foram tomadas, como a criação, em 2010, do 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), de acordo com o Decreto 7.390 de 2010. Este plano tem por finalidade a organização e o planejamento de ações a serem tomadas para a adoção de tecnologias de produção sustentáveis no setor agropecuário brasileiro (BRASIL, 2010, 2012, 2020a).

Outra medida de atuação, foi a implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), estabelecido pelo Protocolo de Kyoto, objetivando o desenvolvimento de projetos de redução e remoção de emissão de GEE, de maneira pioneira. A primeira atividade de projeto MDL ocorreu em 2004, por meio do Projeto de Energia a partir de Gases de Aterro Sanitário, pela empresa NovaGerar EcoEnergia Ltda (BITTENCOURT; BUSCH; CRUZ, 2018).

Ainda no ano de 2009, foi criado o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, inspirado no IPCC, objetivando fornecer avaliações científicas sobre as mudanças climáticas de relevância para o Brasil. Este Painel é uma criação entre o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério do Meio Ambiente, instituído por meio da Portaria Interministerial MCT/MMA n° 356 (BRASIL, 2009b; PBMC, 2011).

Já em 2012, foi criado o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), uma iniciativa do Observatório do Clima, como uma rede de entidades da sociedade civil, que possui o objetivo de discutir as mudanças climáticas no contexto brasileiro. Este Sistema objetiva a produção de estimativas anuais de emissões de GEE no Brasil, seus estados e municípios, documentos analíticos sobre a evolução destas emissões e servir como um portal online para disponibilização de métodos e dados (SEEG, 2019a).

No ano de 2015, foi publicado pelo Painel o estudo nacional “BRASIL 2040: cenário e alternativa de adaptação à mudança do clima” de análise dos impactos das mudanças climáticas em diversos setores brasileiros, que visa contribuir e dar subsídios aos debates sobre as alterações climáticas e seus efeitos (BRASIL, 2015).

Em 2016, o país ratificou o Acordo de Paris e apresentou suas INDCs para o cumprimento de suas metas. Além disso, instituiu o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), pela Portaria n° 150, de 10 de maio de 2016, como um instrumento de promoção

da redução da vulnerabilidade nacional às alterações climáticas, e gestão do risco associado a este fenómeno (BRASIL, 2016).

Dentre os compromissos assumidos junto à UNFCCC com a ratificação do Acordo, identifica-se a produção de Comunicações Nacionais, que visa a elaboração de Circunstâncias Nacionais e Medidas Previstas para a Implementação da Convenção, a Avaliação de Vulnerabilidade e Medidas de Adaptação, e por fim, a elaboração do Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE). Atualmente, o Brasil possui quatro edições, e o primeiro reporte foi realizado em 2004 apresentando emissões brasileiras referente ao período de 1990 a 1994, o segundo em 2010, demonstrando as emissões entre os anos de 1990 e 2005, o terceiro, em 2016, para os anos de 1990 e 2012, e o quarto e último, para os anos de 1990 e 2016. Estes reportes são elaborados pelo atual, Ministério de Ciência, Tecnologias e Inovações (BRASIL, 2022b?).

Em 2017, foi criado o Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), por meio do Decreto nº 9.172, de 17 de outubro de 2017, como um instrumento oficial de disponibilização de resultados do Inventário Nacional e Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlado pelo Protocolo de Montreal, objetivando conferir perenidade e acessibilidade a estes dados. Este Sistema foi desenvolvido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC) (BRASIL, 2017b).

Em 2021, o Brasil, durante a 26ª COP, assumiu o compromisso de zerar e reverter o desmatamento até 2030, por meio da Declaração dos Líderes sobre Florestas e estipulou o corte de emissões globais de metano de 30% em 2030, em relação aos níveis de 2020, com a assinatura ao Compromisso Global de Metano (AGÊNCIA BRASIL, 2021a). Além disso, o país formalizou a promessa de atingir suas emissões zero líquidas até 2050, e definiu nova meta de redução de emissões de 50% até 2030. Este compromisso é igual ao assumido pelo Brasil em 2015, estando com o mesmo nível de ambição de suas metas desde o Acordo de Paris. Isso se dá pelas alterações políticas no país, que acabam por priorizar outros assuntos em detrimento das mudanças climáticas.

O governo brasileiro também assumiu o compromisso de zerar o desmatamento ilegal até 2028, restaurar e reflorestar 18 milhões de hectares de florestas até 2030, alcançar neste mesmo ano a participação de 45% a 50% das energias renováveis na composição de sua matriz energética, recuperar 30 milhões de hectares de pastagens degradadas e incentivar a ampliação da malha ferroviária (FRASSON; GENIN, 2021).

Alinhado aos seus compromissos de redução de emissões de metano à 26ª COP, o governo brasileiro lançou em março de 2022, o Programa Nacional de Redução de Metano de Resíduos Orgânicos – Metano Zero, como parte da criação de uma nova economia verde ao país. O objetivo deste Programa é o aproveitamento energético e a utilização de resíduos ou produtos orgânicos como fontes de biogás e biometano, em destaque os resíduos sólidos urbanos e agrícolas (BRASIL, 2022c).

Um dos maiores desafios brasileiros para redução de suas emissões de GEE estão relacionados com o desmatamento, principalmente pela extinção em 2019 da Secretaria de Mudança do Clima e Florestas do Ministério do Meio Ambiente, e pelo engavetamento de planos de prevenção e controle do desmatamento (SEEG, 2020). De acordo o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite, o PRODES, e sua plataforma de estimativa de cálculo Terra Brasilis, as taxas brasileiras de desmatamento tem aumentado desde 2019, sendo estimado um valor de 13.235,00 km<sup>2</sup> para o ano de 2021, havendo um aumento de 21,97% (AGÊNCIA BRASIL, 2021b?; TERRA BRASILIS, 2022?).

Em âmbito estadual, observa-se a instauração de Políticas Estaduais de Mudanças Climáticas (PMEC) e a criação de programas de combates e adaptação aos impactos à variação do clima, como por exemplo, a criação Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo, o PROCLIMA. Este programa é responsável pela divulgação de informações, realização de seminários e simpósios, capacitação pessoal, participação e representação da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em reuniões referentes às mudanças climáticas, na colaboração com a esfera federal e na coordenação de elaboração de inventários estaduais de GEE do estado de São Paulo (SÃO PAULO (Estado), 2020).

Um outro exemplo, é o Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (PEMC), criado pelo estado de Minas Gerais, juntamente com a adoção de sua política climática. Este Plano visa a promoção da transição para a economia de baixo carbono, redução da vulnerabilidade às variações do clima no território mineiro, e a articulação com diferentes iniciativas governamentais (MINAS GERAIS, 2016). Além disso, em 2021, o estado de Minas Gerais foi o primeiro estado da América Latina e do Caribe a assinar a campanha *Race to Zero*, que visa a alcançar emissões líquidas zero de GEE até 2050 (BRABO, 2021; MINAS GERAIS, 2021).

O Fórum Estadual de Mudanças Climáticas também é outra ação promovida pelos estados brasileiros, com o objetivo de promover discussões estaduais a respeito das mudanças climáticas globais, e recolher subsídios para formulação de políticas públicas a serem implementadas. Até 2020, 18 estados brasileiros possuíam este mecanismo de governança climática, sendo eles: Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins (CDP, 2021).

Em âmbito municipal, é possível identificar algumas ações, como a instauração de Políticas Municipais de Combate ao Aquecimento Global e às Mudanças Climáticas, a criação de Comitês de Mudanças Climáticas, elaboração e estabelecimento de agendas climáticas e a publicação de Inventários Municipais de Emissões de GEE. Belo Horizonte foi o primeiro município brasileiro a criar seu Comitê sobre Mudanças Climáticas e Eficiência (CMMCE), em 2006 (PREFEITURA BELO HORIZONTE, 2018). Outro exemplo, é o município do Rio de Janeiro, que por meio do Decreto nº 46.079 de 11 julho de 2019 adotou o Programa Cidade pelo Clima, que visa apresentar uma nova governança climática para a cidade, objetivando a proposição, o planejamento e integração de ações e projetos de baixo carbono. Dentre suas ações, estão o Plano de Ação Climática, o Sistema e Monitoramento Climático e o Comitê Executivo de Mudanças Climáticas (RIO DE JANEIRO, 2019).

Um outro exemplo é o município de Fortaleza, que iniciou seu planejamento de adaptação climática em 2013, quando a cidade foi selecionada como modelo do Projeto Urban LEDS I, que auxilia em sua transição para uma economia de baixa emissão, resiliente, verde e inclusiva, por meio de planos e processos de desenvolvimento, sendo implementado

pelo Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI). Em 2014 foi criado o Fórum de Mudanças Climáticas de Fortaleza (FORCLIMA), em 2015, o Plano de Ações e Metas para Redução dos Gases de Efeito Estufa de Fortaleza e, em 2017, sancionada a Política Municipal de Desenvolvimento Urbano e Baixo Carbono (FORTALEZA, 2022?; URBAN LEDS, 2020a).

### **3.3 Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa**

O Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa pode ser compreendido como um instrumento de diagnóstico de emissões de GEE de uma organização, município, estado ou país. É um documento que identifica, coleta e analisa dados de quantificação das emissões de GEE, que devem ser apropriadamente documentados e reportados, conforme fronteiras e metodologias pré-estabelecidas (RATES, 2016).

Assim, objetivando a padronização dos cálculos e reportes de emissões, possibilitando a comparação entre diferentes abordagens, anos e setores, foram elaboradas diretrizes para o desenvolvimento destes documentos, por órgãos e entidades responsáveis. Os inventários, ao serem elaborados, tornam-se grandes mecanismos de gestão ao enfrentamento às mudanças climáticas, subsidiando a tomada de decisões mais efetivas à redução de emissões de GEE e seus impactos.

#### *3.3.1 IPCC Guidelines*

O *IPCC Guidelines*, ou Diretrizes do IPCC, para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, é uma série de documentos de orientação de boas práticas, elaborado a partir de um acordo internacional entre os países que estão na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), para a determinação de uma metodologia a ser seguida. A primeira versão foi publicada em 1996 pelo IPCC, atualizada em 2006 e revisada em 2019 (IPCC, 2006a).

Logo, de acordo com as diretrizes do IPCC, o Inventário Nacional de GEE pode ser compreendido como um documento composto por um conjunto de tabelas e relatórios, cobrindo gases e categorias relevantes à contextualização de um país, e a documentação das metodologias e cálculos realizados ao longo das estimativas de emissões (IPCC, 2019).

Assim, o *IPCC Guidelines* divide as potenciais fontes emissoras de GEE em um país, em cinco grupos distintos, conforme anexo A do documento. São eles:

**a) Setor de Energia:** este setor compreende principalmente à exploração e aproveitamento de fontes de energia primária, conversão de fontes de energia primária em formas de energia mais utilizáveis em refinarias e usinas de energia, transmissão e distribuição de combustíveis e uso de combustíveis em aplicações estacionárias e móveis (IPCC, 2006b).

**b) Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU – *Industrial Processes and Product Use*):** cobre as emissões de GEE que ocorrem a partir de processos industriais, do uso de gases de efeito estufa em produtos e de usos não energéticos de combustível fóssil carbono (IPCC, 2006c).

**c) Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU – *Agriculture, Forestry and Other Land Use*):** cobre emissões de GEE que ocorrem em florestas, terras agrícolas, pradaria, zonas húmidas, assentamentos e outras (IPCC, 2006d).

**d) Setor de Tratamento de Resíduos:** compreende a emissões de descarte de resíduos sólidos, tratamento biológico de resíduos sólidos, incineração e queima a céu aberto de resíduos, e o tratamento e descarga de águas residuais (IPCC, 2006e).

**e) Outros:** refere-se às emissões indiretas de GEE que se originam a partir dos NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrogênio) e da NH<sub>3</sub> (amônia ou amoníaco), excluindo-se as emissões da agricultura, que são previstas pelo setor AFOLU (IPCC, 2006a).

A metodologia de cálculo mais comum e simples utilizada, segundo o *IPCC Guidelines*, pode ser realizada ao combinar os Dados de Atividades e os Fatores de Emissão. Desse modo, o cálculo pode ser realizado conforme a equação 3.1 (IPCC, 2006a).

$$\text{Emissões} = \text{Dados de Atividade} \times \text{Fator de Emissão} \quad (3.1)$$

Os Dados de Atividade podem ser compreendidos como as informações sobre a extensão em que uma atividade humana ocorre, e os Fatores de Emissão, como os coeficientes qualificadores de emissões e remoções por unidade de atividade. Embora esta equação básica seja amplamente utilizada, ela pode ser modificada, em algumas situações, para que seja incluído outros parâmetros necessários à estimativa, e até mesmo substituída por outras metodologias mais complexas, que devem seguir os seguintes conceitos:

- a) **Boa Prática:** a fim de promover o desenvolvimento de inventários nacionais de gases de efeito estufa de alta qualidade, um conjunto de princípios metodológicos, ações e procedimentos foram definidos nas diretrizes anteriores e coletivamente referidas como boas práticas (IPCC, 2006a).
- b) **Tiers:** uma camada representa o nível de complexidade metodológica utilizada, sendo dividida em três (IPCC, 2006a).
- *Tier 1:* método utilizado é considerado mais simples, especialmente quando não há a disponibilidade do FE, ou limitação de Dados de Atividade (IPCC, 2006a);
  - *Tier 2:* metodologias utilizam fatores de emissões específicos do país, sendo mais exigente em termos de complexidade e requisitos de dados, em comparação ao nível 1 (IPCC, 2006a);
  - *Tier 3:* utiliza métodos de nível superior e é considerado mais preciso e exigente, que os níveis anteriores (IPCC, 2006a).
- c) **Dados padrão:** contemplam o uso dos métodos utilizados para o Tier 1, para todas as categorias. São projetados para uso nacional ou internacional, onde prontamente estão disponíveis estatísticas em combinação com os Fatores de Emissão fornecidos, e parâmetros adicionais (IPCC, 2006a).
- d) **Setores-chaves:** conceito utilizado para identificar as categorias que têm influência significativa no inventário, em termos de nível absoluto, tendências ou incertezas nas emissões e remoções. As categorias principais devem ser prioridades para países durante a alocação de recursos (IPCC, 2006a).
- e) **Árvores de decisão:** as árvores de decisão auxiliam, em cada categoria, o compilador de informações nas orientações propostas e ao selecionar a metodologia apropriada para suas circunstâncias, com base em sua avaliação das principais categorias (IPCC, 2006a).

O *IPCC Guidelines* também prevê que os inventários elaborados sigam alguns indicadores de qualidade, para que sejam passíveis de validação e comparação com outros documentos de mesma metodologia. São eles: **a) Transparência** – garantir que a documentação elaborada seja suficiente e clara, para que possam ser compreendidos por aqueles que não o elaboraram, e assegurados de que o documento atenda aos requisitos de boas práticas; **b) Completude** – garantir que as estimativas sejam relatadas para todas as categorias relevantes ao inventários; **c) Consistência** – garantir que as estimativas para



diferentes anos, inventários, gases e categorias sejam realizada de modo que as diferenças nos resultados de anos e categorias reflitam diferenças reais nas emissões; **d) Comparabilidade** – o inventário deve ser relatado de tal modo que permita sua comparação com inventários de outros países; **e) Precisão** – objetiva a minimização do grau de variação dos dados, garantindo que não haja um processo de superestimação e nem de subestimação (IPCC, 2006a).

Em nível estadual e municipal orienta-se a aplicação de uma adaptação desta metodologia, em caso da não existência de outra.

### 3.3.2 *Padrão Internacional para Determinação de Emissões de Gases de Efeito Estufa para Cidades - “Greenhouse Gas Standard”*

O *Greenhouse Gas Standard* é um documento de orientações e boas práticas, lançado em 2010, no 5º Fórum Urbano Mundial, no Rio de Janeiro, a partir de uma parceria entre o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU Habitat) e o Banco Mundial. Este Padrão visa a elaboração de inventários municipais de GEE, a aplicação de princípios e métodos desenvolvidos pelo IPCC, com exceção da atribuição territorial, que deve seguir o Protocolo de Gases de Efeito Estufa: Uma Norma Corporativa de Contabilidade, da *World Resources Institute* (CITIES ALLIANCE, 2010).

Segundo o documento, os inventários elaborados: a) Devem ser transparentes, consistentes, comparáveis, completos e exato; b) Devem ser suficientemente desagregados e consistentes para permitir o desenvolvimento de políticas eficazes; c) Deve ser utilizada a metodologia do *IPCC Guidelines* para determinar emissões de Energia (fontes fixas e móveis), de Processos Industriais e Uso de Produto (IPPU), de Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (AFOLU) e de Resíduos; d) Devem ser realizados anualmente, de acordo com o ano civil; e) Devem ser contabilizados os seis gases abordados pelo Protocolo de Kyoto - CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), CFCs (clorofluorcarbonetos), HFCs (hidrofluorcarbonetos), PFCs (compostos perfluorados) e SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre), e outros GEE, se relevantes; f) As emissões devem ser reportadas em termos de Equivalência de dióxido de carbono (CO<sub>2e</sub>), usando Potenciais de Aquecimento Global (GWP) publicados mais recentemente

pelo IPCC; g) Orienta-se que as avaliações de incerteza e garantia de qualidade dos inventários devam ser realizadas conforme as diretrizes do IPCC (CITIES ALLIANCE, 2010).

No que tange aos limites geográficos considerados por cada reporte, embora seja impraticável quantificar todas as emissões associadas aos diversos bens e materiais consumidos em um município, segundo o Padrão, os inventários urbanos devem incluir emissões fora dos limites da geração de eletricidade e aquecimento, emissões aéreas, marítimas e navais que transportem passageiros ou cargas para fora das cidades, e por fim, emissões do setor de Resíduos fora dos limites de geração dos mesmos. Informações de alimentação, combustíveis e materiais de construção consumidos dentro dos limites dos municípios, devem ser relatados como informações adicionais (CITIES ALLIANCE, 2010).

Este Padrão encoraja que todas as cidades com mais de 1 milhão de habitantes a utilizarem de suas boas práticas para elaboração e publicação de seus Inventários Municipais de Emissão de GEE. Cidades com uma população menor, devem utilizar de metodologias menos detalhadas (CITIES ALLIANCE, 2010).

A definição de escopos considerada nesta metodologia pode ser compreendida por:

**a) Escopo 1:** emissões de GEE que ocorrem dentro do limite territorial da cidade ou região local (CITIES ALLIANCE, 2010).

**b) Escopo 2:** emissões indiretas que ocorrem fora dos limites da cidade como resultado de atividades que ocorrem dentro da cidade, limitadas a apenas (CITIES ALLIANCE, 2010):

- Consumo elétrico;
- Aquecimento urbano;
- Vapor e refrigeração.

**c) Escopo 3:** outras emissões indiretas e emissões incorporadas que ocorrem fora da fronteira do município, como resultado das atividades da cidade, incluindo (mas não limitado a) (CITIES ALLIANCE, 2010):

- Perdas de transmissão e distribuição elétrica;
- Eliminação de resíduos sólidos;
- Incineração de resíduos;

- Tratamento de águas residuais;
- Aviação;
- Marinha;
- Emissões incorporadas a montante de usinas de energia;
- Emissões incorporadas em combustíveis;
- Emissões incorporadas em materiais de construção importados;
- Emissões incorporadas na água importada;
- Emissões incorporadas em alimentos importados.

O reporte pode ser feito pelo preenchimento de tabelas previamente desenvolvidas, conforme anexos B, C, D e E do *Greenhouse Gas Standard*.

### 3.3.3 *Protocolo de Análise de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Governo Local Internacional (IEAP)*

O IEAP é um documento desenvolvido pelo ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, uma rede global, fundada em 1990, composta por governos locais e regionais, comprometidos com o desenvolvimento urbano sustentável (ICLEI, 2022a). Essa metodologia tem por objetivo fornecer um conjunto de diretrizes para auxiliar governos municipais na quantificação de emissões de GEE de suas operações internas e de suas comunidades dentro de fronteiras geopolíticas. É o primeiro protocolo de adaptação desenvolvido para as cidades que possuem seus compromissos de mitigação da problemática do clima firmados à Convenção-Quadro (ICLEI, 2009).

Assim, visa a promoção da compreensão dos impactos causados pelos governos locais e pelas comunidades frente às mudanças climáticas; capacitar profissionais para o desenvolvimento de análises completas e precisas de emissões; apoiar a comparação entre diferentes comunidades; permitir a medição em direção às metas climáticas; fornecer métricas facilmente compreensíveis; permitir que outras redes e entidades definam requisitos de relatórios padronizados dentro do contexto do documento; e funcionar em conjunto com requisitos regulatório e emissões existentes ou potenciais oportunidades de certificação (ICLEI, 2009).

Os inventários desenvolvidos por meio da metodologia IEAP devem compreender duas partes: operações do próprio governo municipal e operações da comunidade. Para isso, alguns parâmetros devem ser considerados.

**a) Gases contabilizados:** durante a elaboração do inventário, devem ser consideradas emissões dos seguintes gases: CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), PFCs (perfluorados), HFCs (hidrofluorcarbonetos) e SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre) (ICLEI, 2009).

**b) Potencial de aquecimento global:** ao contabilizar as emissões de GEE, individualmente os gases podem ser convertidos em dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2e</sub>) a fim de se calcular em um único número o que representa a quantidade total gás sendo liberado que interfere no efeito estufa (ICLEI, 2009).

**c) Barreiras:** a definição de suas barreiras utiliza o conceito de controle e influência dos governos locais, onde se aplicam as barreiras organizacionais e geopolíticas (ICLEI, 2009).

**d) Fontes:** todas as fontes de emissão devem ser consideradas, de acordo com os princípios de relevância, integridade e consistência, de acordo com o contexto de cada governo local, não havendo limitações (ICLEI, 2009).

**e) Ano de base:** ano civil selecionado (ICLEI, 2009).

**f) Escopos:** os escopos de emissão podem ser divididos em três categorias (ICLEI, 2009).

- *Escopo 1:* fontes de emissão direta ou propriedade ou operadas pelo governo local;
- *Escopo 2:* fontes de emissão indireta limitadas a eletricidade, aquecimento urbano, vapor e refrigeração de consumo;
- *Escopo 3:* todas as outras emissões indiretas e incorporadas sobre as quais o governo local exerce controle ou influência significativa.

**g) Dados de Atividade:** medição relevante do uso de energia ou outros processos de geração de GEE (ICLEI, 2009).

**h) Fatores de Emissão:** podem ser compreendidos como valores utilizados para representar a quantidade de emissão de determinado gás, mediante a uma atividade associada à emissão do mesmo (ICLEI, 2009).

**i) Tiers:** representam o nível de complexidade metodológica e pode ser dividido em três níveis (ICLEI, 2009).

- *Tier 1*: metodologia utilizada para todas as categorias, deve ser projetada para usar prontamente estatísticas nacionais e internacionais, em combinação com Fatores de Emissão padrão e parâmetros adicionais fornecidos;
- *Tier 2*: este padrão requer um nível intermediário, maior complexidade e dados específicos locais;
- *Tier 3*: este padrão é o mais complexo e depende da utilização de dados mais específico.

As emissões podem ser calculadas assim como descrito para a equação 3.1 do *IPCC Guidelines*, e cada GEE pode ser convertido em dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2e</sub>), principal GEE, a fim de equivaler a uma única grandeza.

O IEAP foi utilizado por vários anos pelo ICLEI, sendo substituído em 2012 por uma adaptação do GHG Protocol para as cidades, o Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GPC).

#### *3.3.4 Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Escala Comunitária (GPC)*

O GPC é uma metodologia global de estimativa de emissões de GEE para cidades, como resultado da parceria entre o *World Resources Institute (WRI)*, o *C40 Cities Climate Leadership Group* e o ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade. O principal objetivo do GPC é ser um método robusto e claro que permite uma maior agregação e confiabilidade dos dados a serem inventariados (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).

Assim, para que os municípios possam utilizá-lo, o primeiro passo a ser feito é a definição das fronteiras do inventário, ou seja, a área geográfica a ser considerada, o período, os gases e as fontes de emissão. Qualquer limite geográfico poder ser usado para a metodologia do GPC, podendo se alinhar ao limite administrativo de um governo local, um distrito, uma combinação de divisões administrativas, uma região metropolitana, ou outras áreas geograficamente identificáveis (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).

