



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

**GOVERNANÇA MUNICIPAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS:**

**ESTUDO DE CASO PARA MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE  
BELO HORIZONTE**

**Maria Luiza Alcântara Costa**

**Belo Horizonte**

**2021**

**Maria Luiza Alcântara Costa**

**GOVERNANÇA MUNICIPAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS:**

**ESTUDO DE CASO PARA MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE  
BELO HORIZONTE**

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

Orientador: Prof. Dr. Vandeir Robson da Silva Matias

Belo Horizonte

2021

**MARIA LUIZA ALCÂNTARA COSTA**

**GOVERNANÇA MUNICIPAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ESTUDO DE CASO  
PARA MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

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 08 de Setembro de 2021

Banca examinadora:

---

Vandeir Robson da Silva Matias – Presidente da Banca Examinadora  
Prof. Dr.- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Orientador(a)

---

Matusalém de Brito Duarte  
Prof. Dr.- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

---

Ricardo José Gontijo Azevedo  
Prof. Dr.- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Emitido em 14/09/2021

COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL Nº 002/2021 - DGEO (11.55.13)  
(Nº do Documento: 8)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 14/09/2021 11:26 )

MATUSALEM DE BRITO DUARTE  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
DGEO (11.55.13)  
Matrícula: 1804732

(Assinado digitalmente em 14/09/2021 12:05 )

RICARDO JOSE GONTIJO AZEVEDO  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
DGEO (11.55.13)  
Matrícula: 2144499

(Assinado digitalmente em 14/09/2021 11:10 )

VANDEIR ROBSON DA SILVA MATIAS  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
DGEO (11.55.13)  
Matrícula: 1565121

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número:  
8, ano: 2021, tipo: COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL, data de  
emissão: 14/09/2021 e o código de verificação: eb4a2e942d

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me ajudado a chegar até aqui. A minha mãe, Edicélia, por todo incentivo e pelos inúmeros sacrifícios feitos para que eu pudesse estudar e ir atrás dos meus sonhos. A minha família, pelo apoio dedicado, e ao João, pelo companheirismo.

Aos amigos que me acompanham desde o início da graduação, em especial, ao Emanuel, Henrique e Max, mas também aos amigos que fiz ao longo dessa caminhada: Ana Luiza, Arthur, Débora, Gabi, Lucas e Manu. Muito obrigada por terem me presenteado com a amizade de vocês e por terem tornado os meus dias mais felizes. Um agradecimento também às minhas queridas amigas do ensino médio, Babi, Ju e Lorena, por continuarem comigo ao longo desses anos.

Ao CEFET-MG minha eterna gratidão pelo ensino público, gratuito e de qualidade e, principalmente, por ter permitido que eu tivesse diversas oportunidades desde a época de *cefetinho* e que, sem dúvidas, mudaram a minha vida e a pessoa que me tornei. Ao meu orientador, Vandeir, pela paciência, contribuições e por ter me ajudado a concluir essa etapa. Aos demais professores que tive o prazer de ser aluna e contribuíram para minha formação.

Aos profissionais que tive a oportunidade de conhecer ao longo dessa trajetória e me inspiraram a seguir nessa profissão. A WayCarbon pelos aprendizados e oportunidades, em especial ao time do Climax pelo acolhimento e carinho.

## RESUMO

COSTA, Maria Luiza Alcântara; MATIAS, Vandeir Robson da Silva. **Governança Municipal e Mudanças Climáticas: Estudo de Caso para Municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. 2021. 80f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

Frente aos desafios impostos pela mudança do clima, faz-se cada vez mais urgente e necessário que governos locais atuem em prol de ações de mitigação e adaptação de seus territórios, de modo a garantir a segurança e o bem-estar de sua população. Nesse sentido, o presente trabalho buscou analisar como os três maiores municípios, em termos populacionais, da Região Metropolitana de Belo Horizonte têm endereçado o enfrentamento às mudanças climáticas através de seus instrumentos de planejamento ambiental e urbano. A partir de uma pesquisa bibliográfica, foi possível levantar índices e indicadores para comparação desses municípios. Quanto à análise dos instrumentos, verificou-se que os municípios deste estudo de caso têm diferentes níveis de maturidade quanto à abordagem das mudanças climáticas, cujo destaque foi o município de Belo Horizonte. Além da estrutura institucional, a capital também dispõe de uma política climática e de um programa de redução de emissões de gases de efeito estufa. Entre Betim e Contagem, observou-se que o primeiro, apesar de não ter uma estrutura comparável à da capital, respondeu satisfatoriamente às questões propostas, enquanto o segundo apresentou lacunas. É importante que os municípios se apoiem e adotem uma agenda conjunta para o enfrentamento das questões climáticas, uma vez que os efeitos da mudança do clima são transfronteiriços. Nesse sentido, esses municípios podem vincular ações de mitigação em seus instrumentos urbanísticos, atualizar e aplicar as políticas existentes a nível metropolitano e adaptar iniciativas já realizadas em outras cidades brasileiras para os seus contextos. De maneira geral, avaliou-se que os governos devem integrar a mudança do clima nos instrumentos municipais de maneira emergencial e assumir posturas ambiciosas com o objetivo de contribuir para a solução deste problema que abrange todas as esferas da sociedade.

**Palavras-chave:** Mudanças Climáticas. Governos Locais. Planejamento Urbano.

## ABSTRACT

COSTA, Maria Luiza Alcântara; MATIAS, Vandeir Robson da Silva. **Municipal Governance and Climate Change: Case Study to Metropolitan Region of Belo Horizonte Cities**. 2021. 80p. Bachelor's thesis (Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

Faced with the challenges posed by climate change, it is increasingly urgent and necessary for local governments to act in favor of mitigation and adaptation actions in their territories, in order to ensure the safety and well-being of their population. In this sense, this study sought to analyze how the three largest municipalities, in terms of population, in the Metropolitan Region of Belo Horizonte have addressed climate change through their environmental and urban planning instruments. Through bibliographical research, it was possible to establish indices and indicators to assess these municipalities. Regarding the analysis of these instruments, it was found that the studied municipalities have different levels of maturity in their approach to climate change, in which the municipality of Belo Horizonte can be highlighted. In addition to the institutional structure, the capital also has a climate policy and a program to reduce greenhouse gas emissions. Among Betim and Contagem, it was observed that the former, despite not having a structure such as the one found in the capital, responded satisfactorily to the proposed questions, while the latter had gaps. It is important for municipalities to support each other and adopt a joint agenda to tackle climate issues since the effects of climate change are transboundary. In this sense, these municipalities can combine mitigation strategies in their urban planning instruments, update and apply existing policies at the metropolitan level and adapt initiatives already carried out in other Brazilian cities to their contexts. In general, it was estimated that governments should integrate climate change into municipal instruments in an emergency manner and assume ambitious positions with the objective of contributing to the solution of this problem that encompasses all spheres of society.

**Keywords:** Climate Change. Local Governments. Urban Planning.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>16</b>
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos .....	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
3.1	Ciência do clima .....	17
3.2	Urbanização e mudanças climáticas .....	19
3.2.1	<i>Surgimento das cidades .....</i>	<i>19</i>
3.2.2	<i>Urbanização no Brasil.....</i>	<i>21</i>
3.2.3	<i>Mudanças climáticas nas cidades .....</i>	<i>23</i>
3.3	Políticas públicas e mudanças climáticas .....	25
3.3.1	<i>Evolução do debate internacional sobre mudança do clima.....</i>	<i>25</i>
3.3.2	<i>Políticas públicas relacionadas à mudança do clima no Brasil .....</i>	<i>28</i>
3.4	Índices e indicadores de vulnerabilidade climática .....	32
3.4.1	<i>Bases e conceitos sobre indicadores e índices .....</i>	<i>33</i>
3.4.2	<i>Indicador de intensidade de emissão de GEE .....</i>	<i>34</i>
3.4.3	<i>Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática.....</i>	<i>37</i>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
5.1	Área de estudo.....	43
5.2	Análise descritiva dos dados .....	45
5.3	Análise dos instrumentos de planejamento e mitigação.....	55
5.3.1	<i>Análise das questões do Bloco 1 – Exclusivo aos planos diretores de Belo Horizonte, Betim e Contagem.....</i>	<i>55</i>



5.3.2	<i>Análise das questões do Bloco 2 - Leis urbanísticas municipais, inclusive planos diretores, de Belo Horizonte, Betim e Contagem</i> .....	57
5.3.3	<i>Análise das questões do Bloco 3 – Exclusivo às leis urbanísticas municipais de Belo Horizonte, Betim e Contagem</i> .....	59
5.3.4	<i>Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática de Belo Horizonte</i> .....	60
5.4	<b>Recomendações para mitigação e adaptação às mudanças climáticas</b> .....	63
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	66
7	<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	67
8	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	68