O GPC é projetado para contabilizar emissões de GEE em um único relatório, e abrange os seis gases contemplados pelo Protocolo de Quioto CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás

metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), PFCs (perfluorados), HFCs (hidrofluorcarbonetos) e SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre). Assim, divide os potenciais setores emissores de GEE em seis grupos distintos e suas subdivisões:

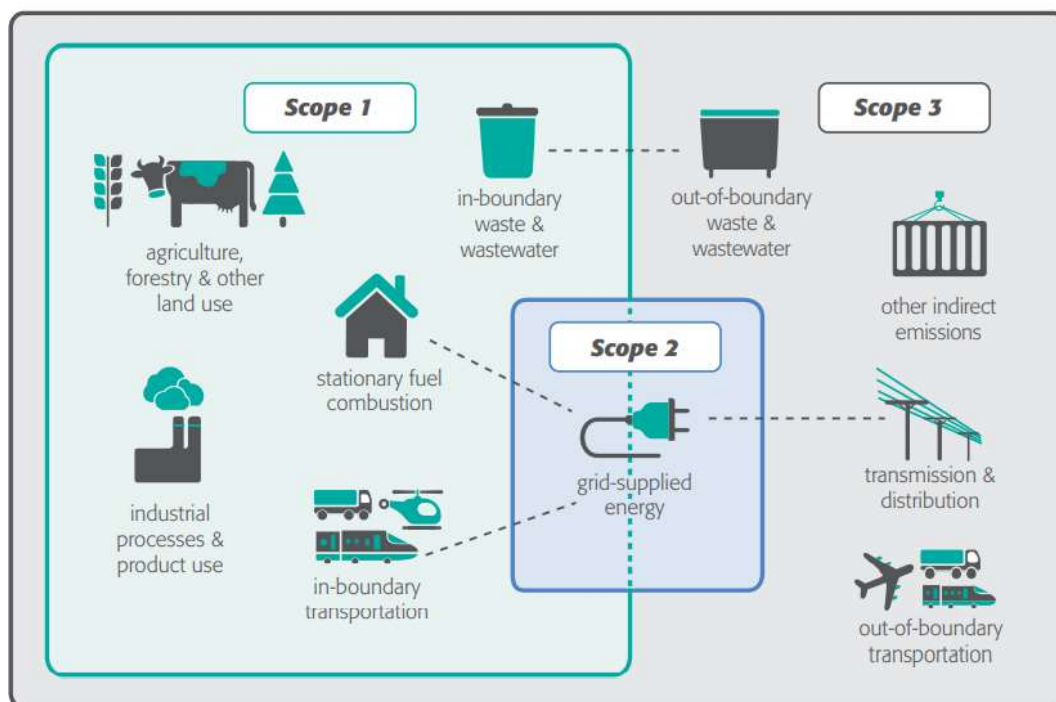
- a) **Setor de Energia Estacionária:** são consideradas emissões em prédios residenciais; edifícios e instalações comerciais e institucionais; indústrias de transformação e construção; indústrias de energia; atividades agrícolas, florestais e pesqueiras; emissões fugitivas da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão; e emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).
- b) **Setor de Transportes:** são consideradas emissões oriundas de transporte rodoviário, ferroviário, navegação, aviação e fora de estrada (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).
- c) **Setor de Resíduos:** são consideradas emissões oriundas de descarte de resíduos sólidos, tratamento biológico de resíduos, incineração e queima a céu aberto, e tratamento de efluentes (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).
- d) **Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU – *Industrial Processes and Product Use*):** são consideradas emissões oriundas de processos industriais e uso de produtos (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).
- e) **Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU – *Agriculture, Forestry and Other Land Use*):** são consideradas emissões oriundas de rebanhos, da terra e outros métodos de agricultura (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).
- f) **Outros:** quaisquer outras emissões que ocorram fora do limite geográfico como resultado das atividades da cidade (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).

Além da divisão por setores, o GPC também considera a divisão das fontes de emissões de GEE em um município, diante dos limites geográficos considerados em seu reporte. Assim, elas podem ser divididas em três escopos:

- a) **Escopo 1:** emissões de fontes localizadas dentro do limite a ser inventariado (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).
- b) **Escopo 2:** emissões de GEE que ocorrem como consequência do uso de eletricidade fornecida pela rede, calor, valor e/ou resfriamento dentro do limite a ser inventariado (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).

c) **Escopo 3:** todas as outras emissões de GEE que ocorrem fora os limites da cidade, como resultado de atividades ocorrendo dentro dos limites a serem inventariados (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014) (Figura 3.5).

**Figura 3.5** – Fontes emissoras de GEE contempladas pelo GPC, separadas por escopo.



Fonte: Greenhouse Gas Protocol (2014).

Ao reportarem suas emissões, cada município possui a possibilidade de escolher dois níveis de relatório: BASIC ou BASIC+. O nível BASIC corresponde ao reporte de emissões de escopo 1 e 2, ou seja, os setores de energia estacionária, transporte e resíduos. Já o nível BASIC+ corresponde ao reporte de dados mais desafiadores, contemplando também as emissões de IPPU e AFOLU (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).

O GPC estabelece requisitos e diretrizes para o cálculo e reporte de emissões de acordo com o *IPCC Guidelines* de 2006, ou seja, o GPC não requer metodologias específicas para a produção dos dados de emissão, mas determina alguns pontos importantes, como a definição das fronteiras, escopos, setores e os gases a serem inventariados.

O GPC também já foi substituído, a partir de 2019, pela metodologia dos Relatórios Comuns do Pacto Global de Prefeitos (CRF) para elaboração de inventários municipais.

### 3.3.5 *Relatórios Comuns do Pacto Global de Prefeitos (CRF)*

O CRF é um documento de orientação de cálculo de emissões de GEE de municípios, elaborado com base no Guia de Inventários de Emissões utilizada pelo Pacto de Prefeitos Europeu e no Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Escala Comunitária (GPC). Ambos se referenciam nas orientações estabelecidas pelo *IPCC Guidelines* (GLOBAL CONVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY, 2018).

O CRF é um conjunto padronizado de requisitos de relatórios que se aplicam a todos os convênios regionais do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GCoM), uma aliança entre cidades e governos locais mundiais para promoção e apoio de ações voluntárias de combate as alterações climáticas, objetivando um futuro resistente ao clima e com baixas emissões. O CRF é a primeira estrutura que permite que cidades de todas as formas e tamanhos utilizem de uma única abordagem harmonizada para compartilhar informações sobre ações climáticas, garantindo uma avaliação, definição de metas, planejamento e monitoramento destas ações (GLOBAL CONVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY, 2018).

Assim, o CRF contempla os princípios gerais necessários para que governos locais realizem as estimativas e reportem suas emissões de GEE por parte de suas atividades e comunidades: a) O inventário deve ser relevante para a situação local e regional e considerar todas as categorias de fontes de emissões, além de comunicar todas as emissões que são significativas; b) A elaboração dos inventários deve ser feita com regularidades pelos governos locais, para permitir o monitoramento e acompanhamento dos impactos das ações climáticas e garantir a melhoria contínua de seus dados; c) Todos os Dados de Atividades, fontes de dados, metodologias, pressupostos, exclusões e desvios devem ser documentados (GLOBAL CONVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY, 2018).

No que diz respeito as fontes de emissões, devem ser inventariados pelo menos três setores principais:



- a) **Energia estacionária:** todas as emissões de GEE da combustão de combustível e do consumo de energia fornecida da rede em fontes estacionárias dentro do limite da cidade devem ser comunicadas (GLOBAL CONVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY, 2018).
- b) **Transporte:** todas as emissões de GEE da combustão de combustível e da utilização de energia fornecida da rede para transporte dentro do limite da cidade devem ser reportadas e desagregadas por modo: rodoviário, ferroviário, navegação marítima, aviação e não rodoviário (GLOBAL CONVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY, 2018).
- c) **Resíduos:** todas as emissões de GEE da eliminação e tratamento de resíduos e águas residuais geradas dentro do limite da cidade devem ser comunicadas e desagregadas por tipo de tratamento (GLOBAL CONVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY, 2018).

Os governos locais devem submeter o respectivo inventário ao Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GCoM) no prazo de dois anos após terem aderido a ele (GLOBAL CONVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY, 2018).

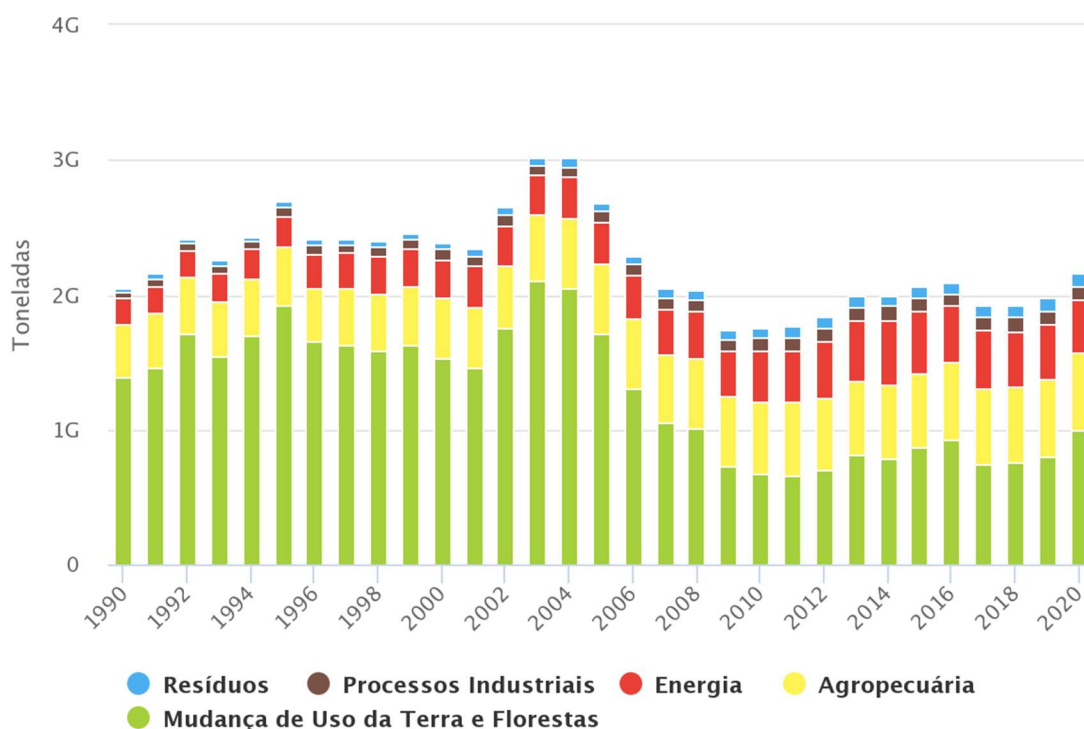
### 3.4 Perfil brasileiro de emissão de gases de efeito estufa (GEE)

O perfil brasileiro de emissão de GEE pode ser contemplado por meio das Comunicações Nacionais publicadas pelo Brasil até o presente momento e pelo SEEG. As Comunicações Nacionais seguem as diretrizes básicas do IPCC, dividido em quatro setores de atividades:

- a) Setor de Energia; b) Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU); c) Setor de Agropecuária; d) Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF); e) Setor de Resíduos.

As emissões totais brasileiras são majoritariamente oriundas dos setores de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas, e Agropecuária. Juntas, as fontes emissoras foram responsáveis por mais de 60% das emissões de GEE em 2016, e 72% em 2019, demonstrando a representatividade da atividade rural no Brasil (BRASIL, 2020b; SEEG, 2020) (Figura 3.6).

**Figura 3.6** – Perfil de emissões de CO<sub>2</sub>e do Brasil entre 1990 e 2020, dividido por setores.



Fonte: SEEG (2019b).

### 3.4.1 Setor de Energia

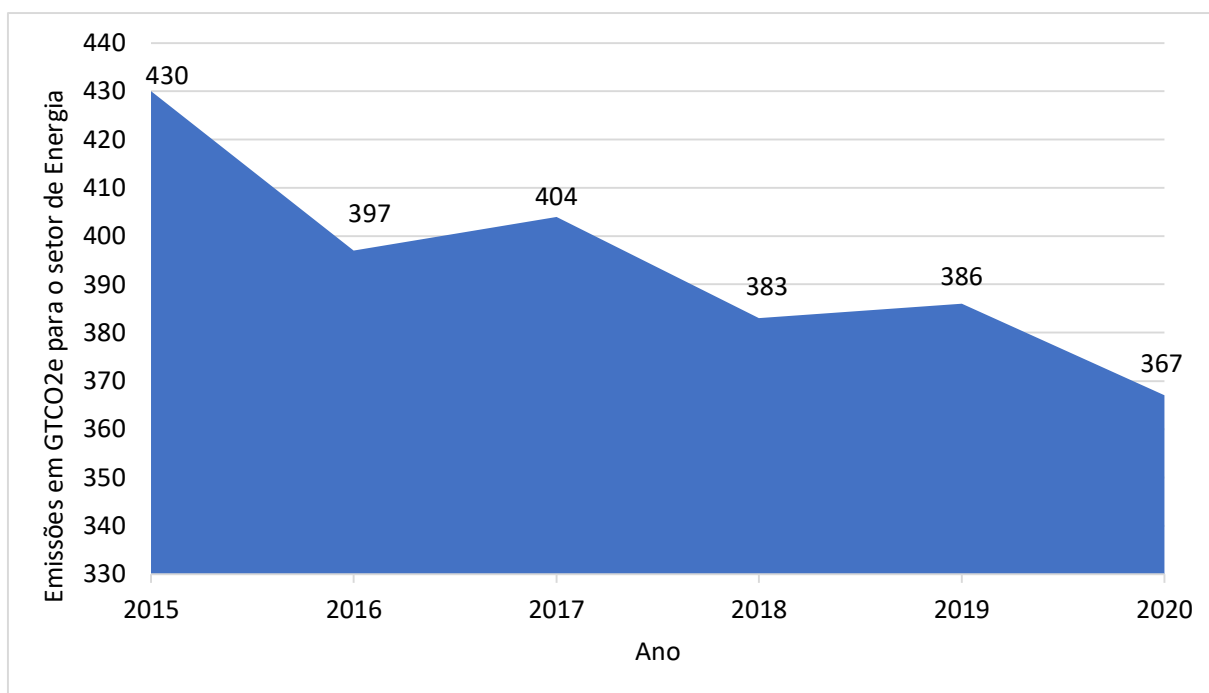
O setor de Energia é composto por todas as emissões antrópicas resultantes da queima de combustíveis e de fugas na cadeia produtiva, transformação, distribuição e consumo de energia. As atividades do setor podem ser divididas em: transportes, geração de eletricidade, consumo energético industrial, comercial, doméstico, comercial e público, pela agropecuária, e produção de combustíveis (SEEG, 2020).

Em 2000 foram contabilizadas emissões de 290 TgCO<sub>2</sub>, 388 GgCH<sub>4</sub> e 9,6 GgN<sub>2</sub>O, enquanto em 2005 houve um aumento para 314 TgCO<sub>2</sub>, 541 GgCH<sub>4</sub> e 12,1 GgN<sub>2</sub>O, apresentando um certo crescimento ao longo dos anos seguintes (BRASIL, 2000b). Os anos seguintes foram marcados pelo crescente aumento das emissões neste setor, havendo seu pico no ano de 2014, com um total de 479 GtCO<sub>2</sub>, seguindo de um retrocesso até 2020, contabilizando 393 GtCO<sub>2</sub>. Entre os anos de 1990 até 2019, as emissões oriundas deste setor cresceram 114% (BRASIL, 2010, 2020b; SEEG, 2019b).

O setor pode ser subdividido em queima de combustíveis e emissões fugitivas. No subsetor de queima de combustíveis estão inclusas emissões de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), CO (monóxido de carbono), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrogênio) e COVNM (compostos orgânicos voláteis não metano), relacionadas à oxidação do carbono durante a queima, seja para geração de energia ou no consumo final. Este subsetor apresenta 90% das emissões do setor de Energia (BRASIL, 2000b).

Desse modo, pode-se observar um aumento entre os anos de 1990 e 2014, sendo 2014 o ano historicamente de maiores emissões contabilizadas, um total de 453 GtCO<sub>2e</sub>. Nos anos seguintes houve uma pequena redução. A série histórica para o setor de Energia, entre os anos de 2015 e 2020, pode ser observada na Figura 3.7.

**Figura 3.7** – Série histórica de emissões em GtCO<sub>2e</sub> para o setor de Energia, entre os anos de 2015 e 2020.

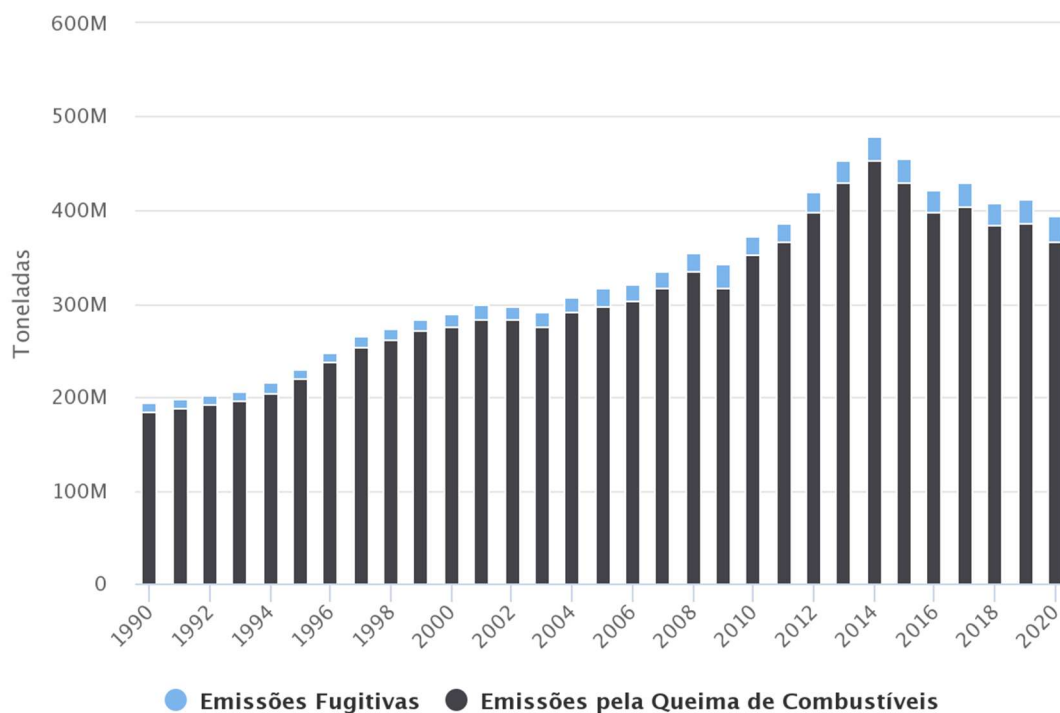


Fonte: Adaptado de SEEG (2019b).

No subsetor de emissões fugitivas estão inclusas emissões relacionadas aos GEE pelo processo de mineração, estocagem, processamento e transporte de carvão mineral, e durante o processo de extração, transporte e processamento de petróleo e gás natural. Estas emissões são contabilizadas como fugitivas pois não estão diretamente associadas consumo útil do combustível (BRASIL, 2000b). Desse modo, pode-se observar que as emissões deste subsetor são extremamente menores se comparadas às emissões pela

queima de combustíveis. Os anos que apresentaram as maiores emissões são 2020 com 26,6 GtCO<sub>2e</sub>, e 2019 com 25,5 GtCO<sub>2e</sub> (Figura 3.8) (SEEG, 2019c).

**Figura 3.8** – Perfil de emissões de CO<sub>2e</sub> por subdivisões do setor de Energia no Brasil, entre os anos de 1990 e 2020.



Fonte: SEEG (2019c).

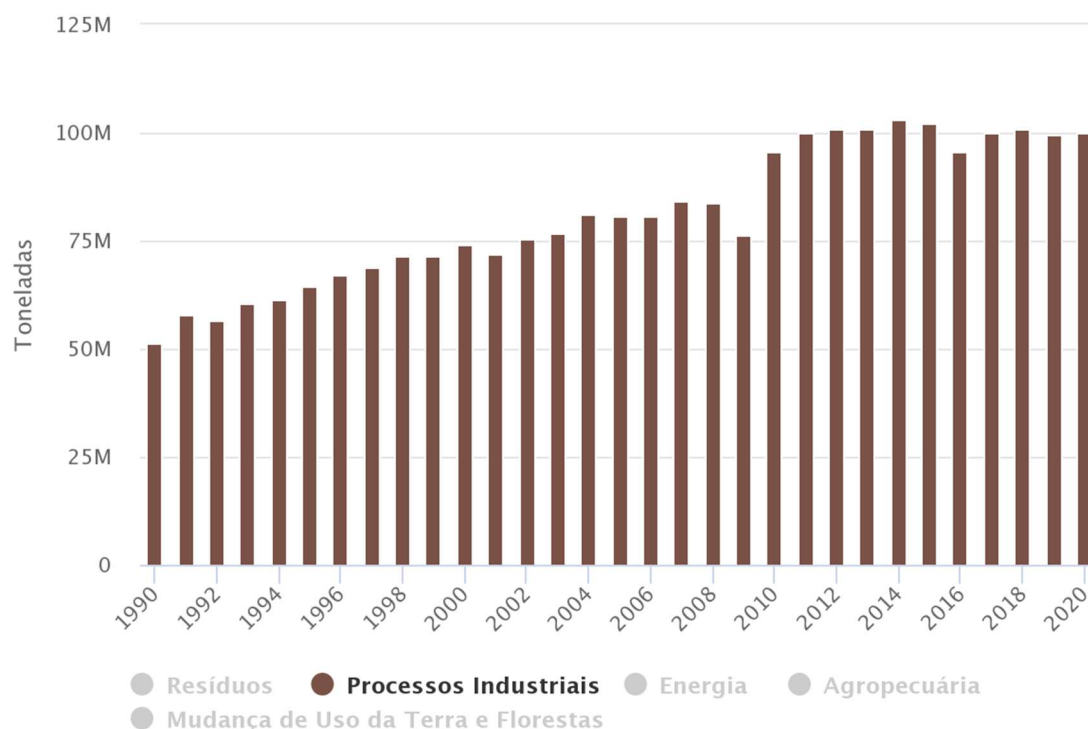
### 3.4.2 Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU)

O setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) possui emissões oriundas dos processos produtivos das indústrias, e que não são resultado da queima de combustíveis. As atividades do setor podem ser divididas em: indústria mineral, indústria química, indústria metalúrgica, produtos não energéticos de combustíveis e solventes, indústria eletrônica, usos de produtos como substitutos para substâncias destruidoras da camada de ozônio, fabricação e uso de outros produtos e outros (BRASIL, 2020b).

O perfil de emissões deste setor foi marcado por uma grande redução das emissões no ano de 2009, sendo influenciada diretamente pela crise financeira internacional, alcançando um valor de 76 GtCO<sub>2e</sub>. No ano de 2000, este setor emitiu cerca de 63 TgCO<sub>2</sub>, 20 GgN<sub>2</sub>O e 8,9 GgCH<sub>4</sub>, que se devem, respectivamente, a produção de ferro-gusa, aço,

cimento e cal; produção de ácido adípico; e a indústria química. Enquanto, em 2005, houve um aumento para 65 TgCO<sub>2</sub>, 23 GgCH<sub>4</sub> e 9,2 GgN<sub>2</sub>O, observando um crescimento nos anos seguintes (BRASIL, 2010) (Figura 3.9).

**Figura 3.9** – Perfil de emissões de CO<sub>2</sub>e para o setor de Processos Industriais brasileiro por atividade, entre os anos de 1990 e 2020.



Fonte: SEEG (2019d).

### 3.4.3 Setor de Agropecuária

O setor de Agropecuária brasileiro é de extrema importância para a economia do país, devido às extensões territoriais agricultáveis e disponíveis para pastagem, ocupando a posição de destaque no mundo. Desse modo, é um dos setores de maior porcentagem total de emissões ao longo dos anos (BRASIL, 2000b, 2020b).

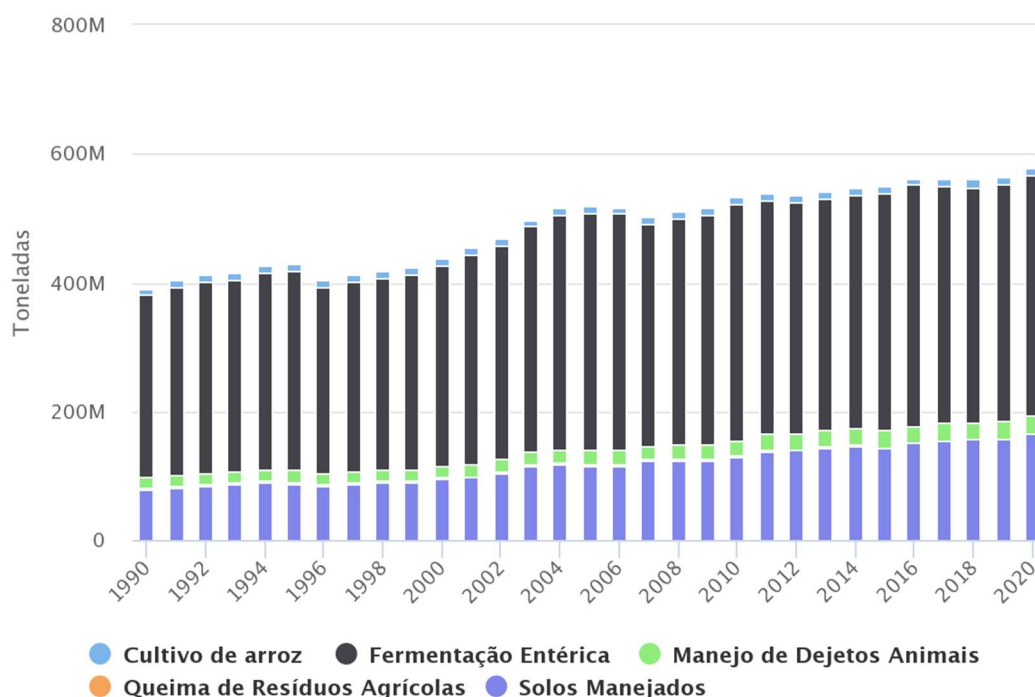
Em 2000 foram contabilizadas 10,8 TgCH<sub>4</sub> e 393 GgN<sub>2</sub>O, alcançando 12,8 TgCH<sub>4</sub> e 476 GgN<sub>2</sub>O em 2005, e podendo observar um aumento de 6,3% entre o ano de 2010 e 2016 (BRASIL, 2000b, 2010, 2020b). Desde então, o setor tem apresentado pouca alteração na representatividade de suas emissões, havendo um aumento de 1,1% entre os anos de 2018 e 2019 (SEEG, 2020).

O setor pode ser subdividido em cultivo de arroz, fermentação entérica, manejo de dejetos animais, queima de resíduos agrícolas e solos manejados. O subsetor de fermentação entérica é caracterizado pelos processos digestivos naturais de animais ruminantes, e é responsável por cerca de 60% das emissões totais de CO<sub>2e</sub> do setor de Agropecuária. Isso se dá, devido à grande atuação da atividade pecuária no Brasil, alcançando em 2020 os maiores índices de emissão, em 372 GtCO<sub>2e</sub>, sendo o subsetor que mais contribuiu com as emissões totais (SEEG, 2019e).

Em 2020, os subsetores de solos manejados e manejo de dejetos animais, responderam respectivamente às emissões de 166 GtCO<sub>2e</sub> e 26,6 GtCO<sub>2e</sub>, e representaram 32,2% e 24,8% das emissões totais do setor. Ao longo dos anos, ambos os subsetores demonstraram um expressivo crescimento, sendo 2020 o de maior pico (SEEG, 2020, 2019e).

Já o subsetor de cultivo do arroz apresentou entre os anos de 1990 e 2020 uma certa variação de suas emissões, relacionada às variações de produção deste insumo no país. Por fim, o subsetor de queima de resíduos agrícolas foi o que apresentou expressivas reduções de emissões, que estão diretamente relacionadas com as práticas de corte mecânico da cana-de-açúcar e aproveitamento energético da biomassa, reduzindo assim o desperdício de matéria vegetal e energia (BRASIL, 2021d) (Figura 3.10).

**Figura 3.10** – Perfil de emissões de CO<sub>2e</sub> por subdivisões do setor de Agropecuária brasileiro por atividade, entre os anos de 1990 e 2020.



Fonte: SEEG (2019e).

#### 3.4.4 Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF)

O setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas pode ser nomeado como LULUCF em inglês, é o setor que possui maior emissões de GEE no Brasil. As atividades podem ser divididas entre florestas, agricultura, campo e pastagem, área alagada, assentamento, outras terras e produtos florestais madeireiros.

Em 2000, o setor somou cerca de 1.258 TgCO<sub>2</sub> e 1.259 TgCO<sub>2</sub> em 2005. O ano de 2004 foi o de maiores emissões, resultado do desmatamento recorde na Amazônia e no Cerrado durante o ano de 2003. Conforme a análise do SEEG, em 2019, 72% das emissões nacionais foram oriundas dessas atividades, sendo um dos fatores responsáveis, o aumento em 23% da taxa de desmatamento na Amazônia, e o aumento da população total de bovinos, além do uso de fertilizantes sintéticos e aplicação de calcário nos cultivos. Os altos valores observados são resultado das ações públicas frente aos efeitos das mudanças climáticas, e seus compromissos mundiais, como por exemplo, a extinção da Secretaria de Mudança do Clima e Florestas do Ministério do Meio ambiente, e o engavetamento de planos de prevenção e controle de desmatamento (BRASIL, 2020b; SEEG, 2020).

Segundo o Relatório Anual do Desmatamento no Brasil de 2019, foram detectados mais de 56 mil alertas de desmatamento que, ao todo, somaram 1.218.708 hectares distribuídos pelo Brasil, sendo mais comumente identificados no bioma da Amazônia, com quase 135 mil alertas, seguido da Mata Atlântica e Cerrado. Desse modo, em 2019, foram desmatados cerca de 3.339 de hectares por dia, em que 32% concentram-se apenas no estado do Pará (INPE, 2022?; MAPBIOMAS, 2019). Neste mesmo ano foram detectados 89.176 focos de queimadas no Brasil, apresentando um aumento de quase 335% no estado do Pantanal, pelos recorrentes episódios no período de seca, estando 43,6% acima da média registrada nos mesmos dias entre os anos de 1998 e 2018 (OLIVEIRA, 2019). Este aumento se deu diretamente pelas intensas ondas de calor oriundas dos impactos das alterações do clima, pela intensificação dos períodos quentes e secos.

**Figura 3.11** – Perfil de emissões de CO<sub>2</sub>e para o setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas por atividade no Brasil, entre os anos de 1990 e 2016.



Fonte: Brasil (2020b).

### 3.4.5 Setor de Resíduos

O setor de Resíduos contempla a disposição e tratamento de resíduos sólidos e líquidos, dividido em: disposição de resíduos sólidos, tratamento biológico de resíduos, incineração e queima a céu aberto de resíduos e tratamento e despejo de águas residuárias.

O perfil de emissões deste setor tem apresentado um aumento entre os anos de 1990 e 2020, em que, no ano 2000 foram observadas emissões de 1,7 TgCH<sub>4</sub> e 92 GgCO<sub>2</sub>



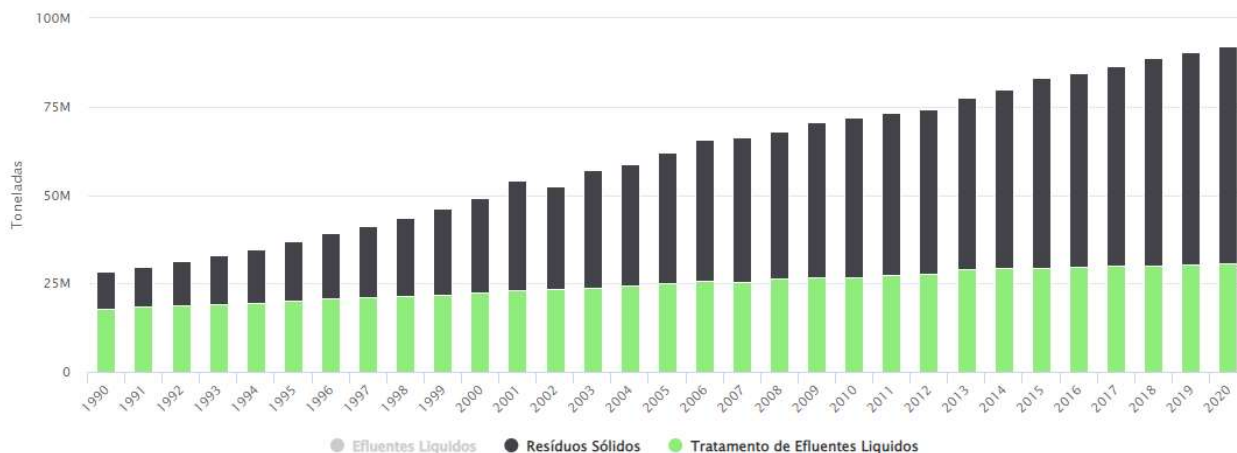
(BRASIL, 2010), e entre os anos de 2010 e 2016, com um aumento em 16,4% (BRASIL, 2020b; SEEG, 2020).

Desse modo, o setor pode ser dividido em resíduos sólidos e tratamento de efluentes líquidos. No subsetor de resíduos sólidos, de origem doméstica e industrial está diretamente relacionado com os hábitos brasileiros de consumo, e representa cerca de 65% das emissões totais do setor. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, entre os anos de 2010 e 2019 foi observado um crescimento da produção de resíduos sólidos, passando de 67 milhões de toneladas para 79 milhões de toneladas. Este aumento está diretamente relacionado com as novas dinâmica sociais, com a substituição do consumo em restaurantes por deliveries, por exemplo (ABRELPE, 2020). Consequentemente, também pode ser observado um crescimento nas emissões de CO<sub>2e</sub> entre este mesmo período, apresentando um aumento de 36% (SEEG, 2019f).

No subsetor de tratamento de efluentes líquidos observa-se um crescimento pequeno e linear nas emissões de CO<sub>2e</sub> ao longo do anos (SEEG, 2019f). Isso se dá principalmente pela falta deste tipo de serviço em mais de 45% da população brasileira, afetando assim, suas condições de saneamento básico.

A Figura 3.12 represente o perfil de emissões para este setor, entre os anos de 1990 e 2020.

**Figura 3.12** – Perfil de emissões de CO<sub>2</sub>e por subdivisões do setor de Tratamento de Resíduos no Brasil por atividade, entre os anos de 1990 e 2020.



Fonte: SEEG (2019f).

### 3.5 O papel das cidades

A urbanização é o processo de concentração urbana e consequente crescimento e desenvolvimento das cidades, que se tornam grandes centros globais de comunicação, comércio e cultura, concentrando a maior parte da população mundial e das atividades econômicas. De acordo com dados da ONU, em 2021, cerca de 56% da população mundial residia em centros urbanos (ONU, 2019c).

As cidades são grandes atrativos de bens e serviços, de oportunidades, de qualificação profissional e melhores qualidades de vida, que devido ao intenso processo de ocupação e dinamização de suas atividades, tem impactado em alterações do meio físico, que acabam por contribuir para as mudanças climáticas e seus efeitos. Essas alterações podem ser compreendidas pela redução da cobertura vegetal e impermeabilização do solo, pelo aumento excessivo de trânsito de veículos, impactando nas emissões de GEE deste setor, no consumo de água e energia, na produção de lixo e efluentes domésticos e na produção industrial, desencadeando fortes pressões sobre os recursos naturais e sérias consequências, como as ilhas de calor, poluição do ar, inundações, enchentes, dentre outras (PBMC, 2016).

Assim, a falta de planejamento e de uma gestão correta do desenvolvimento do espaço urbano, colocam as cidades em situações cada vez mais extremas, especialmente, as mais afetadas pelas mudanças do clima. Isso se dá, pelo condicionamento destes ambientes a

um quadro de fragilidade socioeconômica, que impede o enfrentamento às intempéries climáticas, resultando em situações de aumento de doenças, de insegurança alimentar, subnutrição, perdas materiais e na redução dos meios de produção e fontes de renda (IPCC, 2014). De acordo com estudos da ONU é previsto que, em 2050, as cidades abriguem cerca de 70% da população mundial (ONU, 2019c), tornando-se uma problemática ainda maior se medidas efetivas não forem tomadas.

De acordo com o Relatório “Mudanças Climáticas: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade” do IPCC, a resiliência pode ser definida como a capacidade de um sistema social ou ecológico de absorver distúrbios, mantendo uma estrutura básica e formas de funcionamento (IPCC, 2007). Diante das alterações climáticas e de seus impactos sociais, a resiliência urbana, pode ser compreendida como a capacidade de auto-organização e de adaptação natural do meio urbano, ao estresse e a mudança.

À vista disso, as cidades como detentoras da maior parcela populacional, possuem a capacidade de responder as questões climáticas em nível local, pois oferecem comunicação imediata e eficaz entre o público e os tomadores de decisão. Elas possuem capacidade de provocação de mudanças significativas, pois enquanto os governos nacionais lidam com questões geopolíticas, os governos locais mostram-se capazes de cooperar entre si. Ou seja, os municípios expressam as aspirações locais de forma mais efetiva e sucinta do que outros níveis governamentais, e podem agir diretamente na tomada de decisão para a mitigação de seus impactos (GÓMEZ; HOORNWEG; SUGAR, 2011).

Diante disso, as cidades possuem o papel fundamental na implantação de políticas públicas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, tornando os governos locais grandes responsáveis frente aos efeitos e impactos das alterações do clima, colaborando com a resiliência urbana, especialmente no que tange ao constante crescimento populacional e desenvolvimento das cidades e suas consequências socioambientais. Portanto, o papel das cidades é de reconhecer e gerir localmente sua responsabilidade mediante a este fenômeno, bem como atuar de maneira efetiva e coesa para mitigar seus impactos.

### *3.5.1 Ações mundiais*

Diante da responsabilidade e da representatividade das cidades frente às alterações do clima e seus efeitos sob a sociedade, ao longo dos anos foram desenvolvidos grupos, alianças e projetos entre municípios e governos locais do mundo todo, com o objetivo da promoção e do apoio às medidas de mitigação e adaptação a este fenômeno. Assim, construindo populações mais conscientes e resilientes.

### ***3.5.1.1 Projeto Promovendo Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono em Economias Emergentes (Urban LEDES)***

O Urban LEDES é um projeto global de ação multinível que tem por objetivo acelerar o desenvolvimento urbano de baixas emissões e a resiliência climática em mais de 60 cidades ao redor do mundo, auxiliando no combate às mudanças climáticas. É fruto de uma parceria entre o ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, ONU Habitat e financiado pela Comissão Europeia. Por meio do Urban LEDES são desenvolvidas Estratégias de Desenvolvimento de Baixas Emissões (LEDES) para cada município, trabalhando conjuntamente para implementar seus planos e o desenvolvimento de projetos-pilotos modelos de financiamento para a implementação do LEDES (ICLEI, 2022b).

Este projeto visa tornar o LEDES parte fundamental da política e planejamento urbano das cidades, e teve sua primeira edição entre os anos de 2012 e 2015, apoiando ao todo 37 cidades em 12 países diferentes. Foram firmados 58 compromissos climáticos, 30 inventários de GEE, mais de 60 projetos-pilotos implementados e 447 ações climáticas reportadas, sendo elas 334 de mitigação e 113 de adaptação. Outro grande resultado desta primeira versão foi o reporte de todas as cidades envolvidas no projeto no *Carbon Climate Registry* (cCR), uma plataforma de parceria entre o CDP e o ICLEI, de apresentação de um processo unificado para relatórios subnacionais de ação climática (URBAN LEDES, 2020b).

A segunda edição, denominada Urban LEDES II teve início no ano de 2017 e se mantém até os dias atuais, caracterizando-se como uma expansão do primeiro projeto. Esta nova etapa visa o apoio em uma revisão do progresso das ações municipais, com foco no desenvolvimento de propostas de projetos e busca de financiamento para implementação de planos de ação desenvolvidos na primeira fase. Atualmente possui a participação de

mais de 60 cidades, dentre elas: Fortaleza, Recife, Belo Horizonte, Betim, Curitiba, Porto Alegre, Rio de Janeiro e Sorocaba (URBAN LEDS, 2020c, 2020d).

### **3.5.1.2 Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GCoM)**

O GCoM é uma aliança global de cidades e governos locais, que atuam voluntariamente, comprometidos com a luta à mudança climática, reduzindo seus impactos inevitáveis e facilitando o acesso à energia sustentável e acessível para todos. Reúne mais de 120 países em seis continentes, representando quase 10% da população mundial, atuando como agentes de mudança e líderes na ação climática (GLOBAL COVENANT OF MAYORS OF CLIMATE AND ENERGY, 2018, 2022?).

O Pacto originou-se em 2017, a partir da junção do *Compact of Mayor* e o *Convent of Mayors*, duas iniciativas pioneiras de união de governo locais em prol de sociedades mais verdes (GLOBAL COVENANT OF MAYORS OF CLIMATE AND ENERGY, 2022?). Assim, por meio desta aliança, cidades e governos locais se comprometem voluntariamente no combate as alterações e consequências climáticas, refletindo os compromissos assumidos por seus respectivos governos nacionais, garantindo o cumprimento dos objetivos estabelecidos no Acordo de Paris. Assim, atua no suporte às cidades no estabelecimento de planos voluntários para combater as mudanças do clima e as emissões de GEE, e na preparação de ações de mitigação (GLOBAL COVENANT OF MAYORS OF CLIMATE AND ENERGY, 2018).

Os signatários ao GCoM se comprometem com a elaboração de Inventários Municipais de Emissões de GEE, o mapeamento de ameaças climáticas enfrentadas pelos municípios, o desenvolvimento de uma Avaliação de Vulnerabilidade e Risco (RVA) e do Plano de Ação pelo Clima e Energia Sustentável (SECAP) (GLOBAL COVENANT OF MAYORS OF CLIMATE AND ENERGY, 2018).

### **3.5.1.3 C40 Cities – Grupo de Grandes Cidades para Liderança Climática**

O *C40 Cities* é uma rede de prefeitos de quase 100 cidades líderes mundiais, que atuam conjuntamente na entrega de ações urgentes necessárias ao enfrentamento às mudanças climáticas. O grupo foi fundado em 2005, pelo prefeito de Londres, Ken Livingston e por 18 representantes de megacidades mundiais para a elaboração de um acordo sobre a redução cooperativa da poluição climática (C40 CITIES, 2022a).

O grupo possui os objetivos de criar a cooperação na redução de emissões de GEE e na promoção de ações em grupo entre empresas, administrações públicas e a sociedade, visando o combate às mudanças climáticas. Atualmente, possuem quatro vertentes de atuação: aumento da ambição climática, influência na agenda global, construção de um movimento a ampliação da ação climática, e dentre elas a elaboração de planos de ação, como por exemplo o Programa de Planejamento de Ação Climática da C40, que visa apoiar cidades ao redor do mundo na implementação de planos de ação climática alinhados com a meta de manter o aumento da temperatura global em 1,5°C (C40 CITIES, 2022b).

O *C40 Cities* representa mais de 700 milhões de cidadãos do mundo e um quarto da economia global, conectando 97 das maiores cidades do mundo na adoção de medidas climáticas. Os atuais presidentes do C40 são os prefeitos de Londres, Sadiq Khan e de Nova York, Michael R. Bloomberg. No Brasil, os representantes do grupo C40 são os municípios de Curitiba, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo (C40 KNOWLEDGE, 2022).

Em outubro de 2019 foi lançado o *C40 Knowledge Hub*, para fornecer às autoridades locais, fontes confiáveis de conteúdo, e projetado para que todas as cidades, inclusive as que não aderiram ao C40. O Hub visa equipar praticantes e formuladores de políticas públicas municipais, com informações práticas e ferramentas necessárias na condução de suas ações (C40 KNOWLEDGE, 2022).

#### **3.5.1.4 Race to Zero**

O *Race to Zero*, é uma campanha global, apoiada pela Organização das Nações Unidas (ONU), que visa reunir atores não estatais, incluindo empresas, cidades, regiões, instituições financeiras e educacionais, na tomada de medidas rigorosas e imediatas para reduzir pela metade as emissões globais até 2030. A campanha foi lançada em 2020, pelos *High-Level Climate Champions*, Nigel Topping e Gonzalo Munoz, com o objetivo de criar um impulso em torno da mudança para uma economia descarbonizada antes da 26ª COP (UNFCCC, 2022c).

No ano de 2021, as vésperas da 26ª COP, foi publicado o *Race to Zero Breakthroughs*, um documento que estabelece metas específicas de curto prazo para mais de 20 setores, que compõem a economia global, formando um plano de zero emissões líquidas de

carbono a ser utilizado por empresas, governos e pela sociedade civil, ao aderir à campanha. Este documento objetiva a aceleração dos setores frente às questões climáticas, sendo uma extração do *Climate Action Pathways*, conjunto de roteiros abrangentes para alcançar o Acordo de Paris em linha com 1,5°C em todos os setores (RACE TO ZERO, 2020a).

Atualmente, a campanha foi adotada por 1.049 cidades, 67 regiões, 5.235 empresas, 441 dos maiores investidores e 1.039 instituições de nível superior. No Brasil, dentre as cidades que participam do *Race to Zero* estão: Curitiba, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo, Belo Horizonte, Canoas, Conceição do Mato Dentro, Contagem, João Pessoa, Porto Alegre, dentre outras, totalizando 46 municípios brasileiros (RACE TO ZERO, 2020b). Todos aqueles que aderirem a campanha, estão comprometidos com a redução de suas emissões em todos os escopos de forma rápida e justa, segundo o Acordo de Paris, com planos de ação transparentes e metas robustas de curto prazo e automaticamente, se juntam aos países da *Climate Ambition Alliance*, reunião de países, empresas, investidores, cidades e regiões que trabalham para atingir emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> até 2050 (RACE TO ZERO, 2020a).

Atualmente, os *High-Level Climate Champions* juntamente com os membros da campanha, abriram uma consulta pública, solicitando informações e feedbacks que auxiliem a moldar o futuro do *Race to Zero*, e o lançamento de seus próximos passos. Desse modo, visam implementar os compromissos de seus membros e fortalecer suas ideias além da 26ª COP, acelerando a transição econômica para zero carbono (UNFCCC, 2022c).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Coleta de dados**

Visando o cumprimento dos objetivos deste trabalho, primeiramente, foi realizado o mapeamento dos municípios brasileiros que possuem publicação de Inventários Municipais de Emissão e Remoção de GEE. A pesquisa foi conduzida utilizando o Sistema de Relatório Unificado CDP-ICLEI, uma plataforma unificada de reportes municipais de ações climáticas, disponibilizado no site da *CDP Disclosure Insight Action*.

A CDP é uma instituição, sem fins lucrativos, que visa administrar o sistema de divulgação global de emissões para investidores, empresas, cidades, estados e regiões e, consequentemente, auxiliar no gerenciamento de seus impactos ambientais. Os dados municipais são coletados e publicados após o preenchimento por parte dos governos locais de um questionário anual (CDP, 2022).

Também foram realizadas buscas online em sites das prefeituras, de organizações responsáveis pelo setor, e ferramentas de pesquisas on-line. Para os municípios em que não foram encontradas documentações, realizou-se contato com o ICLEI, via e-mail.

Após a identificação dos municípios, foram coletadas todas as edições de seus respectivos inventários disponíveis online, totalizando 36 documentos.

### **4.2 Análise de dados**

Durante o processo de elaboração de inventários de emissão de GEE é de suma importância que sejam incorporadas orientações de boas práticas que auxiliem na produção de documentos de qualidade, que representem com precisão e transparência as estimativas de emissões (IPCC, 2000). Dessa forma, os inventários devem ser transparentes, documentados, consistentes ao longo do tempo, completos e comparáveis, que contemple as incertezas e que estas, sejam aprimoradas ao longo do tempo, e que sejam eficientes em seus usos futuros (BADER; BLEISCHWITZ, 2009).

Logo, o processo de análise de inventários de emissão de GEE permite identificar pontos positivos e fragilidades, a partir das metodologias de reporte utilizadas, para que estes documentos possam ser aprimorados e precisos na gestão de políticas públicas efetivas frente às mudanças climáticas. Logo, a etapa de análise de dados consistiu na leitura e



avaliação de cada documento coletado. Para isso, foi utilizado o software Excel®, a partir do desenvolvimento de uma planilha controle, com informações gerais e parâmetros, a serem avaliados.

Os inventários municipais coletados foram classificados e analisados individualmente, de acordo com a cidade que estes representam, estado, região do Brasil, ano de publicação, ano base inventariado, edição, apoiadores e parceiros, bem como, limites inventariados, gases contabilizados, escopos considerados, metodologia de estimativa de emissão de GEE, setores contemplados e indicadores de qualidade, conforme APÊNDICE A e B.

Esta etapa tem por objetivo fornecer o resumo das informações, identificar desafios e limitações existentes nas metodologias adotadas em cada reporte.

Para esta pesquisa foram considerados apenas os inventários das capitais e regiões metropolitanas brasileiras, devido à maior aderência e atuação nas ações frente às mudanças climáticas, e por abrigarem a maior parcela da população brasileira, e apenas os documentos publicados por fontes oficiais dos governo ou associadas a eles, totalizando 26 documentos (72,2% do total).

#### 4.2.1 Escopos

Para a análise dos escopos contemplados em cada inventário avaliado, foram consideradas as definições estabelecidas pelo *IPCC Guidelines 2006* e pela metodologia GPC. Desse modo, foram considerados como:

- a) **Escopo 1:** são as emissões de GEE que ocorreram dentro das fronteiras geopolíticas do município, por atividades originadas na cidade (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014; IPCC, 2018).
- b) **Escopo 2:** são as emissões de GEE que ocorreram fora das fronteiras geopolíticas do município, em função da geração de energia elétrica que foi consumida na cidade (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014; IPCC, 2018).
- c) **Escopo 3:** são as emissões de GEE que ocorreram fora das fronteiras geopolíticas do município, em função de outras atividades originadas na cidade tais como tratamento de resíduos e aeroporto (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014; IPCC, 2018).

#### 4.2.2 Setores

Para a análise dos setores considerados em cada inventário avaliado, também foram consideradas as definições estabelecidas pelo *IPCC Guidelines 2006* e pelo GPC, por serem metodologias de estimativa de emissão de gases mais comumente utilizadas e observadas durante esta análise (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014; IPCC, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e).

Assim, foram considerados os setores: Setor de Energia, que pode ou não estar desagregado em Energia Estacionária e Transportes, a depender da abordagem metodológica; o Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU); Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU); Setor de Tratamento de Resíduos e Setor de Uso da Terra, Mudança no Uso do Terra e Florestas (LULUCF).

#### 4.2.3 *Indicadores de Qualidade*

Os indicadores de qualidade são parâmetros de avaliação, e foram utilizados para fornecer informações aprofundadas sobre a etapa de avaliação dos documentos de reporte de emissões municipais. Para esta pesquisa, os indicadores de qualidade estão baseados na metodologia do *IPCC Guidelines 2006*, adaptada. São eles:

- a) **Transparência:** garantir que a documentação elaborada seja suficiente e clara, para que possam ser compreendidos por aqueles que não a elaboraram, e assegurados de que o documento atenda aos requisitos de boas práticas. Identificar e justificar quaisquer exclusões ou inclusões específicas, detalhamento de hipóteses com precisão, fornecimento de referências para as metodologias aplicadas e para as fontes de dados utilizadas.
- b) **Completeness:** garantir que as estimativas sejam relatadas para todas as categorias relevantes ao inventários. Assim, as cidades devem prestar contas de todas as fontes de emissões dentro do limite do inventário, e se ocorrer alguma exclusão de fontes de emissão, deve ser justificada e claramente explicada.
- c) **Consistência:** garantir que as estimativas para diferentes anos, inventários, gases e categorias sejam realizadas de modo que as diferenças nos resultados de anos e categorias reflitam diferenças reais nas emissões. Assim, as informações de GEE para todos os limites do inventário devem ser compiladas de forma a garantir que as informações agregadas sejam consistentes e comparáveis ao longo do tempo.

**d) Comparabilidade:** o inventário deve ser relatado de tal modo que permita sua comparação com outros inventários.

**e) Precisão:** objetiva a minimização do grau de variação dos dados, garantindo que não haja um processo de superestimação e nem de subestimação. Os dados devem ser suficientemente precisos, permitindo aos tomadores de decisões uma confiança razoável de que as informações relatadas possuem credibilidade. Assim, o processo de quantificação deve ser conduzido de forma a minimizar incertezas.

**f) Divulgação Pública:** visa analisar o acesso público aos inventários coletados.

Para esta avaliação, foram estabelecidas pontuações, de 1 a 3, conforme a abrangência de cada indicador nos documentos avaliados, de acordo com a seguinte definição:

1 – Não foi possível identificar este indicador de qualidade.

2 – Foi apresentada certa dificuldade para identificar este indicador de qualidade.

3 – Foi possível identificar com clareza este indicador de qualidade.