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b> - Aumento dos níveis de dióxido de carbono.....	17
<b>Figura 3.2</b> - Legislações relacionadas ao planejamento urbano e seus respectivos instrumentos .....	23
<b>Figura 3.3</b> - Modelo PER aplicado à adaptação climática.....	24
<b>Figura 3.4</b> – Responsabilidades de governos locais e subnacionais com efeito sobre as mudanças climáticas .....	25
<b>Figura 3.5</b> - Pirâmide de informação .....	34
<b>Figura 3.6</b> - Esquema de abordagem por escopos do GPC. ....	36
<b>Figura 3.7</b> - Quadro de indicadores que compõem o IMVC .....	37
<b>Figura 3.8</b> - Vulnerabilidade de Minas Gerais às Mudanças Climáticas por Região de Planejamento .....	38
<b>Figura 4.1</b> – Questões para avaliação dos planos diretores e das leis urbanísticas municipais.....	40
<b>Figura 4.2</b> – Instrumentos consultados para responder as questões da Figura 4.1 .....	41
<b>Figura 5.1</b> – Mapa de localização da área de estudo .....	44
<b>Figura 5.2</b> - Emissões per capita, em tCO <sub>2</sub> e, para Belo Horizonte, Betim e Contagem <sup>1</sup> ....	48
<b>Figura 5.3</b> – As dez cidades com maiores emissões <i>per capita</i> da América Latina e do Caribe .....	49
<b>Figura 5.4</b> – Mapa de vulnerabilidades às mudanças climáticas, segundo o IMVC, para os municípios do estudo de caso .....	50
<b>Figura 5.5</b> – Visão gráfica dos indicadores que compõem o IMVC .....	51
<b>Figura 5.6</b> – Análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas em Belo Horizonte para os anos de 2016 e 2030 .....	53
<b>Figura 5.7</b> – Índice de risco climático para Betim.....	54
<b>Figura 5.8</b> – Resultado da análise das questões do Bloco 1 – Exclusivo aos planos diretores de Belo Horizonte, Betim e Contagem.....	55
<b>Figura 5.9</b> – Resultado da análise das questões do Bloco 2 – Leis urbanísticas municipais, inclusive planos diretores, de Belo Horizonte, Betim e Contagem.....	57
<b>Figura 5.10</b> – Resultado da análise do Bloco 3 – Exclusivo às leis urbanísticas municipais de Belo Horizonte, Betim e Contagem.....	59

<b>Figura 5.11</b> – Nuvem com os 25 termos e palavras mais frequentes na Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática de Belo Horizonte.....	61
<b>Figura 5.12</b> - Estimativa de redução das emissões das ações propostas em relação às emissões totais do município de Belo Horizonte .....	62

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 5.1</b> – Características gerais dos municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem	44
<b>Tabela 5.2</b> – Resumo das emissões de GEE, em tCO <sub>2</sub> e, desagregadas por escopo e por setor para os municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem <sup>1</sup>	46

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius
BAU	<i>Business-as-usual</i>
CH <sub>4</sub>	Metano
CMMCE	Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
COP	Conferência das Partes
FAR	<i>First Assessment Report</i>
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPC	<i>Global Protocol for Community – Scale GHG Emissions</i>
GtCO <sub>2</sub> eq	Giga tonelada de dióxido de carbono equivalente
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IMVC	Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPTU	Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
NDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
OMM	Organização Meteorológica Mundial
OODC	Outorga Onerosa do Direito de Construir
PCCV	Programa de Certificação de Crédito Verde
PD	Plano Diretor
PDDI	Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado
PEMC	Plano de Energia e Mudanças Climáticas
PER	Pressão-Estado-Resposta
PIB	Produto Interno Bruto
PlanMob-BH	Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte
PNA	Plano Nacional de Adaptação
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
ppm	Partes por milhão
PREGEE	Plano Municipal de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
tCO <sub>2</sub> eq	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas se constituem no maior desafio da humanidade no século XXI e, ainda que cercadas por ideologias e negacionismo, são um consenso científico. Motivada por ações humanas, que alteram a composição da atmosfera, a Terra está aquecendo. Desde que as temperaturas começaram a ser registradas em 1850, os últimos sete anos (de 2013 a 2020) foram os mais quentes já registrados, conforme as análises realizadas pela Agência Espacial Norte-Americana (NASA, 2021).

Mais de 97% dos estudos sobre clima indicam que a maior razão do aumento da temperatura média global é a emissão de gases de efeito estufa (GEE), como o CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (ICLEI, 2016, p. 7). Bai et al. (2018, apud ESPÍNDOLA e RIBEIRO, 2020), indicam que 75% da geração desses gases por ações antrópicas se origina em atividades majoritariamente urbanas, tais como transporte, construção, indústria e energia. Espíndola e Ribeiro (2020) ponderam que a representatividade das cidades decorre, principalmente, da concentração populacional e de seu crescimento urbano acelerado.

Essa condição das cidades deve-se à uma sequência de fatores, iniciada no fim do século XVIII, com a Revolução Industrial, que implicou em mudanças no uso do solo e na queima de combustíveis fósseis, ganhando escala a partir dos anos 1900, com o aumento populacional, expansão das metrópoles e com a utilização de diesel e gasolina em veículos (BACK, 2016; ICLEI, 2016). A urbanização é um fator agravante para o aumento das emissões de GEE devido, principalmente, à sua relação com os padrões modernos de vida e está associada a segregação espacial, concentração da pobreza e da vulnerabilidade aos novos riscos ambientais contemporâneos (IPCC, 2014; PBH, 2016).

“Reunindo mais da metade da população mundial, as cidades concentram ainda a maioria dos ativos construídos e das atividades econômicas, fatores que fazem com que esses ambientes estejam altamente vulneráveis às mudanças climáticas” (PBMC, 2016, p. 11). As mudanças climáticas representam ameaças à infraestrutura, segurança alimentar, recursos hídricos, saúde, a paz e segurança das cidades, sendo os seus riscos, vulnerabilidades e impactos evidentes em centros urbanos de diferentes portes populacionais, condições econômicas e características geográficas (ICLEI, 2016; SATHLER, PAIVA e BAPTISTA, 2019).

Face à irreversibilidade das mudanças climáticas, abordá-las como uma agenda estratégica no contexto urbano torna-se um componente prioritário no planejamento urbano e territorial. Para Hughes, Chu e Mason (2018, apud ESPÍNDOLA e RIBEIRO, 2020), um dos desafios para as cidades responderem às mudanças climáticas refere-se ao contexto multinível da governança urbana. Enquanto o processo de tomada de decisão nas cidades é resultado de uma coletividade baseada em atores e forças que atuam nos limites da cidade, os impactos das mudanças climáticas são transfronteiriços, não respeitando os limites políticos e territoriais, requerendo que as soluções transcendam fronteiras e sejam incorporadas, considerando a governança em múltiplos níveis (ESPÍNDOLA; RIBEIRO, 2020).

Segundo Sathler (2014), diante da fragmentação da governança das cidades em regiões metropolitanas ou entre municípios conurbados, faz-se necessária a criação de mecanismos que ampliem o diálogo intermunicipal, por parte de outras esferas do governo (estadual ou federal), tais como conselhos metropolitanos, agências ou secretarias municipais, planos de desenvolvimento integrado, entre outras possibilidades. Além disso, o fortalecimento das redes de conhecimento e de compartilhamento de experiências por governos locais, a exemplo do C40 *Cities Climate Leadership Group* e do ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, desempenham um papel-chave no aprimoramento dos mecanismos de gestão e na superação dos desafios da governança climática local (SATHLER, 2014; SATHLER, PAIVA e BAPTISTA, 2019).

Nessa perspectiva, o presente trabalho busca compreender como os três maiores municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), em termos populacionais, têm endereçado o enfrentamento às mudanças climáticas através de seus instrumentos de planejamento ambiental e urbano. Além disso, ainda serão analisados o índice e indicadores de vulnerabilidade climática, bem como suas emissões de GEE, para se elaborar recomendações para mitigação e adaptação às mudanças climáticas para esses municípios.



## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar no contexto das mudanças climáticas os planos diretores e leis urbanísticas, para resolução do problema ambiental e urbano, dos três maiores municípios, em termos populacionais, da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Conhecer e estudar a ciência das mudanças climáticas;
- Analisar os indicadores das mudanças climáticas e os instrumentos de planejamento ambiental e urbano para mitigação do problema;
- Elaborar recomendações de mitigação e adaptação as mudanças climáticas.

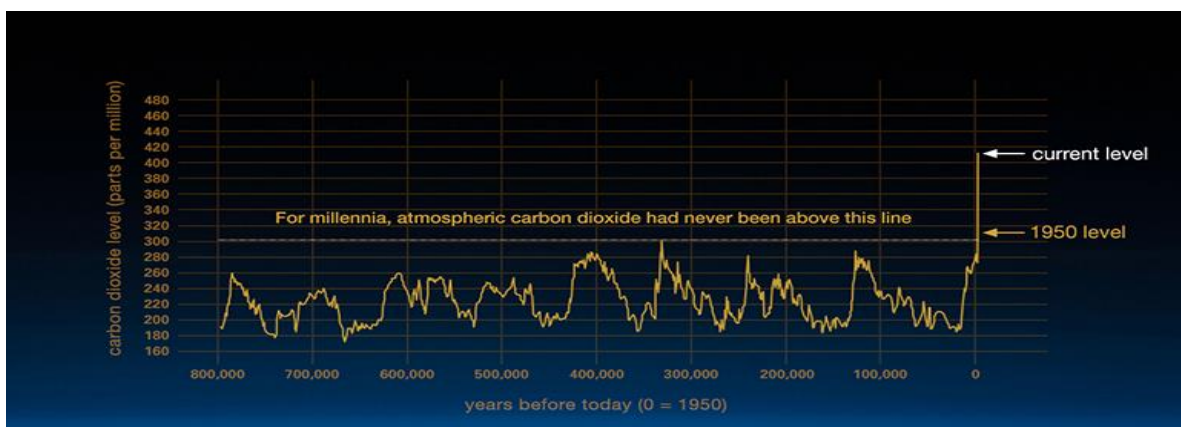
### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Ciência do clima

A vida na Terra é possível devido à existência de uma camada de gases que envolve o planeta, denominada atmosfera. Os gases que a constituem possuem a característica de receber e retransmitir calor de suas moléculas para o meio, o que atrasa a dissipação da energia absorvida pela Terra de volta ao espaço, fazendo com que a superfície terrestre tenha uma temperatura maior do que se não houvesse atmosfera (KLUG; MARENGO; LUEDEMANN; 2016). Esse fenômeno natural do mecanismo da atmosfera recebe o nome de efeito estufa.

Modificações no balanço de energia associadas às alterações nas concentrações e distribuições dos GEE na atmosfera, que independente de ocorrer de forma natural ou antrópica, implicam em mudanças no funcionamento do efeito estufa e, conseqüentemente, na variação da temperatura média global, levando a alterações no sistema climático (ALVES, 2016, p. 23). A atmosfera e a temperatura terrestre sempre variaram, sendo que durante as eras glaciais, os níveis de CO<sub>2</sub> estavam em torno de 200 partes por milhão (ppm) e, durante os períodos interglaciais mais quentes, eles pairavam em torno de 280 ppm. A partir da tendência de aumento iniciada no ano de 1950, em 2013 os níveis de CO<sub>2</sub> ultrapassaram 400 ppm pela primeira vez na história (Figura 3.1).

**Figura 3.1** - Aumento dos níveis de dióxido de carbono



Fonte: NASA (2021).

A elevação da concentração de gases na atmosfera, provocou o aumento em 1 °C da temperatura média global apenas nos últimos 50 anos, cujas evidências de que a ação humana tem influência sobre esse aumento são inequívocas (IPCC, 2007). As estimativas presentes

no relatório de 2007 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (na sigla em inglês, IPCC), apontam que uma concentração de 500 a 550 ppm de CO<sub>2</sub> na atmosfera elevará a temperatura em provavelmente 3 °C, o suficiente para extinguir espécies de plantas e animais, afetar significativamente a agricultura, derreter geleiras em montanhas e afetar o suprimento de água de centenas de milhões de pessoas (NOBRE et al., 2011, p. 16).

A mudança atribuída, direta ou indiretamente, à atividade humana que altere a composição da atmosfera global e seja adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis é denominada como mudança climática (UNFCCC, 2004; KLUG; MARENGO; LUEDEMANN; 2016). Além da compreensão da própria definição de mudança climática, seus estudos e análises abrangem temáticas que compreendem, entre outros, os conceitos de vulnerabilidade, impacto, adaptação e mitigação.

A vulnerabilidade é a propensão ou a predisposição de o sistema ser afetado negativamente. Para o IPCC, vulnerabilidade é a função do caráter, dimensão e taxa de variação climática ao qual um sistema é exposto, sua sensibilidade e capacidade de adaptação (IPCC, 2007, p. 883). Vulnerabilidade climática, portanto, resulta da alta exposição aos impactos climáticos, da alta sensibilidade, da baixa capacidade adaptativa, ou da combinação de vetores (ALVES, 2016). A vulnerabilidade é uma variável complexa relacionada à interação entre a exposição, suscetibilidade e a resiliência das sociedades (PBMC, 2016, p. 21).

Impactos, segundo a definição do IPCC (2007), dizem respeito aos efeitos, isto é, consequências e resultados nos sistemas naturais e humanos causados pela mudança climática e eventos extremos em um período de tempo. De acordo com Alves (2016), os impactos podem ser estimados por meio de parâmetros de exposição e sensibilidade. A exposição diz respeito à natureza e ao grau em que um sistema está exposto a variações climáticas significativas, podendo ser entendido, dessa forma, como um índice que registra a magnitude e intensidade dos elementos climáticos (IPCC, 2007). A sensibilidade é um índice que evidencia o nível ao qual um sistema será positivo ou negativamente afetado pelos parâmetros climáticos contidos no índice de exposição (ALVES, 2016).

Segundo o IPCC (2007) adaptação pode ser definida como ajuste em sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos esperados e seus efeitos, o que modera o dano

ou aproveita oportunidades benéficas. Diversos tipos de adaptação podem ser distinguidos, incluindo antecipação, autonomia e adaptação planejada. (IPCC, p. 869, 2007).

Capacidade adaptativa é a combinação de forças, atributos e recursos disponíveis para um indivíduo, comunidade, sociedade ou organização que podem ser usados para se preparar e realizar ações para reduzir impactos adversos, moderar danos ou explorar oportunidades benéficas (WEF, 2014). Atualmente, no contexto de adaptação, tem se tornado popular a “adaptação baseada em ecossistemas” (AbE ou, na sigla em inglês, SbN), que consiste no uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como parte de uma estratégia de adaptação completa. A AbE pode incluir o manejo sustentável, a conservação e a restauração para prover serviços que ajudem as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança do clima (CBD, 2017).

Mitigação pode ser definida como mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de GEE e aumentem os sumidouros (BRASIL, 2009). Deste modo, enquanto a mitigação diz respeito às causas das mudanças climáticas, a adaptação se relaciona com os seus efeitos. Em tese, quanto mais ações de mitigação visando a redução de GEE forem realizadas, menos a adaptação será necessária.

## **3.2 Urbanização e mudanças climáticas**

### *3.2.1 Surgimento das cidades*

O espaço geográfico e o modo de vida humano foram e têm sido transformados por revoluções que modelam a história. Cerca de 10 mil anos, com a chamada Revolução Agrícola, o homem progressivamente abandonou o estilo nômade e coletor e estabeleceu referências fixas com o espaço. O desenvolvimento da agricultura deu início ao processo de sedentarização do homem, que levou ao aumento populacional e a produção de excedente agrícola, resultando no estabelecimento de processos de troca e criação de mercados (SANTOS, 2014; CIDADES, 2016). Esses processos, bem como seus desdobramentos, levaram ao surgimento de pequenas aldeias às margens de rios, as quais constituíram as primeiras cidades.

As cidades passaram a atender, além dos moradores permanentes, os diversos habitantes de uma região costumavam ir às cidades para fazer comércio, usufruir de serviços e frequentar templos (CIDADES, 2016). Assim, as cidades começaram a adquirir complexidade, o que motivou a busca por melhores formas de fazê-las funcionarem, em um processo de civilização caracterizado, principalmente, por grandes obras para melhorar acesso à água e a serviços, como a construção de sistemas de irrigação, canais, ruas e estradas.

No final da Idade Média e no início da Idade Moderna, as cidades voltaram a se desenvolver, a partir dos burgos, e tornaram-se os centros da vida econômica, científica e cultural. A partir da industrialização, houve a transformação da demografia dos países, uma vez que se ampliaram os fatores atrativos das cidades acelerando o seu processo de crescimento. A cidade de Londres, na Inglaterra, onde se deu o advento da Revolução Industrial, experimentou a transição demográfica e as consequências de um processo de urbanização descontrolado, que podem ser exemplificados pela falta de saneamento básico e de infraestrutura e pela poluição emitida pelas fábricas.

O processo de industrialização persistiu e tornou-se um fenômeno mundial, uma vez que induziu a urbanização de várias cidades pelo mundo, ainda que cada uma em seu tempo. A urbanização, assim como a vida urbana, promoveu uma série de mudanças que tiveram efeitos variados: se, por um lado, já foi associada a melhora na vida da sociedade, por meio de níveis elevados de educação, acesso à serviços e a oportunidade de empregos, por outro, o crescimento rápido e desordenado prejudica as possibilidades de um desenvolvimento sustentável das cidades, ocasionando exclusão, inchaço urbano e incapacidade de gerir os impactos causados pelas aglomerações populacionais (CABRAL; CANDIDO, 2019).

O intenso crescimento urbano iniciou o processo de conurbação e o processo de formação de metrópoles (metropolização), as quais caracterizam-se por tornarem as cidades polos urbanos de alcance regional (região metropolitana), nacional e até mundial (cidades globais) (NUNES, 201-?). Muitas das cidades que experimentaram o fenômeno urbano da metropolização, como São Paulo e Rio de Janeiro, transformaram-se em megacidades (cidades com mais de 10 milhões de habitantes). Hoje, mais da metade da humanidade vive em cidades e essa concentração, juntamente com o crescimento populacional, deve aumentar nas próximas décadas (ICLEI, 2016). O IPCC aponta que essa expansão acontecerá

principalmente em países em desenvolvimento, que não possuem a infraestrutura necessária para suportar esse crescimento sem grandes impactos sociais e ambientais, sendo, deste modo, um dos principais fatores de redução da resiliência das cidades (PBMC, 2016, p. 12-18).

### *3.2.2 Urbanização no Brasil*

Os primeiros centros urbanos brasileiros surgiram no século XVI, ao longo do litoral nordestino, em razão da produção do açúcar, nos séculos XVII e XVIII, no interior do país, motivados pela descoberta de ouro, e no século XIX, devido a produção de café e que foi importante no processo de industrialização (SILVA e MACÊDO, c2009). Segundo Santos (1993), apud Silva e Macêdo (c2009), o Brasil deixou o século XIX com aproximadamente 10% da sua população residindo em cidades.

O fenômeno da urbanização brasileira é um fato recente, uma vez que até as primeiras décadas do século XX as cidades ainda eram poucas e distantes (VIEIRA NETO, 2011). O processo de urbanização ocorreu de maneira rápida a partir da segunda metade daquele século, sobretudo a partir da década de 1960 e, segundo Silva e Macêdo (c2009), foram decorrentes de vários fatores, como: êxodo rural, industrialização tardia e modernização de atividades agrícolas, aumento do poder aquisitivo da população, da inovação tecnológica e da produtividade das indústrias de bens de consumo.

A população das áreas urbanas brasileiras nas últimas seis décadas passou de 70,2 milhões para 209,3 milhões, e a população urbana subiu de 44% para os atuais 85% (PNAD, 2015). Apesar de cidades como Belo Horizonte, Brasília, Goiânia, Boa Vista e Palmas terem sido planejadas, o crescimento populacional urbano não foi acompanhado no mesmo ritmo por infraestruturas e serviços capazes de atender o contingente. “Ao mesmo tempo, o desenvolvimento se deu em alguns momentos sem a devida prioridade ao que deve ser o foco do planejamento urbano: o uso e a ocupação do território urbano de forma eficiente e sustentável” (WRI BRASIL, 2019).