Após as análises individuais, foram conduzidas avaliações comparativas. Este processo de análise e comparação de inventários de emissão de GEE visa compreender as similaridades e divergências entre reportes elaborados por diferentes metodologias. Para isso foram considerados os indicadores avaliados anteriormente e o parâmetro de divulgação pública dos documentos coletados.

Esta etapa foi dividida em discursiva e quantitativa. A etapa discursiva discorre sobre pontos relevantes identificados em cada documento, enquanto a etapa quantitativa representa o somatório das pontuações de cada parâmetro para cada município, de acordo com as edições de seus inventários municipais. Quanto maior o valor encontrado, mais preciso e transparente são os dados contidos em cada documento, apresentando um inventário de melhor qualidade.

### 4.3 Entrevista

A terceira etapa da pesquisa, consistiu na realização de uma entrevista com a Isadora Buchala, Assistente de Projetos de Resiliência do ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, conduzida por meio do Microsoft Outlook, utilizado para trocas de e-mail.

Esta etapa da metodologia tem por objetivo compreender a atuação do ICLEI, organização internacional não governamental mais comumente identificado como apoiador dos governos locais frente às mudanças climáticas, especialmente para a prática de elaboração e publicação de Inventários Municipais de Emissão de GEE. Diante disso, objetiva-se compreender como a organização atua, o panorama municipal brasileiro de adesão e comprometimento com a elaboração de tais documentos, as dificuldades e pontos a serem aprimorados encontradas pelos governos locais para tal atividade, bem como seus compromissos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

As perguntas e respostas completas podem ser encontradas no APÊNDICE C.

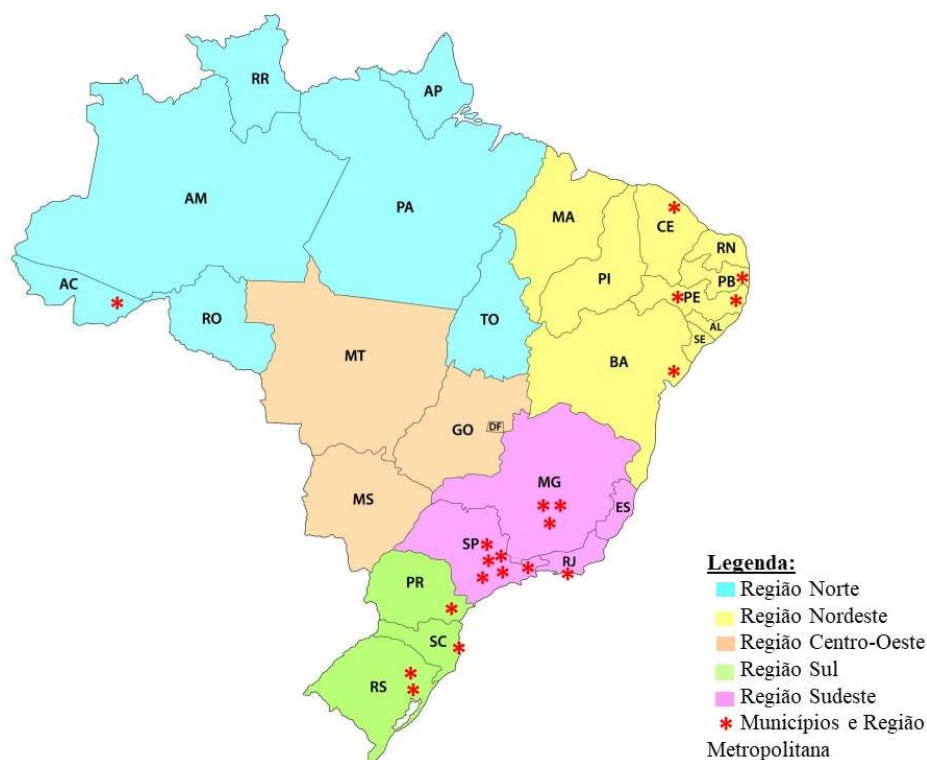
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Panorama dos municípios brasileiros que elaboraram Inventários Municipais de Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)

O panorama dos municípios brasileiros que elaboraram Inventários Municipais de Emissão de GEE até o presente momento, pode ser observado conforme as Figura 5.1 e 5.2. Ao todo, foram identificados e coletados 36 documentos, de 18 municípios brasileiros, 2 Regiões Metropolitanas, pertencentes a 11 estados brasileiros, de quatro regiões diferentes.

Observa-se que todas as capitais das regiões Sul e Sudeste possuem pelo menos uma edição de seus inventários municipais, menos o estado do Espírito Santo, totalizando 69,4% dos dados. A região Nordeste, que possui o maior número de unidades federativas, possui 10 inventários identificados e coletados, entretanto, referem-se a apenas cinco cidades. A região Norte possui apenas um reporte, do município de Rio Branco, Acre, e não foram encontrados inventários de GEE das capitais da região Centro-Oeste.

**Figura 5.1** – Municípios brasileiros e Regiões Metropolitanas que possuem Inventários Municipais de Emissão de GEE publicados e disponibilizados.



Fonte: Adaptado de ABC Distâncias (2022).

**Figura 5.2** – Quadro dos municípios brasileiros e Regiões Metropolitanas que elaboraram Inventários Municipais de Emissão de GEE até o presente momento, e respectivos anos de publicação.

(continua)

<b>Cidade</b>	<b>Estado</b>	<b>Região do Brasil</b>	<b>Anos de publicação</b>
Belo Horizonte	Minas Gerais	Sudeste	<a href="#">2009</a> , <a href="#">2012</a> , <a href="#">2015</a> , <a href="#">2020</a> e <a href="#">2021</a>
Betim	Minas Gerais	Sudeste	<a href="#">2020</a>
Campinas	São Paulo	Sudeste	<a href="#">2019</a>
Canoas	Rio Grande do Sul	Sul	<a href="#">2020</a>
Contagem	Minas Gerais	Sudeste	<a href="#">2020</a>
Curitiba	Paraná	Sul	<a href="#">2011</a> , <a href="#">2015</a> e <a href="#">2019</a>
Fortaleza	Ceará	Nordeste	<a href="#">2014</a> , <a href="#">2015</a> , <a href="#">2018</a> e <a href="#">2021</a>
Guaratinguetá	São Paulo	Sudeste	<a href="#">2015</a>
João Pessoa	Paraíba	Nordeste	<a href="#">2018</a>
Piracicaba	São Paulo	Sudeste	<a href="#">2011</a> e <a href="#">2014</a>
Porto Alegre	Rio Grande do Sul	Sul	<a href="#">2016</a> e <a href="#">2021</a>
Recife	Pernambuco	Nordeste	<a href="#">2015</a> , <a href="#">2017</a> e <a href="#">2020</a>

Fonte: A autora (2022).

(conclusão)

<b>Cidade</b>	<b>Estado</b>	<b>Região do Brasil</b>	<b>Anos de publicação</b>
Região do Grande ABC <sup>3</sup>	São Paulo	Sudeste	<a href="#">2017</a>
Região da Grande Florianópolis <sup>4</sup>	Santa Catarina	Sul	<a href="#">2014</a>
Rio Branco	Acre	Norte	<a href="#">2019</a>
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Sudeste	<a href="#">2011</a> e <a href="#">2015</a>
Salvador	Bahia	Nordeste	<a href="#">2020</a>
São Paulo	São Paulo	Sudeste	<a href="#">2005</a> , <a href="#">2013</a> e <a href="#">2022</a>
Serra Talhada	Pernambuco	Nordeste	<a href="#">2020</a>
Sorocaba	São Paulo	Sudeste	<a href="#">2020</a>

Fonte: A autora (2022).

A partir da coleta de dados, foi observado que o município com maior número de publicações de inventários municipais é Belo Horizonte, com cinco edições. Desde 2009, Belo Horizonte tem conduzido diferentes ações de planejamento, controle e mitigação de emissões de GEE, a partir de sua Política Climática, que institui a Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática, o Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência, a elaboração de inventários de GEE e proposição de ações de mitigação por meio do Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa (PREGEE) (BELO HORIZONTE, 2021). Outro município que se destacou foi Fortaleza, com quatro edições de seus inventários municipais de GEE. A capital cearense, desde 2013, tem intensificado

<sup>3</sup> Municípios de Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul.

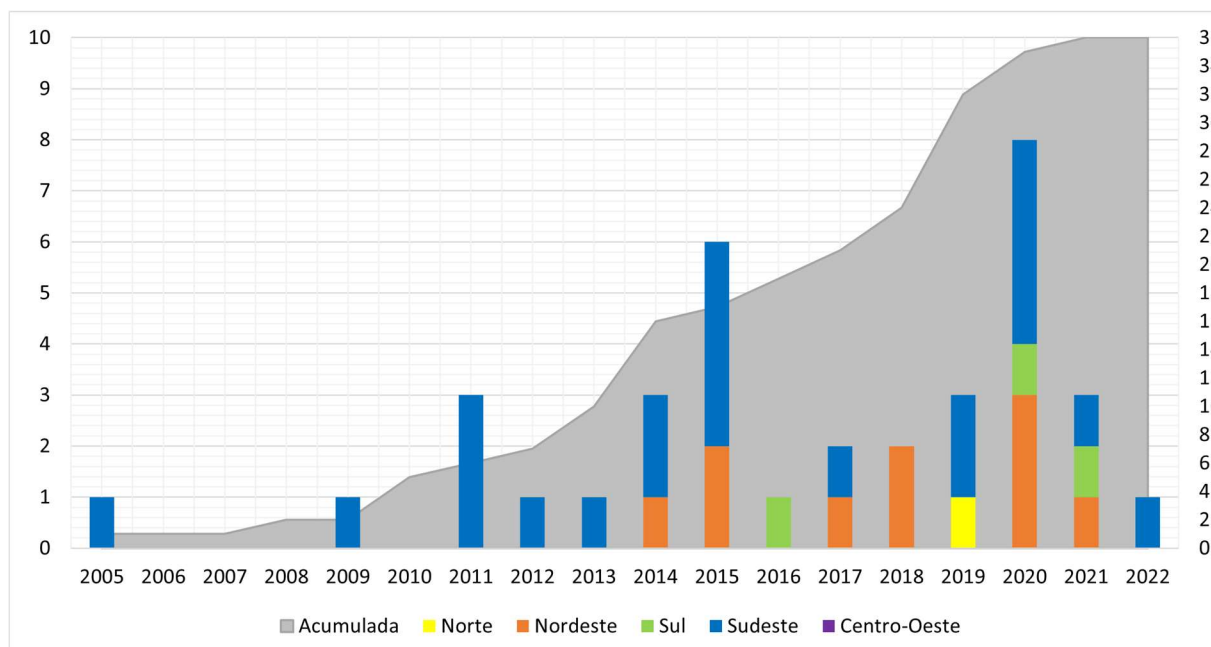
<sup>4</sup> Municípios de Águas Mornas, Antônio Carlos, Biguaçu, Florianópolis, Governador Celso Ramos, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, São José e São Pedro de Alcântara.

seus esforços frente às adaptações e mitigação às mudanças climáticas, tendo como primeiro marco sua escolha como cidade modelo do Urban LEDS I, iniciativa do ICLEI (FORTALEZA, 2021). Outro ponto a ser destacado também é, a publicação de inventários municipais que compõem regiões metropolitanas, como por exemplo, Betim, Campinas, Canoas, Contagem, Piracicaba e Sorocaba.

Além disso, observou-se que os anos de 2015 e 2020 foram marcados por maior número de elaborações e publicações de inventários no país, totalizando 8 documentos, referentes aos seguintes municípios: Belo Horizonte, Betim, Canoas, Contagem, Curitiba, Fortaleza, Guaratinguetá, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, Serra Talhada e Sorocaba. O maior apoio na elaboração de inventários de GEE e divulgação de instituições como o ICLEI, conjuntamente com a primeira etapa do projeto Urban LEDS, bem como o Acordo de Paris em 2015, podem ter contribuído para esse crescimento, no ano de 2015. E em 2020, a atmosfera pré 26ª COP, pode ter contribuído para tal aumento.

A Figura 5.3 retrata a projeção histórica ao longo dos anos, da elaboração de inventários municipais no Brasil.

**Figura 5.3** – Projeção histórica da elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE no Brasil, entre os anos de 2005 e 2022.



Fonte: A autora (2022).

## 5.2 Análise comparativa



### 5.2.1 *Análise comparativa discursiva*

#### **a) Transparência**

O indicador *transparência* avalia se as informações reportadas pelos inventários foram suficientemente transparentes, permitindo que qualquer indivíduo possa compreendê-las, e verifica se estes documentos foram elaborados de acordo com as melhores práticas, caracterizando-se como uma pré-condição para a análise comparativa (BADER; BLEISCHWITZ, 2009; IPCC, 2006a;). Para esse indicador, também foram considerados os aspectos de organização e estruturação de cada documentação, que contribuem para o entendimento das informações.

De um modo geral, os inventários de emissão de GEE dialogam com um público setorizado, por meio do uso de jargões e termos específicos, que dificultam a compreensão total por qualquer indivíduo, das informações apresentadas. Expressam-se como documentos extensos e não autoexplicativos. Após a avaliação deste parâmetro nos inventários coletados, foi observado que em 46,15% deles foi apresentada certa dificuldade para identificá-lo.

Observou-se que a 1ª edição do Inventário Municipal de Emissão de GEE de São Paulo, é um documento extremamente longo e minucioso, que extrapola os objetivos do inventário, além de possuir erros ortográficos e de coerência textual, que acabam por comprometer sua leitura, assim como a 2ª edição do documento para o município de Fortaleza. A organização das informações é confusa, com muitos tópicos e subtópicos que são explorados minuciosamente. Para os anos seguintes, observou-se um aprimoramento das metodologias utilizadas pelos municípios, apresentando melhor precisão das informações e detalhamento necessário sobre a dinâmica das cidades, os setores inventariados e a comunicação com seu leitor. A organização das informações passa a se apresentar coerente com os dados.

As 2ª e 3ª edições dos inventários, pelo município de Curitiba, também apresentam erros ortográficos e falta de coerência textual, se caracterizando por serem documentos enxutos, superficiais em suas descrições e observações. Já a 4ª edição do inventário municipal de Curitiba, apresentou-se didaticamente melhor elaborada, apresentando facilidade na

leitura e compreensão de termos específicos do setor, através da condução do texto. Este documento além dos resultados, apresenta também uma comparação com os reportes dos anos anteriores, uma atualização dos dados de 2013 e uma comparação com outras cidades.

A 3ª edição do município do Rio de Janeiro, também apresentou piores avaliações para este indicador, enquanto sua 2ª edição, apresentou-se como um documento bem escrito, bem elaborado e dividido para facilitar a compreensão de seu leitor, além de trazer em sua segunda parte o Plano de Ação Municipal Para Redução das Emissões e as projeções em 20 anos futuros.

Em destaque, o município de Belo Horizonte, que em suas cinco edições, apresentou suas informações e estimativas de cálculos bem estruturados, com definições e explicações bem objetivas e coerentes a partir de uma linha lógica de raciocínio, e medidas de reduções adotadas. Além disso, sua 5ª edição, é o primeiro inventário do município que aborda além de suas emissões, um setor de análise ao enfrentamento do município diante das mudanças climáticas, quais medidas foram já tomadas e quais ainda precisam ser focadas, bem como os programas e acordos tomados por Belo Horizonte.

As únicas edições publicadas pelos municípios de João Pessoa e da Região da Grande Florianópolis, se destacam pela qualidade de suas informações reportadas, por meio da utilização de gráficos e tabelas que se apresentaram autoexplicativos e bem elaborados, facilitando sua compreensão, e por explicações detalhadas e aprimoradas sobre as metodologias a serem consideradas, um cenário tendencial, matriz de responsabilidade, cenários de *smart growth* e fontes de financiamento.

O município do Recife também se destaca em suas 1ª e 3ª edições para este indicador, apresentando informações didáticas, bem estruturadas e elaboradas, se caracterizando como um dos melhores inventários elaborados pelas cidades avaliadas. Entretanto, não trazem em seu texto nenhuma medida efetiva, direta e bem explícita a ser tomada mediante aos resultados observados para Recife, apenas dialoga sobre as políticas já existentes, citando-as. A 2ª versão do inventário do Recife é composta por uma atualização dos dados gerados pelo 1º inventário, por meio da atualização de cálculos e fatores de emissão, dos dados de 2013, 2014 e 2015 e pelo primeiro cálculo da Pegada

Hídrica da cidade para a gestão 2015. Nas últimas páginas do inventário de emissões de GEE, o documento traz uma tabela completa e gráficos autoexplicativos sobre as emissões de 2012 a 2015, separadamente, facilitando a análise e compreensão dos valores obtidos.

Para este indicador, as 1ª versões dos inventários dos municípios de Fortaleza e Porto Alegre caracterizam-se pela semelhança de seus reportes, por estarem inclusos no projeto Urban LEDS, implementado pelo ICLEI, e serem resultado desta adesão ao seu programa de desenvolvimento urbano de baixo carbono. Em geral, são documento sucintos, não aprofundando em escopos e setores a serem considerados para os cálculos de estimativas. Um ponto a se destacar para o inventário de Fortaleza, é a abordagem trazida a respeito da projeção de emissões futuras até o ano de 2030 para a cidade, denominada "Cenário de Emissões Tendenciais: *Business as Usual* (BAU)".

A 2ª edição do inventário do município de Porto Alegre, dos documentos coletados, foi o que teve sua publicação mais recente, 2021. Dessa forma, apresenta uma melhor metodologia para disposição de suas informações, compreensão de cada etapa e definição de escopos e fontes de emissão. Por meio da parceria estabelecida para sua publicação, é um inventário completo e muito bem elaborado, utilizando a metodologia BASIC+, diferentemente da versão anterior.

Assim, para o indicador *transparência*, os inventários analisados apresentaram notas intermediárias, em sua maioria, com muitas diferenças entre si e com certa dificuldade de organização e estruturação de suas informações. Além disso, a maioria dos municípios possuem documentos distintos ao longo de suas edições, não seguindo um padrão de seus reportes e dos dados demonstrados, acarretando um certo estranhamento durante o processo de comparação. Dos 26 documentos avaliados, 10 obtiveram as melhores avaliações e 4, as piores.

## **b) Completude**

O indicador *completude*, visa garantir que o cálculo das estimativas seja realizado para todas as categorias relevantes às atividades econômicas do município e quando excluídas,

que sejam claramente documentadas suas justificativas. Este indicador está intimamente relacionado com a metodologia adotada por cada município.

A completude apresenta-se como um desafio a ser enfrentado pelos municípios durante a elaboração de seus inventários municipais de emissão de GEE, dada a dificuldade de obtenção de uma base de dados confiável e organizada que represente com clareza e adequadamente, suas emissões (CONCEIÇÃO, 2017). Atualmente, observa-se que as cidades enfrentam um *trade-off* entre o indicador completude e o fornecimento de dados para aplicação metodológica utilizada, requerindo em alguns casos, informações muito específicas e de difícil acesso (BADER; BLEISCHWITZ, 2009).

Para este trabalho, diante das fragilidades da busca de informações observadas, e para título de avaliação deste indicador, foram realizadas comparações entre os setores e subsetores econômicos reportados em cada documentação, e as atividades predominantes de cada município. Para isso, foram analisados os Produtos Interno Bruto (PIB), ou seja, a soma de todos os bens e serviços finais produzido por cada município, a partir da influência setorial econômica de cada atividade. Assim, o setor econômico dos municípios avaliados é majoritariamente caracterizado pela predominância do setor terciário, sendo as atividades de serviços financeiro e imobiliários, administração pública e comércio, aquelas que mais empregam trabalhadores formais nas cidades.

Dessa forma, no ano de 2018, o PIB do município de Belo Horizonte correspondeu a 36,8% do PIB estadual, sendo 69,3% originado do setor de serviços, 30,2% do setor industrial e 0,5% do setor agropecuário (FJP, 2021; IBGE, 2022a?). Além disso, o setor industrial também apresenta certa representatividade para o município, sendo responsável por 15,2% do PIB municipal, no ano de 2015 (GONTIJO, 2018). Dentro da perspectiva da elaboração de inventários municipais de GEE, o setor de serviços se caracteriza como uma divisão do setor de Energia, para a metodologia do *IPCC Guidelines*, e como Energia Estacionária, para a metodologia do GPC. Diante disso, após a avaliação das cinco edições de seus inventários municipais de emissão de GEE, observou-se que em sua 1ª edição optou-se pela exclusão do escopo setorial Processos Industriais e Uso de Produto (IPPU), sem nenhuma justificativa. Os outros setores foram devidamente representados.

Para as seguintes versões, mediante alterações metodológicas utilizadas, foram consideradas para suas estimativas, apenas os setores de Tratamento de Resíduos, Energia Estacionária e Transportes, optando pela exclusão justificada dos setores de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) ou Mudança do Uso do Solo, a partir da avaliação de sua primeira edição. De acordo com a Prefeitura de Belo Horizonte, para o setor de AFOLU não há variação significativa nos estoques de carbono florestal na cidade, uma vez que as regiões densamente arborizadas não estão suscetíveis à urbanização, e que as tipologias industriais que se encontram em operação em Belo Horizonte, nenhuma é emissora de GEE na síntese de seu produto final, justificando as exclusões mencionadas anteriormente.

Já o município de Curitiba, no ano de 2017, apresentou um PIB de R\$ 84,7 bilhões, em que o setor de serviços é responsável por 84,7% do total, o setor industrial por 15,28%, e o agropecuário por menos de 1% (INVEST CURITIBA, 2022?). Diante disso, a 1ª edição de seu inventário municipal, ao utilizar a metodologia *IPCC Guidelines*, não apresentou as estimativas de emissões referentes ao setor IPPU, justificando que a maior parte das indústrias se encontram fora dos limites geográficos do município, não representando significativas alterações dos resultados. Suas 2ª e 3ª edições, caracterizam as fontes de emissões do setor de IPPU consideradas, mas não são apresentados seus resultados, apenas informando a necessidade de um processo de coleta de dados mais extenso, com indicadores mais específicos para todos seus setores estratégicos, inclusive o de IPPU. Sua 4ª edição além de não apresentar o setor de IPPU, também não considera o AFOLU, justificando a partir da metodologia utilizada para as estimativas de cálculos, GPC BASIC.

O município de Fortaleza apresentou em 2018, um dos melhores PIBs brasileiros, com o valor de R\$ 67,02 bilhões, sendo o setor de serviços, responsável pela maior parcela de suas riquezas produzidas (70%), em seguida do setor de administração pública (15,9%), industrial (13,8%) e agropecuário (0,11%) (COELHO; MESQUITA, 2020). As 1ª, 3ª e 4ª edições de seu reporte de emissões municipais, contemplaram apenas as emissões relativas aos setores básicos utilizados na metodologia do GPC BASIC, não representando os setores IPPU e AFOLU, enquanto sua 2ª edição, apresentou as emissões de IPPU, apesar da menção de que são pouco significativas. Além disso, em níveis de completude, esta edição também se apresenta bem sucinta e com poucas especificações

metodológicas e sobre a dinamização da cidade para os diferentes setores, como por exemplo, em nenhum momento foram citados quantos e quais aterros sanitários foram considerados, estações de tratamento de efluentes e aeroportos foram contabilizados, quantas vias e quais indústrias.

O município de João Pessoa possui o setor terciário como maior contribuinte (quase 60%) do PIB municipal. Já o setor industrial, 18,3% e agropecuário, 0,2%, no ano de 2019 (IBGE, 2022b?; PORTAL CORREIO, 2021). Em sua única edição, foi adotada a metodologia do GPC BASIC, onde não foram considerados os setores de IPPU e AFOLU, não apresentando nenhuma justificativa. Já o município de Porto Alegre, é caracterizado pelos setores de serviços, seguido do setor Industrial e Agropecuário que, em 2012, apresentaram respectivamente os PIBs por setor de 86,58%, 13,36% e 0,06%. A importância do setor terciário, de serviços, para Porto Alegre, se destaca pelas atividades ligadas ao comércio, intermediação financeira e administração pública, as quais juntas, somaram 56,4% das atividades econômicas totais do município (RODRIGUES *et al.*, 2017 apud COLOMBO, 2011). Diante disso, a 1ª e 2ª edições dos inventários municipais de emissão de GEE de Porto Alegre não consideraram as emissões dos setores de IPPU, não apresentando nenhuma justificativa para tal exclusão. A 1ª edição também desconsidera o setor AFOLU. Assim, observou-se que para este município as justificativas consideradas para tais exclusões estão pautadas a partir da metodologia utilizada, GPC BASIC, que tornam estes setores não obrigatórios em seus reportes.

Para o município de Recife o setor terciário representou em 2012, 41,9% das porcentagens de empregos formais, seguido do setor de administração pública (24,2%), comércio (17,2%), indústria de transformação (5,4%), serviços de utilidade pública (1,4%), agropecuária (0,4%) e pela indústria extrativa mineral (0,1%) (PREFEITURA RECIFE, 2022?). As três edições dos reportes de emissões deste município não também apresentaram as estimativas para os setores de IPPU e AFOLU, sendo informado na 1ª versão, que a partir da aquisição de imagens de satélite por Recife, seria possível o cálculo das emissões e sumidouros de GEE a partir de sua 2ª edição, entretanto, não foi realizado. Não foram apresentadas justificativas descritivas a respeito das exclusões, apenas sendo considerada as emissões orientadas pela metodologia adotada, GPC BASIC.

Para a avaliação deste indicador para os municípios da Região da Grande Florianópolis, foram consideradas as análises econômicas setoriais em comparação apenas com os municípios de Florianópolis, mais expressivos e influentes na região, em comparação com os outros. Diante disso, em 2003, Florianópolis obteve um PIB total de R\$ 2 bilhões, em que o setor de serviços apresentou R\$ 1,8 bilhões, enquanto os setores industrial e agropecuário, R\$ 608 milhões e R\$ 2 milhões, respectivamente (ZOLDAN, 2006). A 1ª, e única versão, de seu inventário utilizou a metodologia GPC BASIC+, apresentando em seu reporte todos os setores relevantes para as emissões do município.