Villaça (1999) divide a história do planejamento urbano do Brasil em três períodos. O primeiro, que ocorreu entre os anos de 1875 e 1930, caracterizou-se pelos planos de embelezamento, os quais eram baseados na tradição europeia, e marcado pela política do

“higienismo”, cujas intervenções ficavam restritas a áreas específicas da cidade, como o centro. O segundo período, compreendido entre os anos 1930 e 1992, caracterizou-se por uma trajetória variada passando por documentos extensos e tecnocratas, até planos que sequer apresentavam mapas da cidade (VILLAÇA, 1999; WRI BRASIL, 2019). Por fim, no terceiro período, com a promulgação do Estatuto da Cidade, instituído pela Lei nº 10.257/2001, estabeleceu-se o “direito à cidade sustentável” ao elencar os princípios e diretrizes que devem ser adotados nos planos diretores (WRI BRASIL, 2019).

Nesse sentido, atualmente, o Plano Diretor (PD) pode ser considerado como o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, o qual é de caráter obrigatório para os municípios que se enquadram nos termos do artigo 41<sup>1</sup> do Estatuto da Cidade. A efetividade do PD é garantida quando se inclui a integração e a obrigatória compatibilização com os planos setoriais e o planejamento metropolitano – quando o município faz parte de uma Região Metropolitana ou aglomeração urbana (WRI BRASIL, 2018a). A partir de 2003, com a criação do Ministério das Cidades<sup>2</sup>, surgiram políticas nacionais por setores que exploram em detalhes, atualizam alguns aspectos do Estatuto da Cidade e estabelecem a exigência para os municípios de elaboração de planos setoriais. A Figura 3.2, apresenta as diferentes escalas e compatibilização entre os diferentes instrumentos de planejamento urbano.

---

<sup>1</sup> Segundo o artigo 41 do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor é obrigatório para cidades:

I – com mais de 20 mil habitantes;

II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;

III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal;

IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;

V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.

VI - incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (Brasil, 2012).

<sup>2</sup>Desde 2019 o Ministério das Cidades encontra-se fundido ao Ministério da Integração Nacional, formando o Ministério de Desenvolvimento Regional.

**Figura 3.2** - Legislações relacionadas ao planejamento urbano e seus respectivos instrumentos



Fonte: WRI Brasil (2018a).

Soma-se a essas legislações e instrumentos as políticas públicas de mudanças climáticas. As políticas climáticas precisam ser desenvolvidas de acordo com as realidades locais e devem conter proposições para ações de mitigação e adaptação. Deste modo, será possível explorar adequadamente as oportunidades econômicas e sociais, para além dos benefícios ambientais e combate ao aquecimento global (WRI BRASIL, c2021).

### 3.2.3 Mudanças climáticas nas cidades

A questão urbana é chave para as mudanças climáticas. Apenas o movimento demográfico, por ela motivado, já é a causa de grandes pressões nos próximos 15 anos no mundo, uma vez que leva ao aumento da demanda por recursos, por ampliação dos serviços públicos e da infraestrutura compartilhada, da necessidade de garantia de igualdade e bem-estar social, perda de qualidade ambiental e diminuição da quantidade de terras disponíveis (ICLEI, 2016).

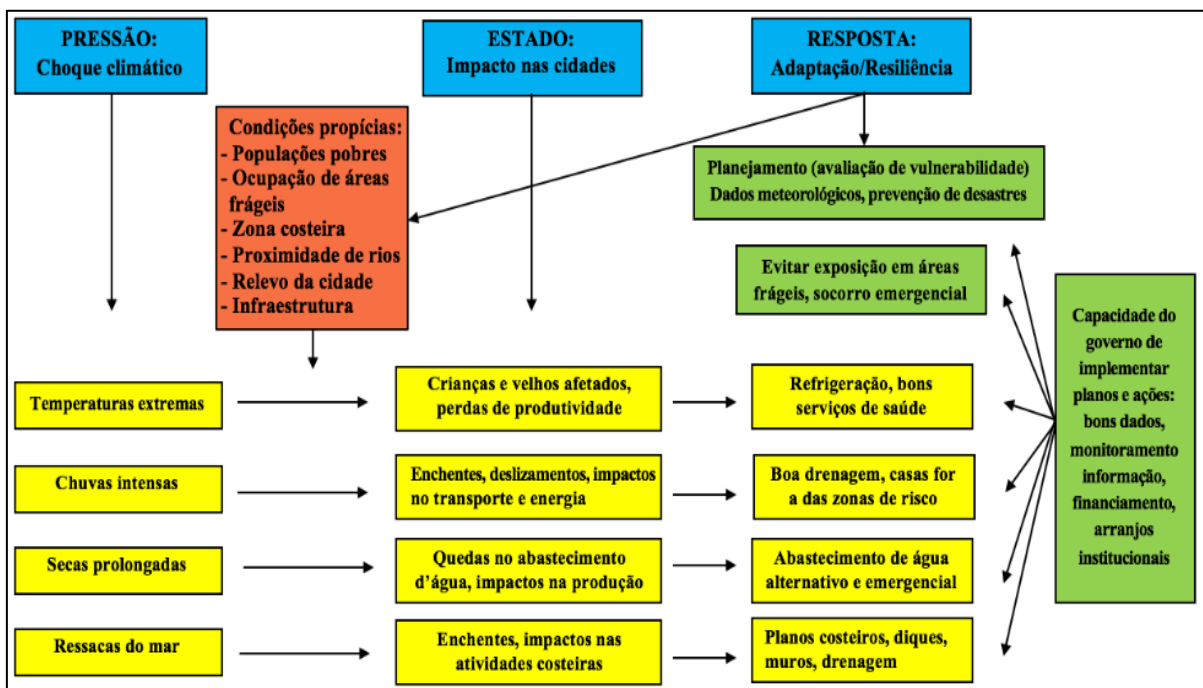
Em termos globais, apenas a produção de materiais necessários para suportar o crescimento urbano resultará, até meados do século, na metade das emissões permitidas de carbono, ou seja, 10 bilhões de toneladas, considerando a meta de limite máximo de aumento de temperatura média do planeta em 2 °C em 2100 (PBMC, 2016, p. 11).



Além de concentrarem um percentual da população mundial cada vez maior, as cidades também são responsáveis pelo consumo de 70% da energia disponível e por 40% das emissões de GEE, reunindo ainda a maioria dos ativos construídos e das atividades econômicas (PBMC, 2016, p. 10-19). Entre os principais problemas que envolvem mudanças climáticas e já estão sendo sentidos nas cidades, pode-se citar: aumento da temperatura e do nível do mar, ilhas de calor, inundações, escassez de água e de alimentos e eventos extremos (PBMC, 2016, p. 19).

Margulis et al. (2016), apud WWF (2017), propõem um arcabouço geral para se entender a adaptação às mudanças climáticas por meio da abordagem de Pressão-Estado-Resposta (PER), a qual distingue os tipos de fontes dos problemas, as condições que permitem ou propiciam a ocorrência de impactos, os impactos e medidas de adaptação alternativas (Figura 3.3).

**Figura 3.3 - Modelo PER aplicado à adaptação climática**



Fonte: Margulis et al. (2016) apud WWF (2017).

Conforme sugerido pelo PER, as ações são de diversos tipos, incluindo fortalecimento institucional, coleta de dados, planejamento, obras físicas, trabalho juntos as comunidades etc. (PAERJ, 2018). O poder público, deste modo, deve atuar na promoção de uma transição

para um modelo urbano sustentável, com a definição de políticas que privilegiem a eficiência energética e o melhor uso dos recursos naturais (PBMC, 2016). Na Figura 3.4 encontram-se reunidas algumas responsabilidades comuns aos governos locais e subnacionais que têm efeito sobre ações de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas.

**Figura 3.4** – Responsabilidades de governos locais e subnacionais com efeito sobre as mudanças climáticas

Responsabilidades	Atividades com maior impacto sobre políticas e ações em relação às mudanças climáticas
Ambiente construído	Códigos de obras
	Planejamento urbano
	Ordenamento do solo e zoneamento urbano
	Preservação do espaço público
Infraestrutura	Gestão de recursos hídricos
	Saneamento básico
	Drenagem urbana
	Ruas, avenidas e pontes
	Energia (distribuição)
	Aterros sanitários
Serviços públicos	Gestão de resíduos sólidos
	Educação
	Saúde pública
	Transporte público
	Bem-estar social
	Defesa civil e resposta a desastres
	Bombeiros
	Polícia e segurança pública

Fonte: Adaptado de Martins e Ferreira (2010).

Apesar da temática climática não ser o foco de políticas que versam sobre as atividades da Figura 3.4, quando bem elaboradas essas políticas podem atuar reduzindo a vulnerabilidade de sistemas socioecológicos, mas também reduzindo emissões de GEE (MARTINS; FERREIRA, 2010).

### 3.3 Políticas públicas e mudanças climáticas

#### 3.3.1 *Evolução do debate internacional sobre mudança do clima*

Em 1972, um relatório publicado pelo Clube de Roma mostrava que os recursos naturais não poderiam suportar as taxas de crescimento econômico e populacional da época para além de

2100, mesmo com o avanço da tecnologia. Esse relatório deu origem ao livro “Os Limites do Crescimento”, que deixava a seguinte mensagem:

O homem pode criar uma sociedade na qual ele pode viver indefinidamente na Terra se impuser limites a si mesmo e à sua produção de bens materiais para alcançar um estado de equilíbrio global com população e produção em um equilíbrio cuidadosamente selecionado (OS LIMITES DO CRESCIMENTO, 1972).