A economia do município de Rio Branco está baseada no setor de serviços, representando 56,8% do PIB municipal, seguido da administração pública (27,2%), setor industrial (13,9%) e agropecuário (2,1%) (GOVERNO DO ESTADO DO ACRE, 2019). Em sua 1ª, e única edição, de seu inventário de emissão de GEE, foram considerados todos os setores relevantes para o município, sendo excluído apenas o IPPU, com justificativa de não existirem atividades resultantes dos processos produtivos nas indústrias e que não são resultado da queima de combustíveis, mesmo sendo utilizada a metodologia GPC BASIC+. Para o setor de Resíduos, foram reportados apenas informações de disposição de resíduos sólidos urbanos em estações de tratamento, as Unidades de Tratamento de Resíduos Sólidos (Utre).

O município do Rio de Janeiro destacou-se em 2018, como uma das cinco cidades com maiores participações no ranking do PIB nacional com valor total de R\$ 463 bilhões, possuindo o setor de serviços seu principal segmento econômico, com 68% de seu total (R\$ 184 bilhões), seguido do setor de administração pública (R\$ 50 bilhões), industrial (R\$ 36 bilhões), e do setor agropecuário (R\$ 86 milhões) (CEPERJ, 2020). A partir da utilização de uma metodologia própria de cálculos, desenvolvida pelo Centro Clima/COPPE/UFRJ a partir das diretrizes do IPCC 1996, foram considerados todos os setores importantes para o município nos dois reportes analisados.

O município de Salvador, em 2017, possuía um PIB estimado de R\$ 62,7 bilhões, em que o setor terciário possui maior participação na sua composição, representando 86,5% do valor adicionado total da cidade, enquanto o setor industrial, 13,4% (SEI, 2020). Diante da metodologia utilizada para as estimativas de suas emissões, GPC BASIC, foram reportados em sua 1ª e única versão de inventário municipal, todos os setores relevantes

para o município, em acréscimo do setor de AFOLU, e exclusão do IPPU, por não serem identificadas fontes para este setor.

O município de São Paulo apresentou no ano de 2019 um valor de PIB total de R\$ 763,8 bilhões, em que o setor de serviços possui 83,7% de seu valor adicionado, seguido dos serviços industriais, responsáveis por 9,1%, do setor de serviços de administração pública (7,2%) (SEADE MUNICÍPIOS, 2022?). As 1ª e 2ª edições de seus inventários municipais, a partir da metodologia do *IPCC Guidelines* de 1996, inventariaram todos os setores considerados relevantes para a cidade, enquanto a 3ª, a partir da metodologia do GPC considerou apenas os setores relevantes para a tipologia BASIC, informando que para os setores IPPU e AFOLU as estimativas serão incluídas em futuras edições do inventário, quando se adotar o modo BASIC+.

Em geral, para os setores de Resíduos foram apresentados valores referentes às estimativas a serem consideradas a partir da produção de resíduos sólidos e líquidos e localidades das disposições finais.

A Figura 5.4 apresenta todos os setores considerados por cada reporte avaliado.

**Figura 5.4** – Quadro dos setores considerados pelas capitais brasileiras na elaboração Inventários Municipais de Emissão de GEE, e respectivos anos de publicação e edição.

(continua)

<b>Cidade</b>	<b>Edição</b>	<b>Setores inventariados</b>
Belo Horizonte	1a	Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia, Setor de Agricultura Setor de Tratamento de Resíduos
Belo Horizonte	2a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos

Fonte: A autora (2022).



(continuação)

<b>Cidade</b>	<b>Edição</b>	<b>Setores inventariados</b>
Belo Horizonte	3a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Belo Horizonte	4a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Belo Horizonte	5a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Curitiba	1a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Setor de Tratamento de Resíduos
Curitiba	2a e 3a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Estacionária Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) Setor de Resíduos Setor de Transportes
Curitiba	4a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Fortaleza	1a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos

Fonte: A autora (2022).

(continuação)

<b>Cidade</b>	<b>Edição</b>	<b>Setores inventariados</b>
Fortaleza	2a	Setor de Energia Estacionária Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Fortaleza	3a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Fortaleza	4a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
João Pessoa	1a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Porto Alegre	1a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Porto Alegre	2a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Recife	1a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos

Fonte: A autora (2022).

(continuação)

<b>Cidade</b>	<b>Edição</b>	<b>Setores inventariados</b>
Recife	2a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Recife - Sumário Executivo	3a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Região da Grande Florianópolis	1a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Estacionária Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Rio Branco	1a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
Rio de Janeiro	2a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) Setor de Tratamento de Resíduos

Fonte: A autora (2022).

(conclusão)

<b>Cidade</b>	<b>Edição</b>	<b>Setores inventariados</b>
Rio de Janeiro	3a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) Setor de Tratamento de Resíduos
Salvador	2a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos
São Paulo	1a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) Setor de Tratamento de Resíduos
São Paulo	2a	Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) Setor de Energia Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) Setor de Tratamento de Resíduos
São Paulo	3a	Setor de Energia Estacionária Setor de Transportes Setor de Tratamento de Resíduos

Fonte: A autora (2022).

Para o indicador *completude*, os inventários analisados apresentaram-se incompletos em sua grande maioria, 21 documentos, apresentando inconsistência e falta de informações a

respeito da adoção ou exclusão de cada setor. Assim, dependendo das medidas a serem adotadas e dos objetivos a serem atingidos pelos municípios, estes documentos mostraram-se pouco eficazes. Além disso, muitos municípios optaram pela não justificção adequada de suas exclusões, utilizando a superficialidade da dedução pelos atributos de cada metodologia utilizada, sendo incondizente com suas práticas econômicas.

### c) **Consistência**

O indicador *consistência*, visa avaliar a manutenção da metodologia utilizada pelos inventários ao longo dos anos, ou seja, a abordagem dos setores, escopos, gases e métodos de cálculo, para que as variações das emissões representadas ao longo dos anos não sejam influenciadas pela variação metodológica e sim por dados reais (CONCEIÇÃO, 2017). Diante disso, a definição da metodologia, gases e do escopo a serem considerados por cada documento, torna-se crucial em seu processo de elaboração, uma vez que podem induzir a erros graves de consistência e veracidade em seu reporte de emissões (DOPICO; NEVES, 2013).

Para esta análise, as alterações metodológicas ao longo das edições de inventários de um mesmo município foram consideradas nocivas para identificação deste indicador, pois acabam por alterar as informações reportadas e os cálculos a serem realizados, prejudicando a série histórica de emissões. Isso se dá, pois cada metodologia utiliza de um princípio de dados, fronteiras e cálculos a serem considerados, influenciando na precisão dos dados.

Assim, para os municípios de Belo Horizonte e São Paulo, observou-se que ao longo de suas edições, ocorreram alterações metodológicas do *IPCC Guidelines* para o GPC, apresentando uma fragilidade neste parâmetro. Além disso, as edições de Belo Horizonte também apresentaram alterações nos limites geográficos inventariados, sendo consideradas influências diferentes em cidades fora das fronteiras do município. Como por exemplo, nas emissões de escopo 3, em que para a 2ª e 3ª edição foram considerados os municípios de Lagoa Santa, Santa Luzia e Sabará, e para a 4ª, apenas Lagoa Santa e Sabará. Já a 4ª edição do inventário de Belo Horizonte apresentou a atualização de alguns resultados desde 2009, para aprimorar seus resultados estimados anteriormente, pois algumas fontes decorreram de aprimoramento dos cálculos e/ou utilização de fatores

“locais” ao invés de uso de fatores genéricos do IPCC. Além disso, no setor de Resíduos, para os aterros sanitários, foram utilizadas abordagens diferentes. Os métodos de estimativas, contabilizados por meio do Método de Decaimento de Primeira Ordem (FOD) foram considerados no ano de 2006, e o método do Comprometimento de Metano (MC) foi considerado em 2000 e em 2019, novamente.

O município de São Paulo, assim como Porto Alegre, também apresentou variação dos gases contabilizados considerados em suas emissões, apresentando uma certa fragilidade no reporte de sua série histórica. A 1ª edição de São Paulo considerou apenas o CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e CH<sub>4</sub> (gás metano), enquanto a 2ª e a 3ª, CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre) e CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), respectivamente, enquanto a 1ª edição de Porto Alegre considerou apenas o CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), e sua 2ª edição, CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (gás metano), N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre), HFCs (hidrofluorcarbonetos), PFCs (compostos perfluorados), NF<sub>3</sub> (trifluoreto de nitrogênio).

As edições um, dois e três do inventário municipal de emissão de GEE de Curitiba também sofreram alterações ao longo de suas elaborações ao considerarem diferentes gases a serem contabilizados em suas emissões. Além disso, também há uma inconsistência nos limites geográficos inventariados, pois a partir da 2ª edição não foram mais especificados, assim como na 1ª e 3ª edição do inventário de GEE do município de Fortaleza, que apresentou também, alterações nos escopos a serem considerados. Outros documentos que também não informaram os gases contabilizados para suas estimativas de emissões de GEE, são a 1ª e única edição de João Pessoa, e a 2ª edição do Recife.

Assim, devido às mudanças metodológicas observadas ao longo das edições e dos anos inventariados pelos documento avaliados, observa-se que há uma certa inconsistência nas informações apresentadas, que geram vulnerabilidade no acompanhamento e evolução das estimativas, dificultando verificar o perfil de emissões, se estão aumentando ou diminuindo. Ou seja, a melhoria metodológica é bem-vinda desde que seja amparada a uma coleta e análise adequada e completa. Entretanto, alterações contínuas ou frequentes na abordagem metodológica podem gerar fragilidades, em especial para

acompanhamento do perfil das emissões municipais e adoção de metas de redução. Dos 26 inventários coletados, 13 obtiveram piores avaliações.

É importante destacar que a elaboração de inventários de GEE municipais exige planejamento e esforço coletivo, envolvendo diferentes atores, bem como o suporte técnico adequado. Por vezes, a escolha da empresa a ser contratada para o desenvolvimento do serviço é um fator limitador para uma melhor consistência das informações durante o processo de avaliação dos inventários, devido à variação da abordagem metodológica utilizada.

#### **d) Comparabilidade**

O indicador de *comparabilidade*, é de suma importância para a análise de inventários, uma vez que, reflete os resultados de todos os outros parâmetros avaliados. Ou seja, se um inventário não for completo quanto o outro, ou contém estimativas menos precisas ou não é consistente com outro, seus resultados não são comparáveis. Assim, devido as dificuldades encontradas pelos municípios no estabelecimento de seus limites geográficos e escopos a serem considerados e a metodologia de cálculo utilizada, a comparabilidade torna-se um desafio (BADER; BLEISCHWITZ, 2009).

Isso se dá, como mencionado anteriormente pela individualidade de cada centro urbano, bem como pelas lacunas de informações, informações diferentes para diferentes escalas, alterações em limites políticos (DODMAN, 2009), e pelo desenvolvimento de metodologias que não se aplicam a todas as realidades (BADER; BLEISCHWITZ, 2009).

Diante disso, foi observado que os reportes do Rio de Janeiro utilizaram metodologias de cálculos diferentes dos outros municípios, impactando em suas comparações, uma vez que cada metodologia possui seus princípios básicos e matemáticos a serem considerados. Assim, foi utilizada uma metodologia desenvolvida pelo Centro Clima/COPPE/UFRJ a partir das diretrizes do IPCC 2006, para a 2ª edição, e considerando as adaptações já realizadas pelas comunicações nacionais do Brasil, sendo também utilizado o GPC, para a 3ª edição.

A Figura 5.5 apresenta todas as metodologias observadas para cada reporte avaliado.

**Figura 5.5** – Quadro das metodologias utilizadas pelas capitais brasileiras na elaboração Inventários Municipais de Emissão de GEE, e respectivos anos de publicação.

(continua)

<b>Cidade</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Edição</b>	<b>Metodologias</b>
Belo Horizonte	2009	1a	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, além das orientações do ICLEI, os padrões do GHG Protocol e da norma internacional ISO 14064:2006 Parte 1
Belo Horizonte	2012	2a	GPC BASIC 2012
Belo Horizonte	2015	3a	GPC BASIC 2012
Belo Horizonte	2020	4a	GPC BASIC 2014
Belo Horizonte	2021	5a	GPC BASIC 2014
Curitiba	2011	1a	IPCC Guidelines 1996 IPCC Guidelines 2006 Gui de Boas Práticas 2000 do IPCC
Curitiba	2015	2a e 3a	GPC BASIC 2014
Curitiba	2019	4a	GPC BASIC+ 2014
Fortaleza	2012	1a	GPC BASIC 2012
Fortaleza	2014	2a	GPC BASIC 2014
Fortaleza	2016	3a	GPC BASIC 2014

Fonte: A autora (2022).



(continuação)

<b>Cidade</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Edição</b>	<b>Metodologias</b>
Fortaleza	2018	4a	GPC BASIC 2014
João Pessoa	2021	4a	GPC BASIC 2014
Porto Alegre	2018	1a	GPC BASIC+ 2014
Porto Alegre	2016	1a	GPC BASIC 2014
Recife	2021	2a	GPC BASIC 2014
Recife	2015	1a	GPC BASIC 2014
Recife - Sumário Executivo	2017	2a	GPC BASIC 2014
Região da Grande Florianópolis	2020	3a	GPC BASIC+ 2014
Rio Branco	2019	1a	GPC BASIC+ 2014
Rio de Janeiro	2011	2a	Metodologia desenvolvida pelo Centro Clima/COPPE/UFRJ a partir das diretrizes do IPCC 1996.
Rio de Janeiro	2015	3a	Metodologia desenvolvida pelo Centro Clima/COPPE/UFRJ a partir das diretrizes do IPCC 2006. Também foi utilizado o GPC.

Fonte: A autora (2022).

(conclusão)

<b>Cidade</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Edição</b>	<b>Metodologias</b>
Salvador	2020	2a	GPC BASIC 2014
São Paulo	2005	1a	IPCC Guidelines 1996
São Paulo	2013	2a	IPCC Guidelines 2006
São Paulo	2022	3a	GPC BASIC 2014

Fonte: A autora (2022).

Outro ponto a ser considerado para este indicador diz respeito às metodologias de cálculos utilizadas a partir de softwares, não trazendo em sua documentação os parâmetros considerados, fatores de emissão, dados de atividades, aproximações de dados, entre outras informações relevantes para o entendimento das estimativas realizadas. As 3ª e 4ª edições dos inventários de Fortaleza, por exemplo, utilizaram de novas ferramentas para a estimativa de suas emissões, a “CURB Tools: Ação Climática para a Sustentabilidade Urbana”, lançada em 2016, e a “CIRIS”, desenvolvida com base no GPC, respectivamente.

Outros municípios que utilizaram de metodologias próprias foram Recife, em seu 3º inventário, a partir da plataforma CLIMAS®, desenvolvida pela consultora ambiental WayCarbon, utilizando ferramentas a partir do *Business Intelligence* (BI), e, o município de Rio Branco, a partir da calculadora *ClearPath*, disponibilizada online no âmbito da parceria da Prefeitura Municipal de Rio Branco com o ICLEI. Por fim, o município de Salvador, a partir do software CLIMAS2, também desenvolvido pela WayCarbon.

A 4ª edição do inventário municipal de emissões de GEE para o município de Curitiba não apresentou memorial de cálculo, apenas o citam.

Assim, houve uma certa dificuldade de identificação do indicador *comparabilidade* nos documentos avaliados, uma vez que a partir das mudanças nas metodologias adotadas e do desenvolvimento de softwares e calculadoras automáticas de instituições de

organizações particulares, os municípios optaram pela omissão de detalhamento das informações a serem consideradas para cada estimativa. No que diz respeito as metodologias utilizadas, os inventários avaliados apresentaram-se sucintos e poucos expressivos, não mencionando fatores de emissão, dados de atividades, nem mesmo características relevantes ao cálculo, de cada município, justificando sua incomparabilidade. Outro ponto a destacar é que o uso predominante de uma metodologia vem de encontro com a disponibilização da metodologia. Ou seja, inventários mais antigos usavam bastante o *IPCC Guidelines* e os atuais não, adotando a metodologia GPC.

Para este indicador, os documentos que obtiveram piores notas, ou seja, incomparáveis, estão diretamente relacionados com a adoção de metodologias próprias e não reconhecidas internacionalmente, onde não há similaridades com os outros reportes avaliados.

#### e) **Precisão**

O indicador *precisão*, objetiva a não super e subestimação das emissões de GEE, estando diretamente relacionado com as informações que o alimentam, a partir de um conjunto de dados abrangentes e confiáveis desenvolvido por cada município. Isso torna-se um grande dificultador, pois nem todas as cidades possuem este tipo de informação para todas as fontes emissoras de GEE, necessitando recorrer a dados estaduais e até mesmo nacionais, o que acaba por maximizar erros e incertezas relacionadas as estimativas de emissão.

Outro desafio encontrado para este indicador está relacionado a definição de categorias e escopos a serem reportados, pois as atividades emissoras de GEE de um município não estão concentradas apenas dentro de sua delimitação geográfica, podendo correr o risco de contabilizar a mesma emissão em dois territórios diferentes, a partir do processo da dupla contagem. Um exemplo disso, são as emissões do setor energético, que podem ser consideradas tanto de consumo quanto de geração. Assim também ocorre com o setor de resíduos sólidos, pois suas emissões podem ser contabilizadas ao longo dos anos, relacionadas ao processo de decomposição, como também podem ser consideradas apenas no ano a ser reportado (BADER; BLEISCHWITZ, 2009; DOPICO; NEVES, 2013 apud CORFEEMORLOT *et al.*, 2009a).

Para esta análise foram consideradas as fontes dos dados (abordagem *top-down* ou *bottom-up*), metodologia de cálculo utilizada e a definição das incertezas e estimativas consideradas para cada reporte, que impactam no resultado das emissões reportadas. De uma maneira geral, todos os documentos analisados apresentaram incompatibilidade para este indicador, e alguns fatores para isso são: não demonstraram clareza dos cálculos realizados, muitas aproximações e estimativas de dados para certos setores e discussões simplificadas a respeito das incertezas consideradas.

Os municípios de Fortaleza, Recife, Rio Branco e Salvador utilizaram de plataforma de cálculos pré-desenvolvidas que não foram demonstradas e explicadas ao longo do documento, como mencionado anteriormente. Dessa forma, não foi possível compreender o grau de precisão das informações geradas, bem como das considerações utilizadas. Além disso, o inventário de Rio Branco, em sua única versão, também utilizou espelhamento em outros documentos nacionais e de municípios semelhantes para coleta de dados, que acarretaram certa incerteza de seus resultados, e o inventário de Fortaleza não traz em seu texto a formulação utilizada para cada setor considerado, nem as aproximações realizadas para dados faltantes, bem como a dinamização da cidade, como por exemplo: quantidade de veículos existentes no ano inventariado, aeroportos, quais os aterros sanitários e etc., se assemelhando a um relatório.

A 2ª edição do inventário do Rio de Janeiro utiliza como ano base a ser inventariado o ano de 2005, e pela necessidade de dados antigos, que muitas vezes não foram analisados/contabilizados, utilizou em vários momentos de dados da literatura, aumentando a incerteza de suas estimativas.

Outro fator a ser considerado para a análise deste indicador diz respeito a análise das incertezas para cada fonte e cálculo de emissões de GEE dos respectivos municípios, que auxiliam na identificação da precisão das informações relatadas, bem como na tomada de decisão. Dessa forma, foi observado que a grande maioria das documentações não possuem um tópico para esta análise, e nem mesmo citam esta condição, sendo classificadas com piores pontuações. São elas: 3ª edição de São Paulo, 1ª edição de Rio Branco, 1ª e 3ª edições do Recife, 1ª edição de Porto Alegre, 1ª edição de João Pessoa, 1ª, 2ª, 3ª e 4ª edições de Fortaleza, 2ª, 3ª e 4ª edições de Curitiba e 2ª, 3ª, 4ª, e 5ª edições de Belo Horizonte.

Assim, para o indicador *precisão*, pode-se concluir que dos 26 documentos analisados e avaliados, 18 deles não deixam claro a precisão dos cálculos realizados, de suas estimativas e de suas fontes de dados, apresentando alta fragilidade deste parâmetro. Ou seja, pode-se considerar que os inventários municipais brasileiros de GEE possuem certa incerteza na identificação da precisão de suas informações, podendo esta ser sub ou superestimada. Isso demonstra uma baixa precisão, o que pode influenciar os tomares de decisões, e ações público-políticas a serem adotadas.

#### **f) Divulgação Pública**

Para que os inventários municipais de emissões de GEE possam ser utilizados como grandes mecanismos de gestão ao enfrentamento às mudanças climáticas e impulsionadores de políticas públicas efetivas para redução de emissões de gases, torna-se necessário a divulgação pública e o acesso a estes documentos. Diante disso, este parâmetro de avaliação visa analisar o acesso público aos inventários coletados.

Os municípios de Belo Horizonte, Fortaleza, João Pessoa, Porto Alegre, e Rio de Janeiro apresentaram seus inventários compilados virtualmente nos sites de suas respectivas prefeituras, em abas autoexplicativas a respeito das mudanças climáticas e/ou meio ambiente, facilitando a coleta destes documentos. Belo Horizonte e Rio de Janeiro se destacaram não somente pela união de seus inventários em abas únicas, mas também por abordarem históricos municipais frente às mudanças climáticas e os avanços metodológicos utilizados em suas estimativas de emissões de GEE, bem como planos de ações e estratégias de adaptação às mudanças climáticas, além da tradução destes documentos para outros idiomas, estabelecendo uma maior facilidade de acesso às informações.

O município de São Paulo também apresentou seus inventários compilados, entretanto constavam na página da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Recife apresentou duas edições de seus inventários compilados na página da prefeitura local, entretanto a segunda versão está caracterizada como a primeira parte do Plano de Redução de Emissões de GEE da cidade, havendo certa dificuldade para encontrá-la, enquanto a terceira e última versão, publicada apenas no site do ICLEI. Observou-se que

a página da prefeitura de Recife não possui a atualização de seus documentos, limitando o acesso à informação.

Diante do não agrupamento dos inventários pelos municípios de Curitiba, Recife, da Região da Grande Florianópolis, Rio Branco e Salvador foi necessário realizar buscas online em fontes não oficiais, onde foram encontradas barreiras para obtenção de seus respectivos documentos. Como, por exemplo, para a cidade de Rio Branco, que apenas possui a publicação de seu inventário no site da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa), e para Curitiba, que possui seus documentos dispersos na internet. Para Salvador, apenas foi possível encontrar sua 2ª edição de publicação, a partir do site do ICLEI.

Objetivando uma busca assertiva dos documentos, foi realizado um contato com o ICLEI para entender onde poderiam ser encontrados, pontuando a dificuldade de obtenção dos inventários de alguns municípios. De acordo com a organização, não há um sistema unificado para tal busca, demonstrando a relevância da criação de um ambiente virtual em que as informações possam ser compiladas e compartilhadas e também a importância de a administração pública municipal manter atualizado e disponível o acesso público aos inventários de GEE.

Para o indicador *divulgação pública*, conclui-se que ainda há uma dificuldade de acesso às informações disponíveis pelos municípios sobre mudanças climáticas, sendo necessários recorrer a sites não oficiais e outras fontes de busca. Esta característica identificada ao longo da pesquisa acarreta notas baixas e intermediárias deste indicador para metade dos documentos avaliados.

### 5.2.2 *Análise comparativa quantitativa*

A partir das análises comparativas quantitativas dos inventários coletados, pelos indicadores de qualidade, observou-se que a 1ª edição do inventário municipal dos municípios da Região da Grande Florianópolis, e as 1ª, 2ª, 3ª e 4ª edições dos documentos de Belo Horizonte apresentaram melhor excelência de suas informações, compondo o top 5 dos melhores documentos, de acordo com esse estudo. Enquanto, as 2ª e 3ª edições dos

inventários municipais de Curitiba, apresentaram maiores fraquezas e piores avaliações para os indicadores mencionados, de acordo com esse estudo.

O ranking dos inventários e suas respectivas avaliações por indicadores pode ser encontrado na Tabela 5.1 abaixo. Quanto maiores suas notas, melhores resultados obtiveram nos parâmetros avaliados.

**Tabela 5.1** – Ranking dos inventários municipais de emissão de GEE ao atendimentos aos parâmetros indicadores de qualidade.

(continua)

Posição	Cidade	Edição	Indicadores de qualidade						Total
			T <sup>5</sup>	C <sup>6</sup>	CC <sup>7</sup>	CCC <sup>8</sup>	P <sup>9</sup>	DP <sup>10</sup>	
1º	Região da Grande Florianópolis	1a (?)	3	3	2	2	2	1	13
2º	Belo Horizonte	1a	3	1	1	2	2	3	12
3º	Belo Horizonte	2a	3	1	2	2	1	3	12
4º	Belo Horizonte	3a	3	1	2	2	1	3	12
5º	Belo Horizonte	4a	3	1	2	2	1	3	12
6º	São Paulo	1a	1	3	2	2	2	2	12
7º	São Paulo	2a	1	3	2	2	2	2	12
8º	Belo Horizonte	5a	3	1	1	2	1	3	11

Fonte: A autora (2022).