Naquele mesmo ano, realizou-se também a Conferência das Nações Unidas em Estocolmo, onde foi sugerido um novo modelo de desenvolvimento que buscava conciliar o desenvolvimento econômico à prudência ecológica e à justiça social (POTT; ESTRELA, 2017). Contudo, foi apenas em 1987, que a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento publicou o Relatório de Brundtland, também conhecido como “Nosso Futuro Comum”, no qual o termo “desenvolvimento sustentável” foi utilizado pela primeira vez.

Em 1988, foi criado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC (IPEA, c2007). O motivo da criação do painel era preparar um relatório sobre (i) o estado do conhecimento em ciência da mudança do clima, (ii) o impacto social e econômico da mudança do clima, (iii) estratégias de resposta à mudança do clima e (iv) elementos de uma possível futura convenção internacional sobre clima. O primeiro relatório do IPCC (*First Assessment Report – FAR*), destacou a importância da mudança do clima como um desafio com consequências globais e que requeriam, dessa forma, cooperação internacional.

As discussões sobre o FAR levaram a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – UNFCCC, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD/Cúpula da Terra/Rio 92) que ocorreu na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. A UNFCCC é um tratado ambiental internacional, cujo principal objetivo é:

Estabilizar as concentrações dos gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado em um prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, assegurando que a produção de

alimentos não seja ameaçada e permitindo ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável (UNFCCC, 2004).

A UNFCCC, por ter caráter vinculante, ou seja, obrigatório para aqueles que a assinaram, também estabelecia que as partes da convenção deveriam se reunir anualmente a fim de promover e monitorar as obrigações das Partes e os mecanismos estabelecidos por ela. Assim, desde 1995 a Conferência das Partes (COP) ocorre no intuito de revisar as comunicações nacionais dos inventários de emissões de GEE apresentados pelas partes para avaliar o progresso em relação ao combate à mudança do clima (O BRASIL E..., 2017).

Um dos marcos nas negociações climáticas em âmbito internacional ocorreu durante a COP 3, realizada em Quioto, no Japão, no ano de 1997. Naquela ocasião, foi aprovado o Protocolo de Quioto, no qual os países concordaram sobre o princípio de "responsabilidades comuns, porém diferenciadas" que reconhece que os países desenvolvidos são os principais responsáveis pelos atuais níveis de GEE na atmosfera, como resultado de mais de 150 anos de atividade industrial, e, portanto, devem ter metas de redução de emissões mais rígidas. Deste modo, as emissões de GEE foram, pela primeira vez, quantificadas e metas foram definidas para as Partes (principalmente para os países desenvolvidos, denominados países do Anexo I, pois são listados nesse anexo do texto da Convenção), as quais teriam a obrigação de reduzir as emissões de GEE em, pelo menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990, entre os anos de 2008 e 2012 (ALVES, 2016).

O Protocolo, entretanto, só passou a vigorar no ano de 2005, quando o requisito mínimo de países poluidores foi atingido com a entrada da Rússia, uma vez que era necessária a ratificação de um número de países que, juntos, fossem responsáveis por 55% das emissões de dióxido de carbono nos níveis de 1990. A partir da ratificação, os países signatários começaram a comercializar os chamados créditos de carbono. Os países que conseguiram reduzir suas emissões além da meta podiam vender esse "crédito" aos países que não conseguiam atingir suas metas.

Na COP de 2007, realizada em Bali, na Indonésia, as Partes já haviam acordado que países emergentes, como Brasil e Índia, mesmo sem metas obrigatórias, adotariam voluntariamente medidas mensuráveis, reportáveis e verificáveis de redução de emissões. A adoção de metas

depende, no entanto, da formulação de políticas públicas dos níveis nacionais e subnacionais (NOBRE et al., 2011).

Em 2015, na COP 21, as Partes foram convidadas a empreender esforços mais ambiciosos para combater as mudanças do clima e se adaptar aos seus efeitos. Assim, com o objetivo de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima, as Partes assinaram o Acordo de Paris, no qual cada um dos signatários se comprometeu a manter o aumento da temperatura média global, neste século, abaixo dos 2 °C acima dos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C.

A diferença entre o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris são as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), nas quais cada país, de maneira voluntária, determina os seus objetivos climáticos a partir de um piso, os quais se tornam obrigatórios após declarados (O BRASIL E..., 2017). Dos acordos firmados pelos países, a cada cinco anos os governos devem comunicar de forma voluntária o andamento de suas metas e, se já estiverem alcançando as metas previstas, devem criar mecanismos para elevá-las, tornando-as mais ambiciosas.

### *3.3.2 Políticas públicas relacionadas à mudança do clima no Brasil*

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), promulgada pela Lei nº 12.187 de 2009, visa, entre outros objetivos, compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático (BRASIL, 2009). Para tanto, algumas diretrizes foram estabelecidas, como fomento a práticas que efetivamente reduzam as emissões de gases de efeito estufa e o estímulo a adoção de atividades e tecnologias de baixas emissões desses gases, além de padrões sustentáveis de produção e consumo.

Segundo o Decreto nº 9.578 de 2018, que revogou o Decreto nº 7.390 de 2009, que regulamenta a PNMC, a projeção das emissões nacionais de GEE para 2020 foi estimada em 3,236 GtCO<sub>2</sub>eq. Assim, para atender o compromisso nacional voluntário de mitigação de emissões entre 36,1% e 38,9%, ficou estabelecida a redução absoluta entre 1,168 GtCO<sub>2</sub>eq e 1,259 GtCO<sub>2</sub>eq (BRASIL, 2009).

Para auxiliar no alcance das metas de redução estava previsto o desenvolvimento de planos setoriais de mitigação e adaptação nos âmbitos local, regional e nacional, a saber: (i) redução

de 80% do desmatamento na Amazônia, (ii) redução de 40% do desmatamento no bioma cerrado, (iii) ações para o setor de energia, (iv) para a agricultura e pecuária, e (v) para a indústria (IPAM, 2015). Além disso, os instrumentos para sua execução são, entre outros: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Comunicação do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Ainda foi criado o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima e seu Grupo Executivo, por meio do Decreto nº 6.263/2007, o qual tem por finalidade a orientação e elaboração da execução, monitoramento e avaliação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. O Plano, apresentado em 2008, visa incentivar o desenvolvimento e aprimoramento de ações de mitigação no Brasil, bem como objetiva a criação de condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas. Apesar de anterior a lei que instituiu a PNMC, o Plano é um de seus instrumentos e foi estabelecido segundo as diretrizes gerais dessa Política (ALVES, 2016).

O Plano encontra-se estruturado em quatro eixos: (i) mitigação; (ii) vulnerabilidade, impacto e adaptação; (iii) pesquisa e desenvolvimento; e (iv) capacitação e divulgação, transversalmente, para garantir a exequibilidade das ações esperadas em cada um dos eixos estruturantes, estão previstos instrumentos de ordem econômica e legal (BRASIL, 2009). O Plano inclui metas para a redução do desmatamento para a região Amazônica, bem como outras medidas nas áreas de produção de energia elétrica, carvão, biodiesel, álcool, estímulo a fontes renováveis e a ampliação de iniciativas de reciclagem (IPAM, 2015). Ademais, o Plano tem caráter interministerial e nacional, devendo contar com a contribuição tanto de estados e municípios como dos diversos setores da sociedade, que incluiu consultas públicas de extrema relevância: a III Conferência Nacional do Meio Ambiente e as reuniões do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, denominadas “Diálogos Setoriais” (BRASIL, 2009).

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, doravante denominado Plano Nacional de Adaptação – PNA, visa orientar iniciativas para gestão e diminuição do risco climático no longo prazo. Publicado em 2016, por meio da Portaria Ministerial nº 150 do Ministério do Meio Ambiente, o PNA se encontra em consonância com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, com planos setoriais de mitigação e adaptação e com decisões sobre adaptação assumidas pelo Brasil no âmbito das COPs.

O PNA está estruturado em dois volumes, sendo que o primeiro, denominado Estratégia Geral, apresenta componentes estruturais do Plano, como base legal, objetivos, metas e governança, e o segundo, denominado Estratégias Setoriais e Temáticas, discute as principais vulnerabilidades do país frente à mudança do clima. O segundo volume aponta diretrizes para inserir a gestão do risco associado à mudança clima em instrumentos de políticas públicas visando incrementar a resiliência climática de seguintes setores e temas: Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, Cidades, Desastres Naturais, Indústria e Mineração, Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana), Povos e Populações Vulneráveis, Recursos Hídricos, Saúde, Segurança Alimentar e Nutricional e Zonas Costeiras (BRASIL, 2016).

No âmbito dos Estados também existem políticas estaduais sobre mudanças climáticas. Atualmente 19 estados dispõem de suas próprias políticas e a maioria prevê, por exemplo, que a avaliação de um empreendimento a ser licenciado deve considerar a questão climática e algumas preveem prioridade para empreendimentos com efeitos positivos para o clima.

O Estado de Minas Gerais dispõe de uma política pública de médio prazo (2015-2030) denominado Plano de Energia e Mudanças Climáticas – PEMC, o qual visa promover a transição para economia de baixo carbono, reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas no estado e articular com coerência as diferentes iniciativas já desenvolvidas e planejadas. Contemplando um conjunto de 70 ações setoriais e transversais, o PEMC adota ainda uma estratégia de adaptação regional para lidar com os impactos das mudanças climáticas, as ações setoriais de mitigação previstas até o momento levam de forma conservadora a uma redução de 22 a 25% das emissões em comparação com o cenário base, o que representa uma redução acumulada de 320 milhões de tCO<sub>2</sub>e (MINAS GERAIS, 2009).

Em junho de 2021, Minas Gerais se tornou o primeiro Estado da América Latina e do Caribe a aderir à campanha mundial *Race to Zero* (Corrida para o Zero). O objetivo da campanha é reunir lideranças para zerar as emissões líquidas de GEE até o ano de 2050, o que deverá limitar o aumento da temperatura global a 1,5 °C. Com a adesão à campanha, Minas se compromete a convergir esforços para reduzir e neutralizar a emissão de gases e a fomentar o desenvolvimento sustentável em seu território. O Estado irá atualizar, em até 12 meses, o

PEMC estipulando uma meta intermediária de redução de gases até 2030 e medidas para atingir o objetivo até 2050 (AGÊNCIA MINAS, 2021).

A nível metropolitano, ainda no Estado de Minas Gerais, foi elaborado, entre os anos de 2009 e 2011, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI, ou Plano Metropolitano, o qual se equipara ao Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado a que se refere o Estatuto da Metrópole. O PDDI da RMBH consolidou suas diretrizes sobre os eixos temáticos da urbanidade, acessibilidade, seguridade e sustentabilidade, o que resultou na proposição de 23 políticas, sendo duas dessas voltada para as mudanças climáticas (ARAGÃO, 2018).

Incluída no eixo temático de seguridade do Plano, a “Gestão de Riscos Ambientais e de Mudanças Climáticas”, traz luz a redução e controle dos riscos provocados pelas relações entre a sociedade e natureza relacionadas ao uso e ocupação do solo, ao excesso de emissão de gases tóxicos e de efeito estufa e à contaminação da água, além dos impactos relevantes que podem ocorrer sobre a saúde. Além disso, atenção especial é atribuída a Defesa Civil e aos Planos Municipais de Redução de Riscos na RMBH, a qual é traduzida pelo objetivo geral de “identificação de vulnerabilidades a riscos ambientais e às mudanças climáticas; planejamento para adaptação e impactos; e criação de um sistema metropolitano de gestão de riscos, incluindo um Sistema Metropolitano Integrado de Defesa Civil” (PDDI-RMBH, 2011, p. 589).

No eixo de sustentabilidade, encontra-se a “Política Metropolitana Integrada de Mitigação de Gases de Efeito Estufa para uma Economia de Baixo Carbono”, que visa a redução substantiva das emissões de GEE da RMBH. Para viabilização de uma economia com baixo nível de emissões de GEE a política traz como instrumentos principais: i) a promoção de incentivos a energias alternativas e à eficiência energética; ii) o controle e redução de emissões das principais fontes emissoras na região (PDDI-RMBH, 2011, p. 1247). Ademais, ainda é estabelecida a realização de estudos para a contabilização das emissões, estabelecimento de metas de redução e da ampliação de mecanismos de controle de emissões de modo a garantir a efetividade dos programas propostos (PDDI-RMBH, 2011, p. 1257-1259).



Apesar do pioneirismo na elaboração de um estudo regional e da inclusão, além das áreas temáticas transversais, da questão dos impactos das mudanças climáticas, o PDDI ainda não foi apreciado pela Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. O Plano, finalizado há quase 10 anos, caso tivesse sido aprovado, deveria passar por revisão em 2022, conforme previsto no Estatuto da Metrópole.

No que se refere a leis municipais específicas sobre mudanças climáticas (incluindo análises de vulnerabilidade, levantamento de riscos e planos de a o em mitiga o e adapta o), segundo Alves (2016), pode-se afirmar que algumas cidades brasileiras, ainda que de forma difusa, já apresentam algum tipo de a o local. A cidade de Palmas, capital do estado do Tocantins, foi a primeira cidade brasileira a aprovar uma legisla o relacionada às mudanças climáticas, em 2003. A cidade de São Paulo (SP), em 2009, foi pioneira ao estabelecer metas para a redu o da emissão de GEE, tendo influenciado iniciativas semelhantes em Belo Horizonte (MG), Feira de Santana (BA) e Rio de Janeiro (RJ) (BARBI; FERREIRA, 2013).

### **3.4  ndices e indicadores de vulnerabilidade climática**

 ndices e indicadores constituem-se como importantes ferramentas na gestão pública em seus processos de identifica o e reconhecimento de problemas, bem como na formula o e avalia o de políticas e na implementa o de a es que atendam às prioridades estabelecidas (GUIMARÃES; FEICHAS 2009, apud MARTINS; CANDIDO, 2011). No contexto das mudanças climáticas, os índices e indicadores podem orientar a elabora o de planos de adapta o e mitiga o às mudanças climáticas e apoiar a tomada de decisão. Além disso, uma vez que a emergência da temática ambiental está fortemente relacionada   falta de percep o da liga o existente entre a a o humana e suas consequências, os índices e indicadores contribuem sintetizando variáveis complexas em informa es compreensíveis para além da comunidade científica contribuindo, dessa forma, para romper barreiras psicológicas para a a o ambiental<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> As mudanças climáticas são um problema complexo, difícil de imaginar e que requer mudança de comportamento. A nega o da mudança climática, por exemplo,   uma das formas com que os indivíduos e/ou institui es minimizam ou ignoram a magnitude do problema para, dessa forma, protegerem a si mesmos e seus interesses, uma vez que os fatos entram em conflito com os hábitos e estilo de vida. A dissonância cognitiva, a impressão de que o problema está distante e suas consequências remotas, ou de que tudo parece perdido e não há mais nada a se fazer acabam por impedir que a mensagem da comunidade científica seja ouvida.

### 3.4.1 Bases e conceitos sobre indicadores e índices

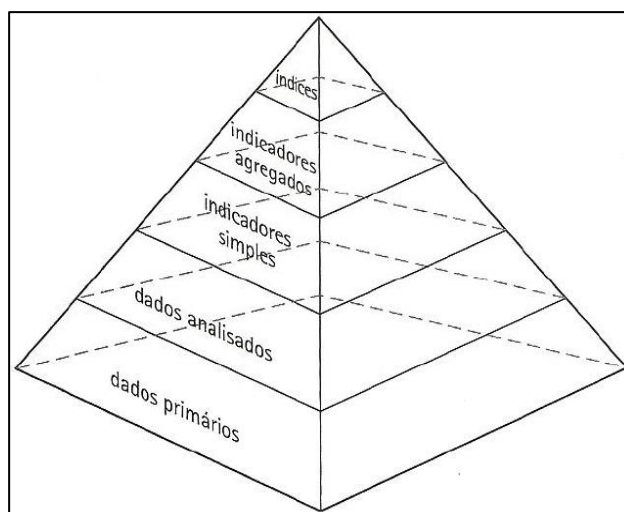
O termo “indicador” é derivado da palavra *indicare* que em latim significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. Os indicadores podem ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno que não seja imediatamente detectável (BELLEN, 2006).

O objetivo dos indicadores é, portanto, agregar e quantificar informações de modo que sua significância fique mais aparente. Nesse sentido, Gallopin (1996, apud BELLEN, 2006, p. 42) sugere que os melhores indicadores são aqueles que resumem ou, de outra maneira, simplificam as informações relevantes. As principais funções dos indicadores segundo Tunstall (1994, apud BELLEN, 2006, p. 43) são:

- Avaliação de condições e tendências;
- Comparação entre lugares e situações;
- Avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos;
- Prover informações de advertência;
- Antecipar futuras condições e tendências.

De acordo com a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) (1993, apud SANTOS, 2004), os indicadores podem ser compreendidos como um parâmetro ou funções derivadas deles que informa sobre a situação de um fenômeno que ocorre em um meio. Deste modo, os dados que compõem os indicadores devem ser acompanhados com as informações de estado e as respostas do meio, apontando as características, as propriedades e as qualidades do meio a ser observado (SANTOS, 2004).

As informações obtidas por meio de indicadores selecionados devem ser sistematizadas, ordenadas e agrupadas de modo a subsidiar a decisão. A Figura 3.5 apresenta uma proposta de organização dos diferentes níveis de informação em uma pirâmide.

**Figura 3.5 - Pirâmide de informação**

Fonte: Santos, 2004.

Na base estão os dados que, agregados, informam sobre os indicadores que, por sua vez, podem ser sintetizados formando índices que são a forma mais simples de representar um conjunto complexo de dados (SANTOS, 2004).

#### 3.4.2 *Indicador de intensidade de emissão de GEE*

No âmbito das cidades e das mudanças climáticas, os indicadores de intensidade que tenham relação com as emissões de GEE são adotados para a sua análise. O conceito de intensidade, geralmente, se refere a um valor relativo, seja no tempo ou espaço, ou em relação a uma unidade determinada. Deste modo, comparações podem ser feitas utilizando-se indicadores cujas unidades são  $tCO_2e/US\$$ ,  $tCO_2e/habitante$ ,  $kWh/tonelada$  de produto final,  $tCO_2e/tonelada$  de insumo processado, a depender de cada contexto (GVces, 2015, p. 22).

A definição do numerador do indicador de intensidade de emissão se dá a partir da elaboração do inventário municipal de emissões de GEE, o qual é essencial para se estabelecer a linha de base da qual a cidade poderá planejar a sua estratégia de combate às mudanças climáticas. D'Avignon et al. (2009) trazem a concepção do inventário enquanto instrumento de política pública, uma vez que ações de mitigação podem e devem ser aplicadas para a minimização de outros problemas locais, como a poluição atmosférica, que traz implicações para a saúde pública.