<sup>5</sup> Transparência

<sup>6</sup> Completude

<sup>7</sup> Consistência

<sup>8</sup> Comparabilidade

<sup>9</sup> Precisão

<sup>10</sup> Divulgação Pública

(continuação)

Posição	Cidade	Edição	Indicadores de qualidade						Total
			T <sup>6</sup>	C <sup>7</sup>	CC <sup>8</sup>	CCC <sup>9</sup>	P <sup>10</sup>	DP <sup>11</sup>	
9°	Fortaleza	1a	2	1	2	2	1	3	11
10°	João Pessoa	1a	3	1	1	2	1	3	11
11°	Porto Alegre	2a	2	1	1	2	2	3	11
12°	Rio de Janeiro	2a	2	3	1	1	1	3	11
13°	Rio de Janeiro	3a	1	3	1	1	2	3	11
14°	Curitiba	1a	2	1	2	2	2	1	10
15°	Fortaleza	2a	2	1	1	2	1	3	10
16°	Fortaleza	3a	2	1	2	1	1	3	10
17°	Porto Alegre	1a	2	1	1	2	1	3	10
18°	Recife	1a	3	1	2	2	1	1	10
19°	Recife - Sumário Executivo	3a	3	1	2	2	1	1	10
20°	Fortaleza	4a	2	1	1	1	1	3	9
21°	Recife	2a	2	1	1	2	2	1	9
22°	Rio Branco	1a	3	1	2	1	1	1	9
23°	São Paulo	3a	2	1	1	2	1	2	9

Fonte: A autora (2022).



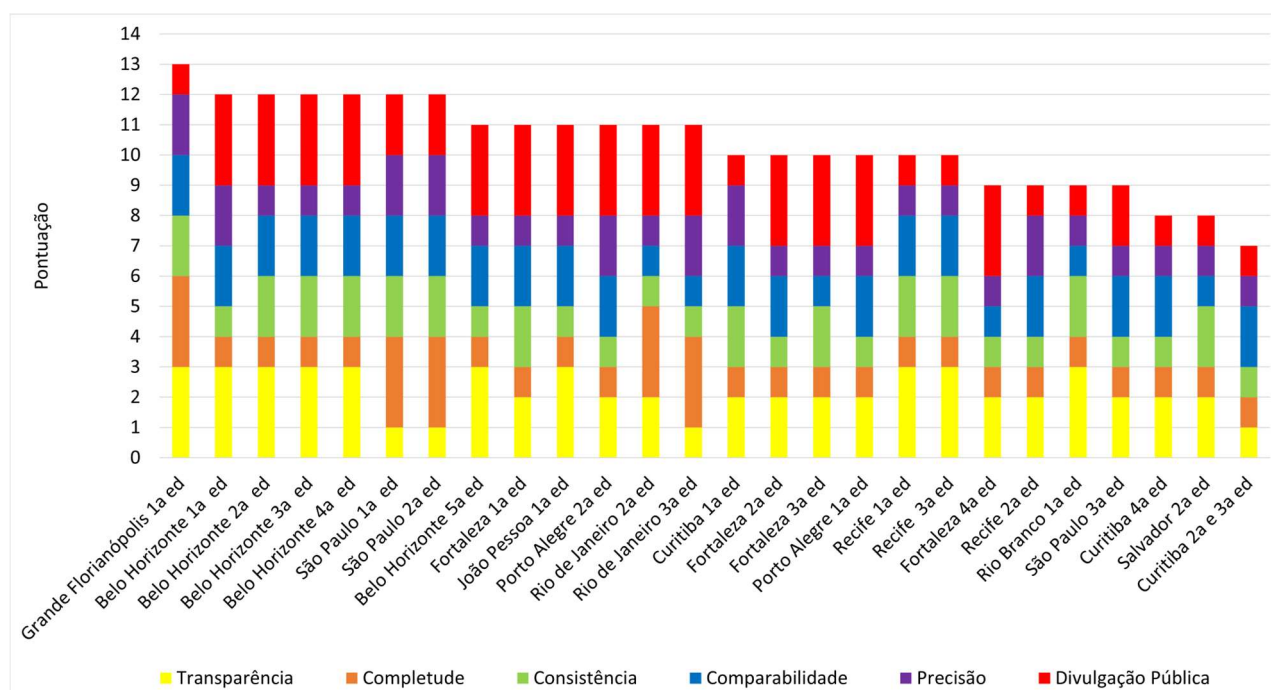
(conclusão)

Posição	Cidade	Edição	Indicadores de qualidade						Total
			T <sup>6</sup>	C <sup>7</sup>	CC <sup>8</sup>	CCC <sup>9</sup>	P <sup>10</sup>	DP <sup>11</sup>	
24°	Curitiba	4a	2	1	1	2	1	1	8
25°	Salvador	2a	2	1	2	1	1	1	8
26°	Curitiba	2a e 3a	1	1	1	2	1	1	7

Fonte: A autora (2022).

A Figura 5.6 apresenta o perfil completo para cada inventários avaliado a partir dos indicadores de qualidade analisados, conforme o ranking apresentado anteriormente.

**Figura 5.6** – Perfil completo do ranking dos inventários municipais de emissão de GEE ao atendimentos aos parâmetros indicadores de qualidade.



Fonte: A autora (2022).

### 5.3 Fraquezas, melhorias e recomendações

A qualidade de um inventário municipal de emissões de GEE, está diretamente relacionada com a metodologia adotada e pelas informações contidas em cada documentação. Diante disso, a individualidade de cada município, seja em suas atividades

econômicas internas, seja no número de seus habitantes, tamanho do centro urbano, dentre outros exemplos, acrescida da falta de uma metodologia internacional unificada que auxilie no cálculo das estimativas de suas emissões, tornam-se um grande desafio a ser enfrentando no desenvolvimento de seus reportes (DOPICO; NEVES, 2013).

Logo, o não estabelecimento de padrões internacionais que levem em consideração as particularidades de cada centro urbano, influenciam as cidades no desenvolvimento de seus próprios métodos, assim como, também tem sido feito por organizações/programas do setor, como o ICLEI, que possuem sua importância, para que o município possa se comunicar de maneira mais efetiva. Entretanto, as metodologias desenvolvidas apresentam-se como iniciativa isoladas, individuais e recentes, muitas vezes baseadas em métodos internacionais já existentes, como o IPCC, mas não se alinham completamente (BADER; BLEISCHWITZ, 2009). Ou seja, por um lado, observa-se esforços para se obter metodologias cada vez mais adequadas às particularidades dos limites geográficos dos espaços urbanos a serem inventariados e que atendam às exigências de seus governos locais, por outro lado, encontra-se dificuldade em sua comparabilidade, e a qualidade do inventário, impedindo sua transparência, verificação e replicação ao longo do tempo (ALVES; MARINHO, 2015; DOPICO; NEVES, 2013).

Dessa forma, durante a análise dos inventários municipais brasileiros coletados, foram observadas características particulares em cada reporte, que influenciaram o processo de comparação entre eles, e até mesmo em sua avaliação individual. São elas:

**a) Dificuldade de acesso à base de dados clara e realista.**

Como mencionado anteriormente, nem todas as cidades possuem informações para todas as fontes emissoras de GEE condensadas e de fácil acesso, necessitando recorrer a dados estaduais e até mesmo nacionais, o que acaba por maximizar erros e incertezas relacionadas as estimativas de emissão. Este ponto está intimamente relacionado com a visão do ICLEI para este assunto, a partir da entrevista realizada com Isadora Buchala, que menciona que as maiores dificuldades encontradas pelos municípios estão diretamente relacionadas com a obtenção de dados atualizados, o acesso a ferramentas de cálculo que sejam consistentes e que facilitem o processo e a compreensão técnica da aplicação dos métodos de cálculo quando o próprio governo local desenvolve seu inventário. Além disso, a entrevistada também esclarece que, há uma certa dificuldade de

engajamento dos diferentes atores dos governos locais e dos demais setores que contribuem com as emissões locais, impactando diretamente na fragilidade em questão.

Ainda a respeito da dificuldade de acesso à base de dados clara e realista, é possível identificar que a estruturação das informações a serem reportadas, bem como os processos metodológicos, cálculos, incertezas e estruturação do texto de maneira a ser compreendida por leitores externos, são características não observadas na maioria da documentação avaliada, tornando-se um ponto de fraqueza, pois dificultam sua compreensão e entendimento.

**b) Dificuldade de definição dos limites geográficos a serem considerados por cada município.**

Isso se dá, pois cada centro urbano possui influências em outros municípios, como por exemplo, sua região metropolitana, ou até mesmo possuem operações dos setores de Energia e Resíduos em outros municípios próximos, mas que precisam ser considerados. Assim, o que se observa é uma dificuldade na definição de quais escopos serão reportados, bem como, seu grau de importância e influência nas emissões finais. Muitos municípios optaram por inventariarem os escopos 1, 2 e 3, mas não conseguiram distinguir e delimitar com clareza, suas influências, nem mesmo, reportar ao leitor de seus inventários, quais os limites considerados e o porquê. Além disso, também foram observadas diferenças para os setores a serem inventariados, pois não contemplavam com exatidão as atividades desenvolvidas em cada centro urbano, sendo excluídos aqueles considerados, “menos influentes”.

**c) Falta de periodicidade na elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE.**

Por fim, a periodicidade na elaboração de inventários municipais de emissão de GEE também se apresentou como uma característica totalmente influente na qualidade destes documentos e nas ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, tomadas a partir deles, tornando-se uma fraqueza. Alguns inventários, por inventariarem anos muito anteriores da data de publicação dos mesmos, tiveram dificuldades na obtenção de informações concretas, corretas e realistas para os anos contabilizados, necessitando recorrer a outras fontes em níveis estaduais e nacionais, e em outros casos, trabalhar com médias e estimativas.

A maioria dos municípios avaliados não possuem rotineiramente a elaboração destes documentos em suas atividades principais, havendo um grande intervalo entre suas edições, que impactam nas informações reportadas e nas fontes utilizadas. Isso se dá, principalmente pelas dificuldades enfrentadas por entes e colaboradores locais para tal prática, a partir da mudança política que ocorre localmente a cada 4 anos, e pelos novos interesses trazidos por estes novos representantes, que podem estar ou não alinhados às ações frente as mudanças climáticas.

Assim, diante do estudo realizado, foram identificados alguns pontos de melhoria e recomendações a serem adotados pelos municípios em seus processos de elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE, para aprimorarem seus resultados e, conseqüentemente, a qualidade de sua documentação, diminuindo sua heterogeneidade no processo de comparação. A princípio, é de suma importância reconhecer os planejamentos, capacitações e ações dos governos locais que garantam a elaboração destes documentos, e de organizações de apoio, como ICLEI, que atuam com um papel facilitador para que tal prática seja cada vez mais difundida nos municípios brasileiros, e as dificuldades enfrentadas por estes entes, e seus esforços para superá-las.

Assim, os municípios que possuem atividades de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas, como por exemplo, desenvolvimento de inventários, políticas públicas, programas e planos de redução de emissões, necessitam de desenvolver internamente o aprimoramento de suas bases de dados para os setores econômicos atuantes em seu território. Como mencionado anteriormente, há uma necessidade atual de dados e fontes de dados confiável e realistas, diante das emissões apresentadas por cada cidade, a fim de diminuir suas incertezas e estimativas de cálculos. Recomenda-se que caso não haja informações em níveis locais, ou que estas não estejam acessíveis, a busca em níveis estaduais e nacionais de dados que estejam alinhados e em conformidade com as particularidades de seu município. Busca-se neste ponto uma padronização das informações, auxiliando na elaboração destes documentos nos anos seguintes e contribuindo para documentos com maiores qualidades.

Outro ponto que deve ser aprimorado por estes municípios, está relacionado à delimitação de seus limites geográficos a serem considerados influentes no processo de emissão de GEE e nas mudanças climáticas. Alguns documentos apresentaram incoerência de delimitação até mesmo para o mesmo município, havendo discordâncias com as

informações já publicadas em anos anteriores. Diante disso, recomenda-se que sejam elaboradas conferências e reuniões entre municípios das regiões metropolitanas, bem como de municípios próximos que sofrem influências dos centros urbanos a inventariarem suas emissões, para que sejam coordenadas de maneira cooperativa e clara os limites de interferência e sua representatividade nas emissões totais da região, e para evitar dupla contagem de emissões.

Assim também, durante o processo de elaboração de inventários municipais de emissão de GEE, recomenda-se que haja uma separação das emissões totais por escopos, assim como são realizados por setores, para atribuição das emissões diretas e indiretas do municípios, orientados as responsabilidades reais das cidades.

No que diz respeito a periodicidade do desenvolvimento destes documentos, objetivando uma padronização do processo e que este não seja influenciado e sofra alterações ao longo dos anos, e que por fim, tenha-se a periodicidade da publicação de inventários, orienta-se que sejam criadas legislações e instrumentos legais que auxiliem nesta atividade. Logo, a partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, torna-se essencial o desenvolvimento de políticas públicas, que sirvam de um arcabouço aos gestores públicos locais.

Outro ponto, é o aprimorando do reporte dos setores influentes para as estimativas de cálculo do município. É de suma importância que sejam contemplados todos os setores prioritários para a economia municipal do local, como também, os menos influentes, mas que de certa maneira apresentam emissões pertencentes ao total a ser estimado, além das particularidades do município diante das informações que estão sendo consideradas, como por exemplo, o número de transportes públicos e privados, quantidade e localização de aterros sanitários e estações de tratamento de efluentes. Para isso, recomenda-se que sejam realizados processos de validação e qualificação das informações contidas em cada inventário municipal publicado, semelhante ao que tem sido realizado pelo ICLEI, trazendo um maior controle e confiabilidades dos resultados apresentados em cada reporte.

No que diz respeito ao processo de reporte das informações geradas a partir da base de dados e dos cálculos de estimativas realizados. Como mencionado, foi observada uma grande divergência nas informações, entre os documento analisados, pois alguns apresentaram-se extremamente grandes e complexos, enquanto outros com informações

superficiais, não sendo possível identificar o indicador de qualidade *transparência*. Diante disso, recomenda-se que sejam reportadas apenas informações que sejam relevantes para o objetivo e compreensão do documento, como a contextualização do município, suas áreas de influência, fontes de dados consideradas e sua justificativa, bem como as fontes excluídas e suas justificativas, gráficos e tabelas bem estruturadas, imagens e uma estruturação correta dessas informações, permitindo o entendimento do parte de seus leitores.

Orienta-se também que termos muito específicos do setor sejam definidos e lembrados ao longo do texto, e até mesmo a elaboração de dois documentos distintos, um com todas as informações a serem reportadas, bem como todas as demonstrações de cálculos e variáveis a serem consideradas, e um segundo documento com o resumo das informações apresentadas pelo primeiro, semelhante ao que é realizado com o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental. Dessa forma, torna-se mais passível de entendimento por seus leitores, e a possibilidade de completude das informações a serem exploradas.

Também foi observado que alguns inventários não possuem uma conexão com outros documentos publicados anteriormente quando o citam, ou até mesmo com legislações vigentes, sendo necessário recorrer a uma pesquisa para compreender sobre o mencionado. Recomenda-se que sejam colocados *hiperlinks* que permitam ao clicar na palavra ou termo indicado, ser direcionado ao conteúdo citado, facilitando a transparência e confiabilidade das informações colocadas ao longo do texto.

Além disso, também foram levantados outros pontos de melhorias e recomendações. O próximo ponto está intimamente relacionado com o mencionado acima, diz respeito à maneira pela qual são reportadas as informações utilizadas para os cálculos das estimativas de emissões. Como mencionado anteriormente, a maioria dos inventários analisados não apresentaram com exatidão as variáveis consideradas para seus cálculos, apresentando somente o nome do software utilizado e seus resultados. É de suma importância que sejam mencionadas todas as demonstrações de cálculos, a partir das metodologias utilizadas, para que sejam possíveis comparações fidedignas com outros municípios e anos anteriores, levando em consideração os gases contabilizados e suas principais influências e origens. Além disso, aconselha-se a cada município desenvolver formas de expressar a

qualidade dos dados e resultados obtidos, para que possam ser avaliados conforme sua confiabilidade, como por exemplo o grau de incerteza das informações apresentadas.

No que diz respeito aos resultados obtidos em cada inventário, também se orienta que sejam realizadas correlações dos valores encontrados de uma maneira geral e por setores, com as estimativas obtidas pelo SEEG, como um processo de comparação e de orientação sobre a representatividade dos valores encontrados.

Orienta-se também que, tanto o poder público local quanto as organizações, atuem juntamente com a academia, objetivando aprimorar a elaboração destes inventários. As instituições de ensino podem atuar como uma ferramenta de auxílio durante este processo, a partir da participação de suas pesquisas para o aprimoramento destes documentos de reportes, e de suas recomendações estabelecidas. Além disso, também podem abrir portas para uma comunicação mais aberta e transparente com a comunidade local.

Um exemplo disso, seria a atuação conjunta da academia e do ICLEI no desenvolvimento de sua nova tendência metodológica, o CRF, ou até mesmo durante a adesão dos municípios, empresas, regiões e investidores locais à campanha *Race to Zero*, que aprimoram as ações municipais frente às mudanças climáticas. Segundo Isadora Buchala, Assistente de Projetos de Resiliência do ICLEI, entrevistada desta pesquisa, o *Race to Zero* é uma ação que tem impactado a atuação das cidades na preocupação com suas emissões, sendo perceptível seus protagonismos, assim, uma ação conjunta entre todos os entes locais impulsionaria as ações em nível local, impactando em nível nacional.

Ainda segundo a entrevistada, apesar do número de inventários municipais elaborados até o presente momento não ser muito significativo em comparação com o número de municípios no Brasil, a partir desta prática, as cidades estão cada vez mais avançando na governança climática, fomentando discussões internas sobre a mudança do clima de forma institucional e mostrando interesse por outros instrumentos de planejamento como a análise de riscos e vulnerabilidade climática e planos de ação local. Assim, é de suma importância e recomenda-se que cada município, ao final da documentação apresentada, explore as ações de mitigação às mudanças climáticas e de redução de emissões, a serem realizadas com base em seus resultados obtidos, e em comparação com o que já tem sido feito e planejado nos anos anteriores, para aprimorar suas ações futuras e explorar os objetivos de seu inventário. Esta seção permite que os inventários além das suas funções

primordiais, de auxiliar os tomadores de decisão, atuem como informativos à população local a respeito do que foi e tem sido feito. Torna-se um canal de comunicação com a sociedade. Também é necessário incluir nesta documentação os cenários de emissões, metas de reduções, comparações com outras cidades semelhantes à inventariada, comparações com o estado e o país em que se insere e um panorama dos anos anteriores com o que necessita ser feito.

Por fim, objetivando uma padronização dos inventários municipais, facilitando o processo de comparação e validação entre os mesmos, e qualificação de suas informações, recomenda-se que os governos federais desenvolvam uma metodologia nacional de reporte de emissões de GEE municipais. A partir desta metodologia, totalmente personalizada à realidade municipal brasileira, e de acordo com as fragilidades enfrentadas pelo centros urbanos em tal prática, alinhadas às políticas públicas implementadas, objetiva-se reduzir os graus de imprecisão das informações contidas em cada reporte, auxiliando assim, cada vez mais, nas medidas a serem tomadas por cada ente local. Isso permite que as ações locais sejam cada vez mais eficazes frente às mudanças climáticas.



## 6 CONCLUSÕES

Frente aos impactos oriundos do fenômeno das mudanças climáticas, as cidades, detentoras da maior parcela populacional, possuem capacidade de responder as questões climáticas em nível local, e se caracterizam como grande atores na criação de subsídios para definição de metas de redução de emissões, bem como para o aprimoramento de mecanismos de atuação. A elaboração e publicação de Inventários Municipais de Emissão de GEE, instrumento de gestão ambiental e norteador de políticas públicas urbanas é um exemplo disso. Assim, o presente trabalho buscou demonstrar a importância dos inventários municipais brasileiros, publicados por capitais e regiões metropolitanas, no período de 2005 a 2022, a partir de sua comparabilidade, e contribuir com o tema.

A partir do mapeamento dos documentos coletados, é permitido concluir que frente aos compromissos assumidos pelo Brasil para adaptação e mitigação às mudanças climáticas, a elaboração destes inventários é uma prática que tem crescido ao longo dos anos, mas ainda pouco expressiva em algumas regiões, como Norte e Centro-Oeste, onde foram encontrados poucos ou nenhum documento. Além disso, a dificuldade de obtenção de inventários de alguns municípios contribui para demonstrar a fragilidade desta prática no país e o acesso público à tal.

O processo de análise e comparação de inventários, permite compreender as similaridades e divergências entre reportes elaborados por diferentes metodologias. A adoção de premissas diferentes acarreta resultados diferentes, que se incomparáveis e incompatíveis, podem interferir diretamente na fidedignidade dos resultados, e conseqüentemente, nas medidas a serem tomadas a partir deles. Assim, a partir das avaliações dos indicadores de qualidade *transparência, completude, consistência, comparabilidade, precisão e divulgação pública*, conclui-se que, de um modo geral, os inventários possuem pontos positivos e negativos para cada indicador, sendo as melhores notas obtidas para os parâmetros de transparência e divulgação pública. Entretanto, ao se considerar o conjunto das avaliações, se apresentaram, em sua grande maioria, distintos entre si, desorganizados e mal estruturados, com informações medianas, incompletas e inconsistentes, não retratando a realidade das emissões de cada local com devida precisão. Muitos municípios ainda não compreendem o objetivo desta documentação, produzindo, muitas vezes, documentos extremamente extensos ou sucintos, não levando em consideração suas

individualidades socioeconômicas e ambientais, bem como sua representatividade no país e localmente.

Há, portanto, a necessidade de progressos na elaboração dos inventários municipais brasileiros, tanto em quantidade quanto em qualidade, pela criação de uma metodologia que contemple a individualidade de cada centro urbano e suas lacunas de informações, bem como de bancos e fontes de dados confiáveis e realistas, que sejam capazes de representar satisfatoriamente as emissões locais, que assegurem a comparabilidade e qualidade dos inventários municipais brasileiros. Além disso, mediante ao papel fundamental das cidades, na implantação de políticas públicas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, espera-se que sejam cada vez mais incentivadas ações de redução de emissões de GEE, como fruto dos acordos assumidos pelo país nos últimos anos.

## **7 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A avaliação metodológica de inventários municipais de GEE é uma prática pouco difundida no meio acadêmico, devido às dificuldades de comparabilidade encontradas pelas diferentes metodologias de estimativas de cálculos utilizadas, bem como pela individualidade de cada município. Diante disso, poucos foram os trabalhos encontrados para esta temática para que sejam utilizados como embasamento teórico. Para tal, recomenda-se que sejam consultados documentos de órgãos/instituições oficiais, como da ONU, do IPCC e do ICLEI.

Durante a etapa de coleta de dados foi encontrada certa dificuldade para obtenção dos inventários municipais elaborados e publicados até o presente momento, no Brasil. Dessa forma, recomenda-se que sejam consultadas páginas online das prefeituras locais e/ou secretarias de meio ambiente, ou até mesmo por contato via ligação telefônica, para que sejam encontrados com maior facilidade. Os inventários apresentaram-se com expressiva diversidade de informações, organização e estruturação, bem como os pontos a serem considerados ou não. Dessa forma, recomenda-se que sejam desenvolvidas metodologias de identificação de pontos importantes a serem considerados durante a avaliação de tais documentos, para que a etapa de análise seja realizada de maneira efetiva e completa.

Para trabalhos futuros, em concordância com os resultados obtidos em cada inventário municipal e suas progressões ao longo dos anos, recomenda-se que sejam avaliadas as políticas climáticas municipais brasileiras implementadas e sua aderência com os compromissos assumidos e as emissões geradas, além de verificar as ações e estratégias de mitigação e adaptação propostas por cada município. Também se recomenda que sejam realizadas entrevistas com outros colaboradores do setor, objetivando aprimorar os resultados encontrados e compreender todas as características relevantes e primordiais durante o processo de elaboração de inventários, e como é realizado.

## 8 REFERÊNCIAS

- ABC DISTÂNCIAS. **Mapa do Brasil com estados**. 2022. Disponível em: <https://www.abc-distancias.com/carto/110616423.php>. Acesso: 10 mai. 2022.
- ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- AGÊNCIA BRASIL. **COP 26: Brasil apoia declaração internacional para proteger florestas**. Brasília. 2021a. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/cop26-brasil-apoia-declaracao-internacional-para-protoger-florestas#>. Acesso em: 29 nov. 2021.
- AGÊNCIA BRASIL. **Inpe: desmatamento na Amazônia Legal tem aumento de 21,97% em 2021**. Brasília. 2021b. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/desmatamento-na-amazonia-legal-tem-aumento-de-2197-em-2021#:~:text=O%20Instituto%20Nacional%20de%20Pesquisas,a%2031%20julho%20de%202021>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- ALVES, G.; MARINHO, M. M. O. **INVENTÁRIOS URBANOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL: UMA ANÁLISE PRELIMINAR**. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. 2015. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/307.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2022.
- AMBIENTE BRASIL. **Histórico das COPs**. [2022?]. Disponível em: [https://ambientes.ambientebrasil.com.br/mudancas\\_climaticas/evolucao\\_do\\_debates/historico\\_das\\_cops.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/mudancas_climaticas/evolucao_do_debates/historico_das_cops.html). Acesso em: 20 abr. 2022.
- BADER, N.; BLEISCHWITZ, R. **Measuring Urban Greenhouse Gas Emissions: The Challenge of Comparability**. 2.3 | 2009 Vol.2 / n°3 - Cities and Climate Change. ISSN: 1993-3819. Disponível em: <http://journals.openedition.org/sapiens/854>. Acesso em: 08 mai. 2022.
- BELO HORIZONTE. Prefeitura de Belo Horizonte. Meio Ambiente. **5º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE BELO HORIZONTE. RELATÓRIO TÉCNICO E ANÁLISE DE RESULTADOS | 2009 - 2020**. 2021.
- BITTENCOURT, F.; BRITO, M.; MELLO, A.; DIAS, B.; SALINA, F.; ALBUQUERQUE, I.; CHABAR, C.; COLUNA, I. **PRODUTO 04. Cálculo das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) da Região Metropolitana de Campinas**. WAY CARBON. 2018. Disponível em: <https://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/emissao-gases/produto-4.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2022.

BITTENCOURT, S. R. M.; BUSCH, S. E.; CRUZ, M. R. **Capítulo 2: O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO NO BRASIL**. 2018.

Disponível em:

<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9474/1/O%20Mecanismo.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2022.

BOEHM, S.; CARTER, R.; LEVIN, K. **Impacto das mudanças climáticas: 6 descobertas do relatório do IPCC de 2022 sobre adaptação**. WRI BRASIL. 2022.

Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/relatorio-ipcc-2022-impactos-mudancas-climaticas-adaptacao>. Acesso em: 09 mai. 2022.

BRABO, B. **Pará é primeiro estado da Amazônia a aderir campanha mundial para descarbonização até 2050**. AGÊNCIA PARÁ. 2021. Disponível em:

<https://agenciapara.com.br/pauta/4792/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

BRASIL. **Brasil 2040. Resumo Executivo**. 2015. Disponível em:

[https://www.agroicone.com.br/%24res/arquivos/pdf/160727143013\\_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf](https://www.agroicone.com.br/%24res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf). Acesso em: 02 de mai. 2022.

BRASIL. **DECRETO Nº 3.515, DE 20 DE JUNHO DE 2000**. Cria o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas e dá providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2000a]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3515.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3515.htm). Acesso em: 02 mai. 2022.

BRASIL. **DECRETO Nº 6.263, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2007**. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2007]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.263%2C%20DE%2021,Clima%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.263%2C%20DE%2021,Clima%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias). Acesso em: 02 mai. 2022.

BRASIL. **DECRETO Nº 7.390, DE 9 DE DEZEMBRO DE 2010**. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%207.390%2C%20DE%209%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202010.&text=Regulamenta%20os%20arts.,PNMC%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias..](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%207.390%2C%20DE%209%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202010.&text=Regulamenta%20os%20arts.,PNMC%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias..) Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. **DECRETO Nº 9.082, DE 26 DE JUNHO DE 2017**. Institui o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima. Brasília, DF: Presidência da República, [2017a].

Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9082.htm#art14](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9082.htm#art14). Acesso em: 02 mai. 2022.

BRASIL. **DECRETO Nº 9.172, DE 17 DE OUTUBRO DE 2017**. Institui o Sistema de Registro Nacional de Emissões - Sirene, dispõe sobre os instrumentos da Política

Nacional sobre Mudança do Clima a que se refere o inciso XIII do caput do art. 6º da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, e altera o Decreto nº7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a referida Política. Brasília, DF: Presidência da República, [2017b]. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19361351/do1-2017-10-18-decreto-n-9-172-de-17-de-outubro-de-2017-19361289](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19361351/do1-2017-10-18-decreto-n-9-172-de-17-de-outubro-de-2017-19361289). Acesso em: 06 jan. 2022.

BRASIL. **DECRETO Nº2.652, DE 1º DE JULHO DE 1998.** Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Brasília, DF: Presidência da República, [1998]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2652.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm). 02 de mai. 2022.

BRASIL. **LEI nº 12.187, de 19 de DEZEMBRO DE 2009.**  
**Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.** Brasília, DF: Presidência da República, [2009a]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm). Acesso em: 06 jan. 2022.

BRASIL. MIISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.  
**Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.** 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.  
**Plano ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono.** 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 18 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. CLIMA.  
**Comunicações Nacionais do Brasil à UNFCCC.** [2022b?]. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/Comunicacao\\_Nacional/Comunicacoes\\_Nacionais.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/Comunicacao_Nacional/Comunicacoes_Nacionais.html). Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES.  
**COMUNICAÇÃO NACIONAL DO BRASIL À CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA.** 2000b. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/SIRENE/Comunicacoes-Nacionais-do-Brasil-a-UNFCCC/1\\_Comunicacao\\_Nacional\\_\\_Portugues-1.pdf](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/SIRENE/Comunicacoes-Nacionais-do-Brasil-a-UNFCCC/1_Comunicacao_Nacional__Portugues-1.pdf). Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES.  
**Mecanização na colheita da cana-de-açúcar é a principal responsável pela queda nas emissões de GEE por queima de resíduos agrícolas.** 2021d. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/02/mecanizacao-na-colheita-da-cana-de-acucar-e-a-principal-responsavel-pela-queda-nas-emissoes-de-gee-por-queima-de-residuos-agricolas>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Painel Intergovernamental sobre Mudança o Clima – IPCC**. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/clima/paginas/painel-intergovernamental-sobre-mudanca-do-clima-ipcc>. Acesso em: 07 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL DO BRASIL à UNFCCC**. 2020b. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/4comunicacao/4\\_com\\_nac\\_brasil\\_web.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/4comunicacao/4_com_nac_brasil_web.pdf). Acesso em: 07 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **SEGUNDA COMUNICAÇÃO NACIONAL DO BRASIL À CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA**. 2010. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/2comunicacao/scn\\_portugues\\_volume-1-compactado.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/2comunicacao/scn_portugues_volume-1-compactado.pdf). Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**. [2021b?]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html>. Acesso em: 06 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima**. [2021c?]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html>. Acesso em: 05 jan. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Metano Zero**. 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaozoniodesertificacao/programa-nacional-metano-zero>. Acesso em: 02 de mai. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Protocolo de Quioto**. [2022a?]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto.html>. Acesso em: 18 jan. 2022.

BRASIL. Portaria Interministerial MCT/MMA nº 365, de 25.09.2009. Institui o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC, com o objetivo de disponibilizar a tomadores de decisão e à sociedade, informações técnico-científicas sobre mudanças climáticas. **D.OU. de 28/09/2009, Seção I, Pág. 133**. Brasília, DF. 2009b. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias\\_interministeriais/migracao/Portaria\\_Interministerial\\_MCTMMA\\_n\\_356\\_de\\_25092009.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias_interministeriais/migracao/Portaria_Interministerial_MCTMMA_n_356_de_25092009.html). Acesso em: 02 mai. 2022.

BRASIL. PORTARIA Nº 150, DE 19 DE MAIO DE 2016. Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1. Brasília, DF. ISSN 1677-7042. 2016. Disponível em:

[https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Portaria%20PNA%20\\_150\\_10052016.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Portaria%20PNA%20_150_10052016.pdf). Acesso em: 07 jan. 2022.

BRASIL. RIO+20 Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. **Sobre a RIO+20**. 2011. Disponível em: [http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20.html](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html). Acesso em: 24 abr. 2022.

C40 CITIES. CLIMATE LEADERSHIP GROUP. **1,5°C Planos de Ação Climática**. 2022b. Disponível em: <https://www.c40.org/what-we-do/raising-climate-ambition/1-5c-climate-action-plans/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

C40 CITIES. CLIMATE LEADERSHIP GROUP. **Sobre C40**. 2022a. Disponível em: <https://www.c40.org/about-c40/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

C40 KNOWLEDGE. **Sobre o Knowledge Hub**. 2022. Disponível em: [https://www.c40knowledgehub.org/s/about?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/about?language=en_US). Acesso em: 13 mai. 2022.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. MEIO AMBIENTE E ENERGIA. **Comissão sobre mudanças climáticas debate propostas para a COP-24**. 2018. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/547456-comissao-sobre-mudancas-climaticas-debate-propostas-para-a-cop-24/>. Acesso em: 08 mar. 2022.

CAMPELLO, L. G. B.; LIMA, R. D. **O REGIME INTERNACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA ANÁLISE DA COOPERAÇÃO INTERNACIONAL SOLIDÁRIA NO ACORDO DE PARIS**. Revista Argumentum – RA, e ISSN 2359-6889, Marília/SP, V. 19, N. 3, pp. 659-689, Set.-Dez. 2018. Acesso em: 05 jan. 2022.

CATRACA LIVRE. **Canadá registra temperatura de 49,5°C e calor mata ao menos 233 pessoas**. 2021. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/mais/canada-registra-temperatura-de-495oc-e-calor-mata-ao-menos-233-pessoas/>. Acesso em: 06 jun. 2022.

CDP. Carbon Disclosure Project. Disclosure Insight Action. **Como os governos estaduais brasileiros enfrentam a mudança do clima? Resumo das respostas dos estados brasileiros ao questionário de Estados & Regiões de 2020 do CDP**. 2021. Disponível em: [https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/845/original/CDP-relatorio-governoseclima-FINAL\\_.pdf?1628892687](https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/845/original/CDP-relatorio-governoseclima-FINAL_.pdf?1628892687). Acesso em: 23 abr. 2022.

CDP. **Quem nós somos**. 2022. Disponível em: <https://www.cdp.net/en/info/about-us>. Acesso em: 12 jan. 2022.

CEPERJ. Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2020. Disponível em: [http://arquivos.proderj.rj.gov.br/sefaz\\_ceperj\\_imagens/Admin/Uploads/PIB-MUICIPIOS-DEZ-2020\\_\(1\).pdf](http://arquivos.proderj.rj.gov.br/sefaz_ceperj_imagens/Admin/Uploads/PIB-MUICIPIOS-DEZ-2020_(1).pdf). Acesso em: 23 mai. 2022.



CITIES ALLIANCE. **International Standard for Determining Greenhouse Gas Emissions for Cities**. Version 2.1. 2010. Disponível em: [https://www.citiesalliance.org/sites/default/files/CA\\_Images/GHG%20Global%20Standard%20-%20Version%20June%202010.pdf](https://www.citiesalliance.org/sites/default/files/CA_Images/GHG%20Global%20Standard%20-%20Version%20June%202010.pdf). Acesso em: 02 de mai. 2022.

CLIMA SOUTH. **An Introduction to National GHG Inventories Measurement, Reporting & Verification (MRV)**. HANDBOOK N°3. Seminar held in Genoa, Italy. 2014. Disponível em: <https://www.climamed.eu/wp-content/uploads/files/An-Introduction-to-National-GHG-Inventories.pdf>. Acesso em 14 mai. 2022.

CLIMATE WATCH. **Emissões históricas de GEE**. 2022a. Disponível em: [https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end\\_year=2018&gases=all-ghg&start\\_year=1990](https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2018&gases=all-ghg&start_year=1990). Acesso em: 10 jan. 2022.

CLIMATE WATCH. **Emissões Históricas Globais**. 2022b. Disponível em: [https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&end\\_year=2018&start\\_year=1990](https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&end_year=2018&start_year=1990). Acesso em: 16 mai. 2022.

COELHO, I.; MESQUITA, C. **Com expansão dos serviços, Fortaleza se torna a maior economia do NE**. Diário do Nordeste. 2020. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/com-expansao-dos-servicos-fortaleza-se-torna-a-maior-economia-do-ne-1.3023324>. Acesso em: 23 mai. 2022.

COMISIÓN EUROPEA. **Kioto: segundo período de compromisso (2013-2020)**. 2022. Disponível em: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/progress-made-cutting-emissions/kyoto-2nd-commitment-period-2013-20\\_es](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/progress-made-cutting-emissions/kyoto-2nd-commitment-period-2013-20_es). Acesso: 19 jan. 2022.

CONCEIÇÃO, G. C. A. **INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NO BRASIL: Uma análise de sua prática, potencialidades e desafios**. Dissertação (Mestrado - Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) -- Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal da Bahia, 2017.

DINIZ, M. **COPP 22 foi ponto de partida para colocar em prática Acordo de Paris, avalia MMA**. AGÊNCIA BRASIL. 2016. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-11/cop-22-foi-ponto-de-partida-para-colocar-em-pratica-acordo-de-paris-avalia-mma>. Acesso em: 20 jan. 2022.

DODMAN, D. **Blaming for Climate Change? An Analysis of Urban Greenhouse Gas Inventories**. Environment & Urbanization. v. 21, n. 1, abr. 2009.

DOPICO, Y. B. C.; NEVES, C. G. **Análise de Metodologias de Produção de Inventários de Gases de Efeito Estufa de Cidades**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

FJP. Fundação João Pinheiro. **Informativo Análise Insumo-Produto | Matriz Insumo-Produto**. V.3 N°2. 2021. Disponível em: [http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/31.03\\_Inf\\_CAIP\\_Mip\\_02\\_2021.pdf](http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/31.03_Inf_CAIP_Mip_02_2021.pdf). Acesso em: 23 mai. 2022.

FORTALEZA. Prefeitura de Fortaleza. Canal Urbanismo e Meio Ambiente. **Agenda Climática**. [2022?]. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/infocidade/43-agenda-climatica>. Acesso em: 19 jan. 2022.

FORTALEZA. Prefeitura de Fortaleza. Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. **4º INVENTÁRIO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA GEE**. 2021.

FRASSON, C. M. R.; GENIN, C. **O saldo da COP26: o que a Conferência do Clima significou para o Brasil e o mundo**. WORLD RESOURCES INSTITUTE BRASIL. 2021. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/o-saldo-da-cop26-o-que-conferencia-do-clima-significou-para-o-brasil-e-o-mundo>. Acesso em: 05 jan. 2022.

FRIEDRICH, J.; GE, M. **4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor**. WORLD RESOURCES INSTITUTE. 2020. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/quatro-graficos-explicam-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>. Acesso em: 16 mai. 2022.

GLOBAL COVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE AND ENERGY. **Pacto Global de Prefeitos. Marco Comum de Reporte**. Versão 6.1. 2018. Disponível em: <https://www.globalcovenantofmayors.org/wp-content/uploads/2019/07/EN-Original-CRF-PT.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2022.

GLOBAL COVENANT OF MAYORS OF CLIMATE AND ENERGY. **Sobre o Pacto**. [2022?]. Disponível em: <https://pactodealcaldes-la.org/pt-br/sobre-o-pacto/>. Acesso em: 07 jan. 2022.

GÓMEZ, C. L. T.; HOORNWEG, D.; SUGAR, L. **Cities and greenhouse gas emissions: moving forward. Environment & Urbanization**. International Institute for Environment and Development (IIED). 207 Vol 23(1): 207–227. 2011. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0956247810392270>. Acesso em: 13 jan. 2022.

GONTIJO, J. **BH também é uma cidade industrial e com destaques**. O TEMPO. 2018. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/economia/bh-tambem-e-uma-cidade-industrial-e-com-destaques-1.1603201>. Acesso em: 23 mai. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO ACRE. **Acre em Números 2017**. 2019. Disponível em: <http://acre.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/acre-em-numeros-2017.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2022.

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. **Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories. Executive Summary**. 2014. Disponível em: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/GPC\\_Executive\\_Summary\\_1.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/GPC_Executive_Summary_1.pdf). Acesso em: 22 abr. 2022.

GT AGENDA 2030. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável. **O que é a Agenda 2030| What is the 2030 Agenda**.

[2022?]. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/agenda-pos-2015/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

GT AGENDA 2030. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e Agenda Pós-2015**. 2015. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/2015/08/20/ods-pos-2015/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. CIDADES. Produto Interno Bruto dos Municípios. **Belo Horizonte**. [2022a?]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/pesquisa/38/46996>. Acesso em: 23 mai. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. ESTATÍSTICAS. Produto Interno Bruto dos Municípios. **João Pessoa**. [2022b?]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=2507507>. Acesso em: 23 mai. 2022.

ICLEI. LOCAL GOVERNMENTS FOR SUSTAINABILITY. **International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP)**. Versão 1. 2009. Disponível em: [https://carbons.org/fileadmin/user\\_upload/carbons/Standards/IEAP\\_October2010\\_color.pdf](https://carbons.org/fileadmin/user_upload/carbons/Standards/IEAP_October2010_color.pdf). Acesso em: 07 jan. 2022.

ICLEI. LOCAL GOVERNMENTS FOR SUSTAINABILITY. **Quem somos**. 2022a. Disponível em: <https://americadosul.iclei.org/quem-somos/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ICLEI. LOCAL GOVERNMENTS FOR SUSTAINABILITY. **Urban-LEDS**. 2022b. Disponível em: [https://www.iclei.org/en/Urban\\_LEDS.html](https://www.iclei.org/en/Urban_LEDS.html). Acesso em: 28 abr. 2022.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Programa de Queimadas. Monitoramento dos Focos Ativos por Estado**. [2022?]. Disponível em: [https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas\\_estados/](https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/). Acesso em: 19 jan. 2022.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Timeline**. [2022?]. Disponível em: <https://widgets.socioambiental.org/widgets/timeline/535#9>. Acesso em: 19 jan. 2022.

INVEST CURITIBA. Curitiba em Dados. **Economia**. [2022?]. Disponível em: <http://investcuritiba.com.br/por-que-curitiba/economia/#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20IBGE,Agropecu%C3%A1ria%20por%20menos%20de%201%25>>. Acesso em: 23 mai. 2022.

IPAM AMAZÔNIA. INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **CO2 equivalente (CO2e)**. 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/glossario/co2-equivalente-co2e/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. **INTRODUCTION TO THE 2006 GUIDELINES**. 2000. Disponível em:

[https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1\\_Volume1/V1\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf). Acesso em: 12 mai. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** 2014. Disponível em:

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf). Acesso em: 27 abr. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2022.** Mitigation of Climate Change. 2022. Disponível em:

[https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_FinalDraft\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf). Acesso em: 09 mai. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.** 2020. Disponível em:

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM\\_Updated-Jan20.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf). Acesso 07 jan. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fifth Assessment Report of the International Panel on Climate Change. Annexes.** 2018. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_annex-i.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-i.pdf). Acesso em: 02. mai. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Guidelines. Chapter 1: Introduction to the 2006 Guidelines. **Volume 1: Introduction.** 2006a. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1\\_Volume1/V1\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf). Acesso em: 02 jan. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Guidelines. Chapter 1: Introduction to the 2006 Guidelines. **Volume 5: Waste.** 2006e. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_1_Ch1_Introduction.pdf). Acesso em: 24 abr. 2022.

[https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_1_Ch1_Introduction.pdf). Acesso em: 24 abr. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Guidelines. Chapter 1: Introduction to the 2006 Guidelines. **Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.** 2006d. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_01\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_01_Ch1_Introduction.pdf). Acesso em: 24 abr. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Guidelines. Chapter 1: Introduction to the 2006 Guidelines. **Volume 3: Industrial Processes and Product Use.** 2006c. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3\\_Volume3/V3\\_01\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_01_Ch1_Introduction.pdf). Acesso em: 24 abr. 2022.

nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3\_Volume3/V3\_1\_Ch1\_Introduction.pdf. Acesso em: 24 abr. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Guidelines. Chapter 1: Introduction to the 2006 Guidelines. **Volume 2: Energy**. 2006b. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf). Acesso em: 24 abr. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC Guidelines. Chapter 1: Introduction to National GHG Inventories**. 2019. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1\\_Volume1/19R\\_V1\\_Ch01\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1_Volume1/19R_V1_Ch01_Introduction.pdf). Acesso em: 02 jan. 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution on the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2007. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4\\_wg2\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf). Acesso em: 27 abr. 2022.

MACHADO, N. **Brasil tem quatro estados na corrida para o zero em 2050**. Agência EPBR. 2021. Disponível em: <https://epbr.com.br/brasil-tem-quatro-estados-na-corrida-para-o-zero-em-2050/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/relatorios/MBI-relatorio-desmatamento-2019-FINAL5.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MINAS GERAIS. Agência Minas. **Minas Gerais formaliza adesão à campanha mundial Race to Zero para zerar emissões de carbono**. 2021. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/minas-gerais-formaliza-adesao-a-campanha-mundial-race-to-zero-para-zerar-emissoes-de-carbono>. Acesso em: 29 nov. 2021.

MINAS GERAIS. **Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais**. 2016. Disponível em: <http://pemc.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MOUNTFORD, H.; WASKOW, D.; SROUJI, J.; SEYMOUR, F.; GONZALEZ, L.; GAJJAR, C. **Os principais resultados da Cúpula de Líderes Mundiais da ONU na COP26 em Glasgow**. WORLD RESOURCES INSTITUTE BRASIL. 2021. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/os-principais-resultados-da-cupula-de-lideres-mundiais-da-onu-na-cop26-em-glasgow>. Acesso em: 05 jan. 2022.

O ECO. DICIONÁRIO AMBIENTAL. **O que são as INDCs**. 2015. Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/o-que-sao-as-indcs/>. Acesso em 03 jan. 2022.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Emissão de Índia cresce 29% revela SEEG.** 2016. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/emissao-da-india-cresce-29-revela-seeg/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

OLIVEIRA, E. G1. **Pantanal registra 334% mais focos de queimadas em 2019, ano com menos chuvas e intensa onda de calor na região.** 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/09/12/pantanal-registra-334percent-mais-focos-de-incendio-em-2019-ano-com-menos-chuvas-e-intensa-onda-de-calor-na-regiao.ghtml>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ONU BRASIL. Organização das Nações Unidas. Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 13. Ação contra a mudança global do clima. Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.** 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>. Acesso em: 19 abr. 2022.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. CLIMATE ACTION. **O que você precisa saber sobre a Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP26).** 2021c. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-que-voce-precisa-saber-sobre-conferencia-das-nacoes-unidas#:~:text=O%20PNUMA%20espera%20que%20a,%3A%20mitiga%C3%A7%C3%A3o%2C%20adapta%C3%A7%C3%A3o%20e%20finan%C3%A7as>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Crônica da ONU. **De Estocolmo a Kyoto: uma breve história da mudança climática.** 2013. Disponível em: <https://www.un.org/en/chronicle/article/stockholm-kyoto-brief-history-climate-change>. Acesso em: 29 dez. 2021.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Emissions Gap Report 2020.** 2020. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34438/EGR20ESE.pdf?sequence=25>. Acesso em: 04 jan.2022.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **O ESTADO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRIÇÃO NO MUNDO: SALVAGUARDANDO CONTRA RECURSOS E REDUÇÕES ECONÔMICAS.** 2019a. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2021.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **O ESTADO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTROÇÃO NO MUNDO: TRANSFORMANDO SISTEMAS ALIMENTARES PARA SEGURANÇA ALIMENTAR, MELHORIA DA NUTRIÇÃO E DIETAS SAUDÁVEIS ACESSÍVEIS PARA TODOS.** 2021a. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb4474en/cb4474en.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU News Perspectiva Global Reportagens Humanas. **Alimentos atingem maior aumento de preços em uma década.** 2021b. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/156988-alimentos-atingem-maior-aumento-de-precos-em-uma-decada>. Acesso em: 06 jan. 2021.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU NEWS. **COP 25 encerra com progressos mais sem acordo para aumentar a ambição climática.** 2019b. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/12/1698001>. Acesso em: 20 jan. 2022

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU NEWS. **ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050.** 2019c. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701#:~:text=ONU%20prev%C3%AA%20que%20cidades%20abriguem%2070%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20at%C3%A9%202050,-BR&text=Encontro%20de%20alto%20n%C3%ADvel%20da,popula%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20vive%20em%20cidades>. Acesso em: 19 jan.2022.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **THE PARIS AGREEMENT.** 2016. Disponível em: [https://unfccc.int/files/paris\\_agreement/application/pdf/parisagreement\\_publication.pdf](https://unfccc.int/files/paris_agreement/application/pdf/parisagreement_publication.pdf). Acesso em: 04 jan. 2022.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. United Nations Framework Convention on Climate Change. **KYOTO PROTOCOL REFERENCE MANUAL.** 2008. Disponível em: [https://unfccc.int/resource/docs/publications/08\\_unfccc\\_kp\\_ref\\_manual.pdf](https://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf). Acesso em: 02 jan. 2022.

PBMC. PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Mudanças Climáticas e Cidades:** Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. 2016. Disponível em: [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio\\_UM\\_v10-2017-1.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf). Acesso em: 06 jan. 2022.

PBMC. PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC.** 2011. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/organizacao/o-pbmc>. Acesso em: 02 mai. 2022.

PORTAL CORREIO. **Com PIB de R\$ 20 bilhões, João Pessoa tem economia centrada no setor de serviços.** 2021. Disponível em: <https://portalcorreio.com.br/com-pib-de-r-20-bilhoes-joao-pessoa-tem-economia-centrada-no-setor-de-servicos/#:~:text=O%20setor%20econ%C3%B4mico%20de%20maior,com%20apenas%200%2C2%25>. Acesso em: 23 mai. 2022.

PREFEITURA BELO HORIZONTE. **COMITÊ DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.** 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/comite-de-mudancas-climaticas>. Acesso em: 18 jul. 2022.

PREFEITURA RECIFE. **ESTRUTURA PRODUTIVA DO RECIFE.** [2022?]. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/pagina/estrutura-produtiva-do-recife>. Acesso em: 23 mai. 2022.

RACE TO ZERO. **Quem está dentro?.** 2020b. Disponível em: <https://racetozero.unfccc.int/join-the-race/whos-in/>. Acesso: 20 jun. 2022.

RACE TO ZERO. **Visão Geral da Campanha**. 2020a. Disponível em: <https://climatechampions.unfccc.int/join-the-race/>. Acesso: 20 jun. 2022.

RATES, B. **O que é um Inventário de Gases de Efeito Estufa?**. WAY CARBON. 2016. Disponível em: <https://blog.waycarbon.com/2016/07/inventario-de-gases-de-efeito-estufa/#:~:text=Um%20Invent%C3%A1rio%20de%20Emiss%C3%B5es%20de,monitramento%20e%20registro%20dessas%20emiss%C3%B5es>. Acesso em: 13 mai. 2022.

RIO DE JANEIRO (Município). **DECRETO RIO Nº 46.079 DE 11 DE JUNHO DE 2019**. Institui o Programa Cidade pelo Clima da Cidade do Rio de Janeiro e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ: Prefeitura do Rio de Janeiro, [2019]. Disponível em: [https://smaonline.rio.rj.gov.br/legis\\_consulta/58600DECRETO%2046079\\_2019.pdf](https://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/58600DECRETO%2046079_2019.pdf). Acesso em: 20 jan. 2022.

RODRIGUES, K. C. T. T.; FILHO, U. A. S.; BRENE, P. R. A.; CAMARA, M. R. G. **ASPECTOS DA ECONOMIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE**. Territórios, Redes e Desenvolvimento Regional: Perspectivas e Desafios Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 13 a 15 de setembro de 2017. 2017. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/viewFile/16847/4382>. Acesso em: 23 mai. 2022.

SÃO PAULO (Estado). PROCLIMA. Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo. **O Programa**. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/#:~:text=As%20principais%20atribui%C3%A7%C3%B5es%20e%20atividades,especial%20os%20gerados%20por%20res%C3%ADduos>. Acesso em: 17 jan. 2022.