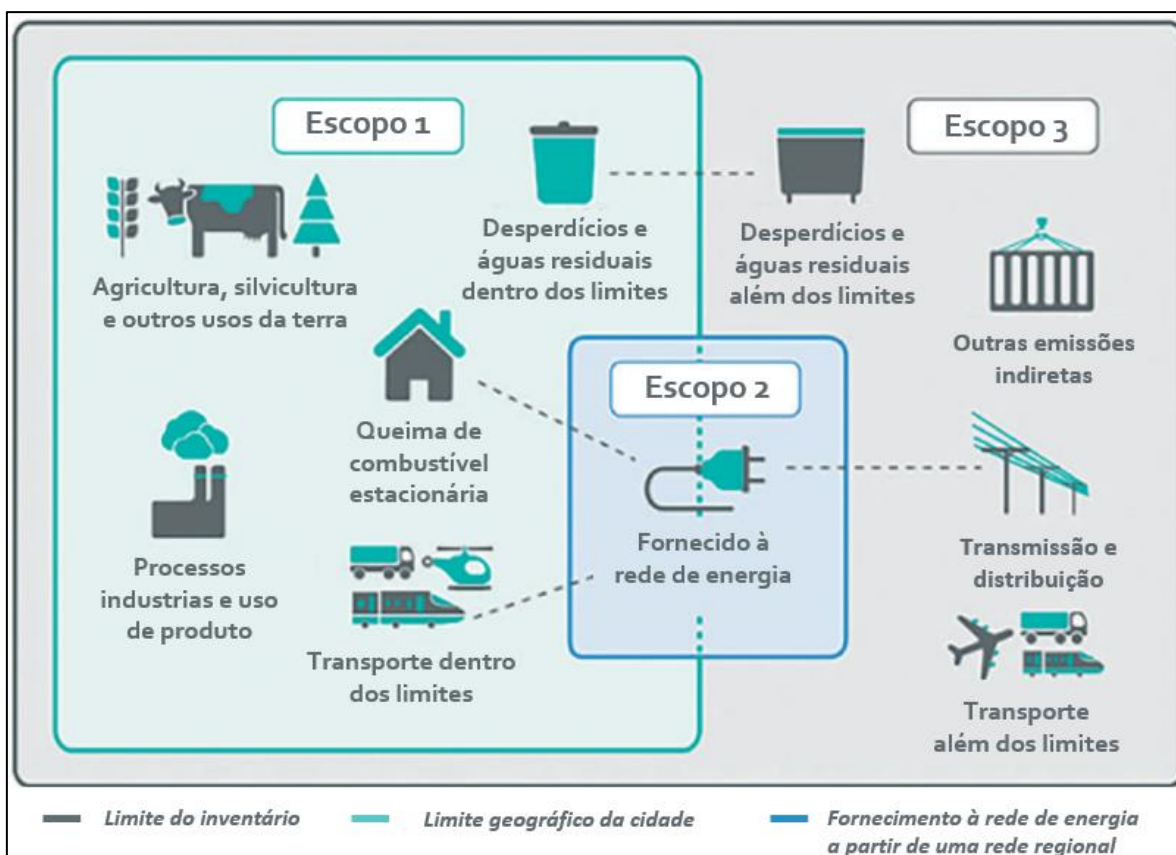
O processo de elaboração de um inventário requer o mapeamento de fontes de emissão para contabilização dos GEE's emitidos para a atmosfera, os quais precisam ser hierarquizados, categorizados e agrupados de maneira consistente. Atualmente, o método do *Global Protocol for Community – Scale GHG Emissions* (GPC) tem sido amplamente adotado para elaboração de inventários municipais, caracterizando-se por ser uma metodologia robusta e clara, que possibilita comparações entre inventários de diferentes governos locais, pré-estabelecendo requisitos e provendo orientações para os cálculos e reportes dos resultados obtidos.

O método do GPC prevê a contabilização das emissões que ocorrem tanto dentro do limite administrativo do governo local quanto daquelas que ocorrem fora dessa fronteira, mas que são resultado das atividades internas da cidade. Essa classificação a partir de fronteiras geopolíticas operacionais são denominados escopos.

- Escopo 1: emissões de GEE por fontes localizadas dentro dos limites da cidade;
- Escopo 2: emissões de GEE que ocorrem como consequência do uso de eletricidade fornecida pela rede nacional dentro dos limites da cidade;
- Escopo 3: emissões de GEE que ocorrem fora dos limites da cidade como resultado de atividades que ocorrem dentro dos limites da cidade.

Ademais, o GPC estabelece cinco setores de atividades potencialmente emissoras que ainda podem ser desagregadas em subsetores, de acordo com as atividades desenvolvidas em cada localidade, são eles: combustão estacionária; transporte; resíduos; agricultura, floresta e uso da terra; e processos industriais e uso de produtos. A Figura 3.6 mostra como se relacionam os escopos e os setores contabilizados em cada um deles.

**Figura 3.6** - Esquema de abordagem por escopos do GPC.



Fonte: Conceição (2017).

Segundo Nangini et al. (2019), para se entender os determinantes das emissões das cidades e compará-las é necessário, além das emissões estimadas por meio de inventários locais, de dados socioeconômicos auxiliares. Ainda para esses autores, a população e o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* são importantes fatores associados à quantidade de emissões de cada cidade, sendo essa afirmação corroborada por outros autores.

Jorgenson & Clark (2010) estimaram os efeitos do tamanho da população em diversos países sobre as emissões de CO<sub>2</sub> ao longo dos últimos 45 anos e verificaram elasticidades que variam de 1,27 a 1,86 indicando que o aumento populacional possui impacto mais do que proporcional sobre as emissões (GVces, 2015, p. 42). Oberheitmann (2013) considera que conforme a renda disponível aumenta, também cresce a demanda por energia direta (para mobilidade, por exemplo) e indiretamente para produção de bens e fornecimento de serviços. Em suas análises, o autor verificou que o aumento de 1% na renda per capita global induz um aumento de 2,5% nas emissões de CO<sub>2</sub> no planeta (OBERHEITMANN, 2013).

### 3.4.3 Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática

A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) do Governo de Minas Gerais apresentou em 2014 um estudo de vulnerabilidade regional à mudança do clima, o qual foi sintetizado no Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática (IMVC) do Estado de Minas Gerais. O Índice foi construído segundo a definição de vulnerabilidade proposto pelo IPCC, em 2007, e seus três componentes são classificados como sensibilidade, grau de exposição e capacidade de adaptação. A definição da vulnerabilidade resulta da equação 3.1:

$$\text{Vulnerabilidade} = \frac{\text{Sensibilidade} \times \text{Exposição}}{\text{Capacidade de adaptação}} \quad (\text{Equação 3.1})$$

A vulnerabilidade estimada, portanto, pode ser entendida como sendo a medida na qual um município mineiro está suscetível aos - ou é incapaz de lidar com - efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo-se a variabilidade natural e os eventos climáticos extremos como longas estiagens e chuvas intensas (FEAM, 2014). Cada elemento da equação (Sensibilidade, Exposição e Capacidade de Adaptação) é composto pela média dos valores dos indicadores selecionados, os quais são apresentados na Figura 3.7 a seguir.

**Figura 3.7** - Quadro de indicadores que compõem o IMVC

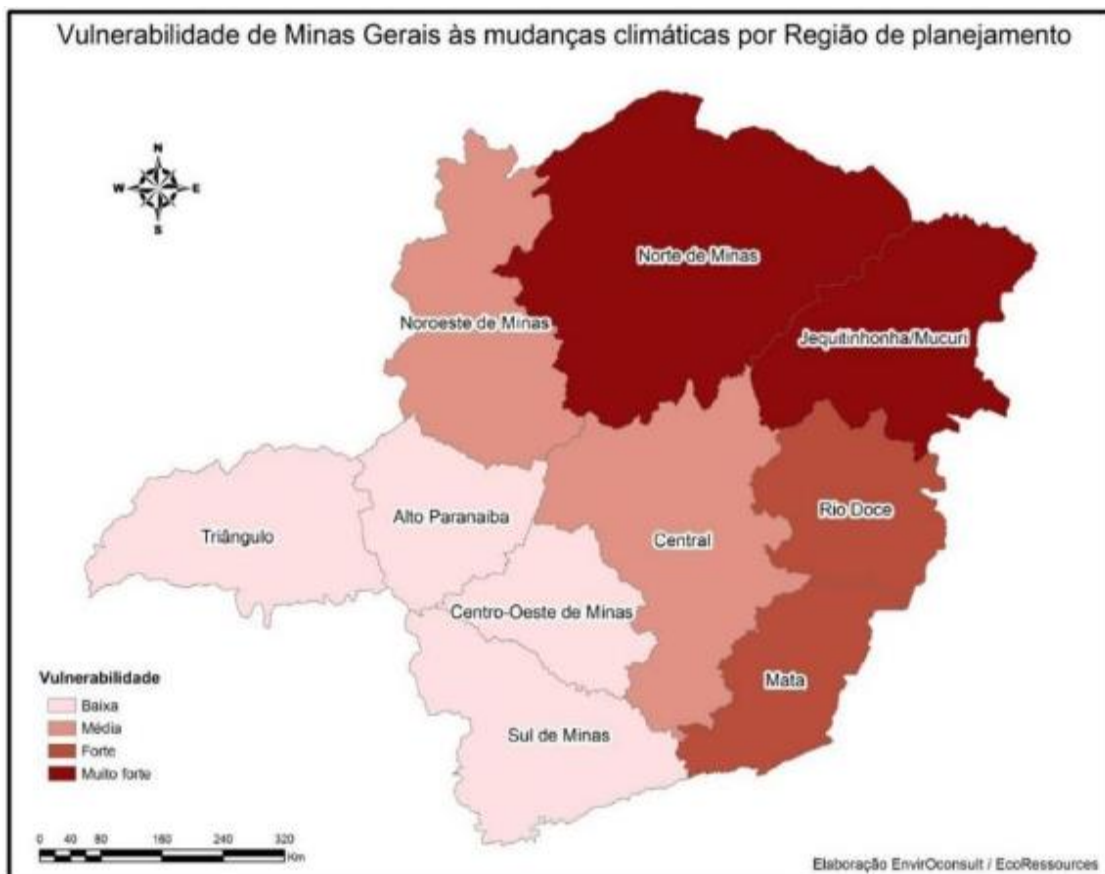
Dimensão	Indicador
Sensibilidade Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação média da agropecuária no valor adicionado</li> <li>• Razão de dependência</li> <li>• Indicador de saneamento (Fundação João Pinheiro)</li> <li>• Densidade populacional</li> <li>• Percentual de cobertura vegetal nativa</li> <li>• Balanço hídrico (demanda <i>versus</i> disponibilidade)</li> </ul>
Exposição Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de impactos socioeconômicos em desastres naturais</li> <li>• Índice de extremo climático CDD (Número médio anual de dias consecutivos sem chuva) Campos e Nunes (2018)</li> <li>• Índice de extremo climático Rx5day (Máxima precipitação acumulada média anual em 5 dias consecutivos) Campos e Nunes (2018)</li> </ul>
Capacidade de Adaptação Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renda per capita</li> <li>• Índice Mineiro de Responsabilidade Social - Educação</li> <li>• Índice de Institucionalização de Gestão de Desastres</li> <li>• Gasto per capita com o meio ambiente e saneamento</li> </ul>