SÃO PAULO (Estado). PROCLIMA. Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo. **Conferência de Estocolmo**. 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencias-internacionais-sobre-o-meio-ambiente/estocolmo/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

SEADE MUNICÍPIOS. **Economia**. [2022?]. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/economia/>. Acesso em: 23 mai. 2022.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA BRASIL. **O que é o SEEG?**. 2019a. Disponível em: <https://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg#>. Acesso em: 06 jan. 2022.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil. 1970 – 2019**. 2020. Disponível em: [http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2020/11/SEEG8\\_DOC\\_ANALITICO\\_SINTESE\\_1990-2019.pdf](http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2020/11/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf). Acesso em: 03 jan. 2022.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões totais**. 2019b. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission#](https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#). Acesso em: 19 jan. 2022.



SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões por setor. Energia.** 2019c. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/sectors/energia>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões por setor. Processos Industriais.** 2019d. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/sectors/processos-industriais>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões por setor. Agropecuária.** 2019e. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/sectors/agropecuaria>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões por setor. Resíduos.** 2019f. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/sectors/residuos>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Total emission.** 2022. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission](https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission). Acesso em: 18 jul. 2022.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **A economia de Salvador entre 2021 e 2030: tendências estruturais, análise conjuntural e resiliência setorial pós-pandemia.** N° 19. 2020. Disponível em: [https://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/textos\\_discussao/texto\\_discussao\\_19.pdf](https://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/textos_discussao/texto_discussao_19.pdf). Acesso em: 23 mai. 2022.

TERRA BRASILIS. **Taxas de desmatamento – Amazônia Legal – Estados.** [2022?]. Disponível em: [http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal\\_amazon/rates](http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates). Acesso em: 19 jan. 2022.

THUSWOHL, M. **Muitas promessas, poucos compromissos. O que dizem ambientalistas sobre o resultado da COP26.** CARTA CAPITAL. 2021. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/mundo/resultados-analise-cop-26/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

TIMPERLEY, J. **COP 23: Principais resultados das negociações climáticas da ONU em Bonn.** WWF. 2017. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?63182/COP23-Principais-resultados-acertados-nas-negociaes-climticas-da-ONU-em-Bonn>. Acesso em: 18 jan. 2022.

UNFCCC. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE. **Campanha Corrida para o Zero.** 2022d. Disponível em: <https://unfccc.int/climate-action/race-to-zero-campaign>. Acesso em: 20 jun. 2022.

UNFCCC. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE. NEWS. **Emissions Trading.** 2022a. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/emissions-trading>. Acesso em: 18 jan. 2022.

UNFCCC. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE. NEWS. **Joint implementation**. 2022b. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/joint-implementation>. Acesso em: 17 jan. 2022.

UNFCCC. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE. **Campanha Race to Zero**. 2022c. Disponível em: <https://unfccc.int/climate-action/race-to-zero-campaign#eq-1>. Acesso em: 23. jun. 2022.

UNICEF BRASIL. Fundo das Nações Unidas para a Infância. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ainda é possível mudar 2030**. 2022. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 27 abr. 2022.

URBAN LEDS. URBAN LOW EMISSION DEVELOPMENT STRATEGIES. **About**. 2020a. Disponível em: <https://urban-leds.org/>. Acesso em 20 jan. 2022.

URBAN LEDS. URBAN LOW EMISSION DEVELOPMENT STRATEGIES. **Brasil**. 2020d. Disponível em: <https://urban-leds.org/countries-cities/brazil/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

URBAN LEDS. URBAN LOW EMISSION DEVELOPMENT STRATEGIES. **Sobre o projeto: Conquistas da Fase I**. 2020b. Disponível em: <https://urban-leds.org/about-the-project/achievements-of-phase-i/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

URBAN LEDS. URBAN LOW EMISSION DEVELOPMENT STRATEGIES. **Sobre o projeto: Conquistas da Fase II**. 2020c. Disponível em: <https://urban-leds.org/about-the-project/achievements-of-phase-ii/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

ZOLDAN, P. C. **Produto interno bruto dos municípios catarinenses – 1999 a 2000**. Florianópolis: Epagri, 2006. 25p. (Epagri. Documentos, 228). Economia agrícola; Santa Catarina. ISSN 0100-8986. Disponível em: [https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/PIB.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/PIB.pdf). Acesso em: 23 mai. 2022.

**APÊNDICE A – Parte 1: Planilha de controle para avaliação de Inventários Municipais de Emissão de GEE brasileiros.**

Cidade	Estado	Região do Brasil	Ano de publicação	Ano base inventariado	Edição	Apoiadores/parceiros	Limite inventariado	Gases contabilizados	Escopos: a) Escopo 1: são as emissões de GEE que ocorreram dentro das fronteiras geopolíticas do município, por atividades originadas na cidade. b) Escopo 2: são as emissões de GEE que ocorreram fora das fronteiras geopolíticas do município, em função da geração de energia elétrica que foi consumida na cidade; c) Escopo 3: são as emissões de GEE que ocorreram fora das fronteiras geopolíticas do município, em função de outras atividades originadas na cidade tais como tratamento de resíduos e aeroporto.	Metodologia

Setores						
Essa etapa de análise contempla os setores inventariados por cada documento, e sua completude, levando em consideração a individualidade de cada município, dividido nas metodologias mais usuais: IPCC 1996/2006 e GPC.						
Desse modo, deve ser inserido um X em cada setor abordado em cada documento, e deixar a célula em branco dos que não forem contemplados.						
<b>IPCC Guidelines 1996 ou 2006</b> <b>Setor de Energia:</b> O setor de energia compreende principalmente: exploração e aproveitamento de fontes de energia primária, conversão de fontes de energia primária em formas de energia mais utilizáveis em refinarias e usinas de energia, transmissão e distribuição de combustíveis e uso de combustíveis em aplicações estacionárias e móveis.	<b>IPCC Guidelines 1996 ou 2006 e GPC</b> <b>Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU):</b> Cobre as emissões de gases de efeito estufa que ocorrem a partir de processos industriais, do uso de gases de efeito estufa em produtos e de usos não energéticos de combustível fóssil de carbono.	<b>IPCC Guidelines 1996 ou 2006 e GPC</b> <b>Setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU):</b> Terras florestais, terras agrícolas, pradaria, zonas húmidas, assentamentos e outras terras. Engloba as atividades agrícolas que emitem GEE (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O e CO <sub>2</sub> ) e as emissões e remoções (CO <sub>2</sub> ) por mudança de uso da terra e/ou manejo que alteram os estoques de carbono da biomassa e dos solos.	<b>IPCC Guidelines 1996 ou 2006 e GPC</b> <b>Setor de Tratamento de Resíduos:</b> Descarte de resíduos sólidos, tratamento biológico de resíduos sólidos, incineração e queima a céu aberto de resíduos, tratamento e descarga de águas residuais.	<b>IPCC Guidelines 2006</b> <b>Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF):</b> Terras florestais, terras agrícolas, pastagens, zonas húmidas, assentamentos e outras terras.	<b>GPC</b> <b>Setor de Energia Estacionária:</b> Emissões provenientes da queima de combustível em residências, comércios e edifícios e instalações institucionais e indústrias manufatureiras e de construção, bem como usinas de energia para gerar energia fornecida pela rede. Este setor também inclui fugitivos em emissões, que normalmente ocorrem durante a extração, transformação e transporte de combustíveis fósseis primários.	<b>GPC</b> <b>Setor de Transportes:</b> O transporte abrange todas as viagens rodoviárias, ferroviárias, marítimas e aéreas, incluindo intermunicipais e viagem internacional. As emissões de GEE são produzidas diretamente pela queima de combustível ou indiretamente pelo uso de eletricidade fornecida pela rede. Coleta de dados precisos para transporte atividades, calcular as emissões e alocar essas emissões para as cidades pode ser um processo desafiador.

**APÊNDICE B – Parte 2: Planilha de controle para avaliação de Inventários Municipais de Emissão de GEE brasileiros.**

<p align="center"><b>Indicadores de qualidade de acordo S1 o IPCC Guidelines de 2006</b></p> <p>Essa etapa de análise está baseada nas orientações estabelecidas pelo IPCC Guidelines de 2006, O IPCC Guidelines, ou Diretrizes do IPCC, para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, documento que objetiva auxiliar países na elaboração de seus inventários nacionais de emissões de GEE.</p> <p>Desse modo, deverão ser estabelecidos pontos conforme a abrangência de cada documento referente à cada indicador, conforme orientação abaixo: 1 - Ao analisar o inventário e seus dados, foi possível identificar com clareza este indicador de qualidade; 2 - Ao analisar o inventário e seus dados, foi apresentada certa dificuldade para identificar este indicador de qualidade; 3 - Ao analisar o inventário e seus dados, não foi possível identificar este indicador de qualidade.</p>					
<p><b>Transparência:</b> garantir que a documentação elaborada seja suficiente e clara, para que possam ser compreendidos por aqueles que não o elaboraram, e assegurados de que o documento atenda aos requisitos de boas práticas.</p>	<p><b>Completeness:</b> garantir que as estimativas sejam relatadas para todas as categorias relevantes ao inventários.</p>	<p><b>Consistência:</b> garantir que as estimativas para diferentes anos, inventários, gases e categorias sejam realizadas de modo que as diferenças nos resultados de anos e categorias reflitam diferenças reais nas emissões.</p>	<p><b>Comparabilidade:</b> o inventário deve ser relatado de tal modo que permita sua comparação com outros inventários.</p>	<p><b>Precisão:</b> objetiva a minimização do grau de variação dos dados, garantindo que não haja um processo de superestimação e nem de subestimação, ou seja, realizar esforços para remover o viés das estimativas do inventário.</p>	<p><b>Divulgação Pública:</b> visa analisar o acesso público aos inventários coletados.</p>

**APÊNDICE C** – Entrevista realizada com Isadora Buchala, Assistente de Projetos de Resiliência do ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade.

**1) Como o ICLEI tem atuado em relação às mudanças climáticas e em relação aos inventários de GEE no Brasil? Como é realizada a interação entre o ICLEI e os governos locais?**

**R:** A missão do ICLEI é construir e servir o movimento mundial de governos locais para atingir melhoras tangíveis na sustentabilidade global por meio de ações cumulativas locais. Para isso, o ICLEI trabalha juntamente com os governos locais apoiando as cidades por meio do compartilhamento de conhecimento, realização de parcerias e capacitações em prol da sustentabilidade urbana. Sobre os inventários de GEE, o ICLEI foi uma das instituições que trabalhou na consolidação de uma metodologia de cálculo juntamente com a WRI (World Resources Institute) e o C40 (Climate Leadership Group). O Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade (GPC) é uma metodologia desenhada especialmente para cidades e governos locais para dar consistência e gerar credibilidade aos inventários desenvolvidos, estimulando a transparência no acesso à dados e possibilitando a comparação entre os diversos inventários realizados ao redor do mundo. O ICLEI fornece capacitação sobre inventários a todas as cidades associadas da rede para a internalização da metodologia na municipalidade. Além disso, as cidades podem contratar a equipe técnica do ICLEI para a execução e elaboração de inventários de GEE.

**2) Qual a importância e papel dos inventários municipais de GEE?**

**R:** Os inventários municipais têm papel relevante na governança climática municipal, pois apresenta um panorama das fontes de emissões de GEE no território municipal, sendo possível identificar os setores mais poluentes e, a partir disso, priorizar ações de mitigação buscando reduzir ou até mesmo zerar as emissões de GEE. É importante ressaltar a relevância de análises do território como os inventários em nível municipal. A cidade é onde ocorrem as emissões, as mudanças de uso do solo e, da mesma forma, é onde acontecem os eventos extremos que impactam as populações. O governo local é a instância de governança mais próxima do território, podendo assim, contribuir de fato com a mitigação dos eventos extremos e o aumento da resiliência urbana.

**3) Em sua opinião, no Brasil, os inventários municipais de GEE desenvolvidos estão alinhados às políticas e compromissos climáticos, e têm colaborado para a construção de estratégias de mitigação e adaptação climática pelas cidades?**

**R:** Os inventários municipais estão alinhados às políticas e compromissos climáticos atuais. As cidades estão buscando cada vez mais compreender onde estão as maiores fontes de emissões de GEE e o que é possível ser feito para reduzi-las ou até mesmo zerá-las, acompanhando movimentos gerados pela campanha Race to Zero, por exemplo. O número de inventários municipais realizados ainda não é muito significativo se comparado com o número de municípios no Brasil, porém a partir dos inventários, as cidades estão avançando na governança climática, fomentando discussões internas sobre a mudança do clima de forma institucional e mostrando interesse por outros instrumentos de planejamento como a análise de riscos e vulnerabilidade climática e planos de ação local.

**4) Como você avalia a adesão dos municípios brasileiros no reporte de suas emissões por meio da elaboração de seus inventários municipais? Quais ações o ICLE tem adotado para apoiar a elaboração de inventários de GEE?**

**R:** Os municípios brasileiros estão se apropriando da agenda climática de forma crescente. O ICLEI, assim como mencionado anteriormente, incentiva os municípios, principalmente os associados da rede, por meio da realização de capacitações do corpo técnico municipal. Além disso, o ICLEI oferece a seus associados trilhas de instrumentos que podem ser desenvolvidos no município. Uma das trilhas é o Compliance Climático. Nessa trilha é desenvolvida juntamente com a cidade um modelo de governança climática e o primeiro instrumento a ser desenvolvido é o inventário de GEE. A realização do inventário é necessária para o desenvolvimento dos demais instrumentos (Análise de Risco e Vulnerabilidade, Plano de Ação Local e Normativa Climática). Há também o incentivo por meio de parcerias com instituições nacionais e internacionais como o CDP, União Europeia, ONU Habitat, dentre outros. A realização de parcerias com os governos locais auxilia na sensibilização da municipalidade, a aproximação da agenda climática com o contexto do território, gerando um maior interesse do governo por instrumentos como os inventários.

**5) Diante dos municípios brasileiros que possuem ações frente às mudanças climáticas e aos compromissos assumidos pelo país, quais as principais dificuldades reportadas pelos gestores públicos em relação aos inventários de GEE?**

**R:** A transversalidade necessária ao desenvolvimento dos inventários traz alguns desafios a serem superados. Há dificuldade na obtenção de dados atualizados dentro da instituição municipal e com setores privados, dificuldade de articulação entre as diferentes secretarias municipais e compreensão técnica da aplicação dos métodos de cálculo quando o próprio governo local desenvolve seu inventário.

**6) Na sua opinião, quais os principais pontos de melhoria e limitações encontrados nos inventários de GEE municipais?**

**R:** A formatação e a alimentação de um banco de dados municipal é um ponto de melhoria para o desenvolvimento do inventário e para as atualizações que a municipalidade fará no futuro. Como limitações, é possível identificar a dificuldade de engajamento dos diferentes atores do governo local e dos demais setores que podem contribuir com informações e dados.

**7) Na sua opinião, a não padronização metodológica e de como os inventários de GEE são reportados são pontos de fragilidade? Como isso tem sido trabalhado e as tendências futuras?**

**R:** O ICLEI segue a metodologia do GPC (Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade) nos inventários realizados por sua equipe técnica. Além do GPC, há a metodologia do IPCC que é utilizada pelo inventário nacional. A diferença entre as duas é basicamente que o GPC apresenta emissões diretas e indiretas e também separa os setores de emissões em energia e transporte. No caso da metodologia do IPCC, ela não separa o setor de transportes. O método a ser utilizado no inventário pode ser mais simplificado ou mais avançado a depender da necessidade de refinamento do cálculo. A padronização de metodologias auxilia na comparação das análises e dos dados resultantes dos inventários, sendo possível avançar ainda mais na qualidade do produto. Como tendências futuras, há uma abordagem sendo finalizada pelo Pacto Global de Prefeitos chamada CRF (Marco

Comum de Reporte) que está alinhada com a metodologia do GPC, porém buscando simplificá-la.

**8) Em sua opinião o que poderia ser aprimorado no processo de elaboração de inventários municipais de emissão e remoção de GEE?**

**R:** Poderia ser aprimorada a oferta de dados confiáveis, além do acesso a ferramentas de cálculo que sejam consistentes e facilitem o processo de elaboração para as cidades.

**9) Em sua opinião, com os compromissos assumidos pelo Brasil na COP 26, realizada no ano passado em Glasgow, existe uma tendência de ampliação da participação das cidades nas questões climáticas e estimular a elaboração de mais reportes de emissões de GEE?**

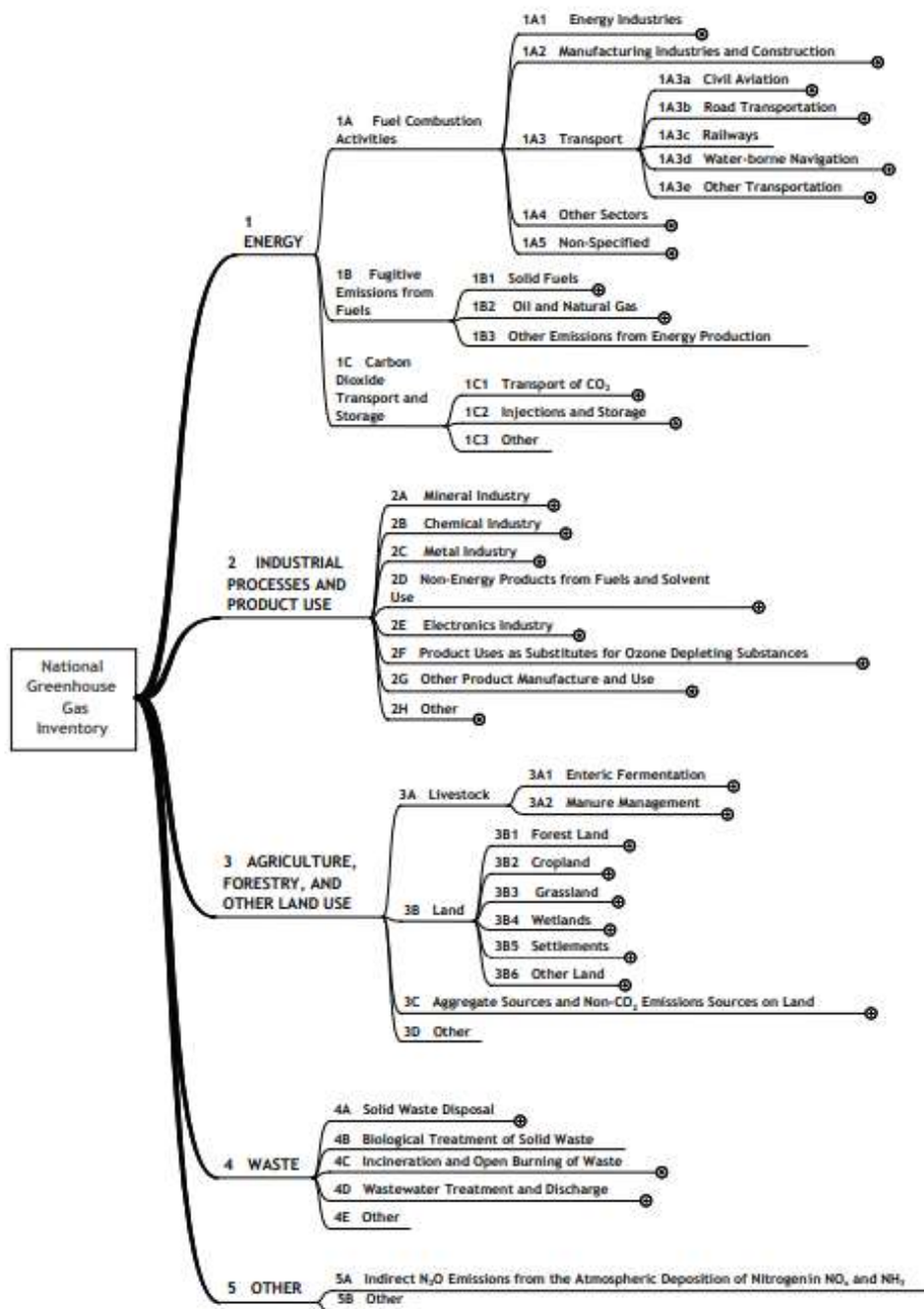
**R:** O Brasil assumiu mais uma vez a redução de suas emissões na COP26. Acredito que a cada COP, o assunto vai sendo mais popularizado e vai havendo mais apropriação da agenda climática pelas pessoas, sejam elas tomadoras de decisão, técnicas ou população em geral. Algo que vem impactando a atuação das cidades na preocupação com suas emissões é o comprometimento com o Race to Zero. Em 2021, o Brasil contava com 122 atores comprometidos com o movimento, sendo 4 estados e mais de 11 cidades que fazem parte da Rede ICLEI. Com o crescimento de movimentos e acordos como o Race to Zero, é perceptível o papel de protagonismo das cidades e dos governos locais.

**10) O ICLEI possui alguma plataforma pública e online de acesso aos inventários de GEE?**

**R:** O ICLEI propriamente não tem uma plataforma única, mas nós divulgamos os inventários das cidades associadas que nos comunicam o desenvolvimento dos seus próprios inventários.



ANEXO A – Principais fontes emissoras e de remoção de GEE e subcategorias, consideradas pelo IPCC Guidelines.



Fonte: IPCC (2009b).

**ANEXO B** – Tabela de informações municipais para preenchimento, conforme a metodologia Greenhouse Gas Standard, para elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE.

Name of city or local region	
Country	
Inventory year	
Reporting date	
Population (year round residents)	
Land area (sq. kilometers)	
Urbanized area (sq. kilometers)*	
Heating degree days (18°C base)*	
Building gross floor areas (m <sup>2</sup> )* Residential Commercial / Institutional Industrial	
Name, status and address of reporter	
Name, status and address of third party verifier (if applicable)	
Other information, e.g., websites of fuller inventory report or emissions reduction program	

Fonte: Cities Alliance (2010).

**ANEXO C** – Tabela de potenciais setores emissores de GEE para preenchimento, conforme a metodologia Greenhouse Gas Standard, para elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE.

	SCOPE	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Other <sup>1</sup>	TOTAL
GWP		(1)	( )	( )		
Units		kt CO <sub>2</sub> e.	kt CO <sub>2</sub> e.	kt CO <sub>2</sub> e.	kt CO <sub>2</sub> e.	kt CO <sub>2</sub> e.
<b>ENERGY</b>						
<b>a) Stationary Combustion</b>						
Electricity (incl. T&D losses) <sup>ii</sup>	1,2,3 <sup>iii</sup>					
District energy, CHP, and energy from waste <sup>iv</sup>	1,2,3					
Commercial & Institutional	1					
Residential	1					
Manufacturing Industries & Construction	1					
Other	1					
<b>b) Mobile Combustion</b>						
Road transportation: LDVs	1					
Road transportation: trucks	1					
Road transportation: other	1					
Railways	1					
Domestic aviation <sup>v</sup>	3					
International aviation <sup>vi</sup>	3					
Domestic marine <sup>vii</sup>	3					
International marine <sup>viii</sup>	3					
Other	1					
<b>c) Fugitive Sources</b>						
<b>INDUSTRIAL PROCESSES</b>	1					
<b>AFOLU</b>	1					
<b>WASTE</b>						
Solid waste disposal on land <sup>ix</sup>	1,3					
Wastewater handling <sup>x</sup>	1,3					
Waste incineration <sup>xi</sup>	1,3					
<b>TOTAL</b>						

Fonte: Cities Alliance (2010).

**ANEXO D** – Tabela de potenciais gases e atividades emissores de GEE para preenchimento, conforme a metodologia Greenhouse Gas Standard, para elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE.

	Activity Data			Emissions Factor <sup>i,ii</sup>			Total GHGs t CO <sub>2</sub> e
	Value	Units	Tier <sup>iii</sup>	Value	Units	Tier	
<b>ENERGY</b>							
Electricity (on-site renewable) <sup>iv</sup>		GWh	N/A	0	t CO <sub>2</sub> e / GWh	N/A	0
Electricity (grid) <sup>v</sup>		GWh			t CO <sub>2</sub> e / GWh		
Natural gas		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
Fuel oil		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
Coal		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
Gasoline		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
Diescl		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
Jet Fuel		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
Marine Fuel		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
<add fuels as appropriate <sup>vi</sup> >		TJ			t CO <sub>2</sub> e / TJ		
<b>INDUSTRIAL PROCESSES</b>							
<add industrial products as appropriate>		kt			t CO <sub>2</sub> e / kt		
<b>WASTE</b>							
Solid waste disposal on land		kt			t CO <sub>2</sub> e / kt		
Wastewater handling		kt BOD			t CO <sub>2</sub> e / kt BOD		
Waste incineration		kt			t CO <sub>2</sub> e / kt		
<b>AFOLU</b>							
<add AFOLU activity data as appropriate>							

Fonte: Cities Alliance (2010).

**ANEXO E** – Tabela de emissões acumuladas de GEE para preenchimento, conforme a metodologia Greenhouse Gas Standard, para elaboração de Inventários Municipais de Emissão de GEE.

	Activity Data		Emissions Factor		Total GHGs t CO <sub>2</sub> e.
	Value	Units	Value	Units	
<b>ENERGY</b>					
Electricity (on-site renewable)		GWh		t CO <sub>2</sub> e / GWh	
Electricity (grid)		GWh		t CO <sub>2</sub> e / GWh	
Natural gas		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
Fuel oil		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
Coal		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
Gasoline		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
Diesel		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
Jet Fuel		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
Marine Fuel		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
<add fuels as appropriate>		TJ		t CO <sub>2</sub> e / TJ	
<b>WATER</b>					
		ML		t CO <sub>2</sub> e / ML	
<b>BUILDING MATERIALS</b>					
Cement		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
Steel		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
Bricks		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
<add building materials as appropriate>					
<b>FOOD</b>					
Cereals		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
Fruits		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
Meat		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
Seafood		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
Dairy		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	
Other		Kt		t CO <sub>2</sub> e / kt	

Fonte: Cities Alliance (2010).