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

O índice e os indicadores variam entre 0 e 1, onde os valores mais próximos de 0 representam menor vulnerabilidade e àqueles mais próximos de 1 representam maior vulnerabilidade. Os resultados do IMVC ainda são classificados em cinco categorias para auxiliar na interpretação e agrupamento de dados semelhantes, são eles: vulnerabilidade relativamente baixa (0 – 0,2); vulnerabilidade moderada (> 0,2 – 0,4); vulnerabilidade alta (> 0,4 – 0,6); vulnerabilidade muito alta (> 0,6 – 0,8); vulnerabilidade extrema (> 0,8 – 1,0).

A Figura 3.8 apresenta o resultado do índice para o estado de Minas Gerais por região de planejamento. Observa-se pelo mapa que o padrão geográfico de aumento do índice é sentido nas regiões norte e nordeste do estado, o que implica que os efeitos projetados para o estado podem aumentar ainda mais as desigualdades locais, uma vez que as áreas a serem afetadas de maneira mais severa são as menos desenvolvidas (WWF, 2017, p. 29).

**Figura 3.8** - Vulnerabilidade de Minas Gerais às Mudanças Climáticas por Região de Planejamento



Fonte: FEAM (2014).

A abordagem adotada para definição do IMVC, juntamente com informações complementares que compõem a ferramenta, permite avaliar em que medida essas localidades são e podem ser mais afetadas pela mudança do clima auxiliando, portanto, na elaboração de políticas públicas e na tomada de decisão no âmbito estadual e municipal quanto à definição e priorização de ações locais de redução da vulnerabilidade territorial e adaptação às mudanças do clima (FEAM, 2014; WWF, 2017).



#### 4 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de caso para os municípios mineiros de Belo Horizonte, Betim e Contagem, os quais caracterizam-se por serem os três maiores municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte em termos populacionais. Juntos estes municípios abrangem mais de 67% da população da região que é composta por um contingente de 34 municípios.

Primeiramente, buscou-se realizar uma pesquisa bibliográfica, cuja principal finalidade é embasar a discussão acerca dos resultados a serem obtidos nesta pesquisa. Os municípios foram caracterizados quanto aos seus atributos socioambientais e, além disso, foram apresentados resultados dos mais recentes inventários de GEE municipais, os quais serviram de base para o cálculo de indicadores de intensidade de emissões. Ainda foram analisados os respectivos IMVC de cada municípios e, a partir dos metadados disponibilizados pela FEAM (2014), também foram discretizados os indicadores que compõem o índice, a fim de se compreender quais fatores conferem vulnerabilidade a esses municípios.

A partir desse ponto, seguiu-se uma abordagem qualitativa baseada em análise documental para avaliação de planos diretores e leis urbanísticas municipais segundo a metodologia proposta por Carvalho et al. (2020). Com a finalidade de se avaliar a contribuição e o comprometimento legal destes municípios com o enfrentamento às mudanças climáticas, buscou-se responder às questões propostas pelos autores apresentadas na Figura 4.1 a seguir:

**Figura 4.1** – Questões para avaliação dos planos diretores e das leis urbanísticas municipais

Bloco	Código	Questão observada	Resposta admitida
1 - Exclusivo aos Planos Diretores	P1	Faz menção, de forma direta, às mudanças (ou alterações) climáticas?	Sim/Não
	P2	Faz menção ao desenvolvimento sustentável ou à garantia de meio ambiente preservado as futuras gerações?	
	P3	Prevê diretrizes urbanas para a mitigação dos efeitos e causa das mudanças climáticas?	
	P3a	Incentiva zonas de uso diversificado?	
	P3b	Incentiva ocupação dos vazios urbanos em detrimento da expansão do perímetro urbano (cidade compacta)?	
	P3c	Restringe a ocupação de áreas de risco?	

Bloco	Código	Questão observada	Resposta admitida
2 - Nas leis urbanísticas municipais, inclusive os planos diretores	P4	Prevê incentivos para o reuso de água?	Sim (S1; S2; S3; S4) <sup>1</sup> /Não
	P5	Prevê incentivos para a eficiência energética?	
	P6	Prevê incentivos para mitigação de ilhas de calor (e.g. telhado verde)?	
	P7	Prevê taxa de permeabilidade do solo ou área vegetada no lote?	
	P8	Prevê incentivos ou o plano de arborização urbana?	
	P9	Prevê o reuso de resíduos da construção civil?	
3 - Exclusivo às leis urbanísticas municipais	P10	Instituiu a Política Municipal de Mudanças Climáticas?	Sim/Não
	P11	Faz menção, de forma direta, às mudanças (ou alterações) climáticas?	
	P12	Se P11 resultar em SIM, citar o instrumento	Legislação

<sup>1</sup>S1, quando Sim, no Plano Diretor; S2, quando Sim, no Código de Obras; S3, quando Sim, na Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo; e S4, quando Sim, em leis específicas.

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2020).

Foram consultados os planos diretores e leis urbanísticas vigentes disponibilizadas nas páginas de *Internet* das prefeituras de cada município. As referências e ementas desses instrumentos encontram-se organizadas no quadro da Figura 4.2.

**Figura 4.2** – Instrumentos consultados para responder as questões da Figura 4.1

Município	Lei	Ementa	Código
Belo Horizonte	Lei nº 11.181/2019	Aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências	S1
	Lei nº 9.725/2009	Institui o Código de Edificações do Município de Belo Horizonte e dá outras providências	S2
	Decreto nº 17.273/2020	Regulamenta os Títulos V a IX da Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019, sobre parcelamento do solo, ocupação do solo, uso do solo, áreas de interesse ambiental e patrimônio cultural e urbano no Município, e dá outras providências.	S3
	Lei nº 10.840/2015	Dispõe sobre reuso de água em edificações públicas e privadas	S4
	Lei nº 10.522/2012	Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - SGRCC - e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - PMRCC, e dá outras providências	S4
	Lei nº 11.284/2021	Institui o Programa de Certificação de Crédito Verde	S4
	Lei nº 10.175/2011	Institui a Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática de Belo Horizonte	-
Betim	Lei complementar nº 13/2020	Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do município de Betim	S1
	Lei complementar nº 11/2019	Institui o código de obras e edificações do município de Betim e dá outras providências	S2
	Lei complementar nº 9/2019	Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no município de Betim	S3

Município	Lei	Ementa	Código
	Lei nº 6.223/2017	Dispõe sobre o Programa de Incentivo à Implantação de Medidas de Sustentabilidade Ambiental, denominado “IPTU Ecológico”, no município de Betim	S4
	Lei nº 6.412/2018	Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências	S4
Contagem	Lei complementar nº 266/2018	Institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências	S1
	Lei complementar nº 190/2014	Dispõe sobre o Código de Posturas do Município de Contagem	S2
	Lei complementar nº 295/2020	Disciplina o parcelamento, a ocupação e o uso do solo no Município de Contagem, e dá outras providências	S3
	Lei complementar nº 188/2014	Dispõe sobre a política e as diretrizes da Limpeza no Município de Contagem e dá outras providências	S4
	Decreto nº 462/2015	Institui o Programa Municipal de Combate ao Desperdício da Água e dá outras providências	S4

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Após a leitura dos instrumentos de planejamento orientada pelas questões dos blocos 1 e 2 da Figura 4.1, foi elaborada uma análise descritiva crítica do conteúdo desses documentos com a finalidade de se identificar medidas urbanas favoráveis ou lacunas no enfrentamento das causas e efeitos das mudanças climáticas. Os resultados dessa etapa foram relacionados com as demais informações levantadas para esses municípios para subsidiar as recomendações do Capítulo 5.4 desta pesquisa.

Por fim, a partir das respostas às questões do bloco 3, ainda buscou-se analisar as respectivas Políticas Municipais de Mudanças Climáticas recorrendo a ferramentas de mineração de texto. O objetivo dessa análise foi identificar os termos mais recorrentes nas políticas, por meio de uma nuvem de palavras, para entender o que essas políticas privilegiam. Para essa etapa, utilizou-se um *software* livre (de código aberto), gratuito e independente de plataforma chamado *Voyant Tools* (SINCLAIR; ROCKWELL, 2016).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

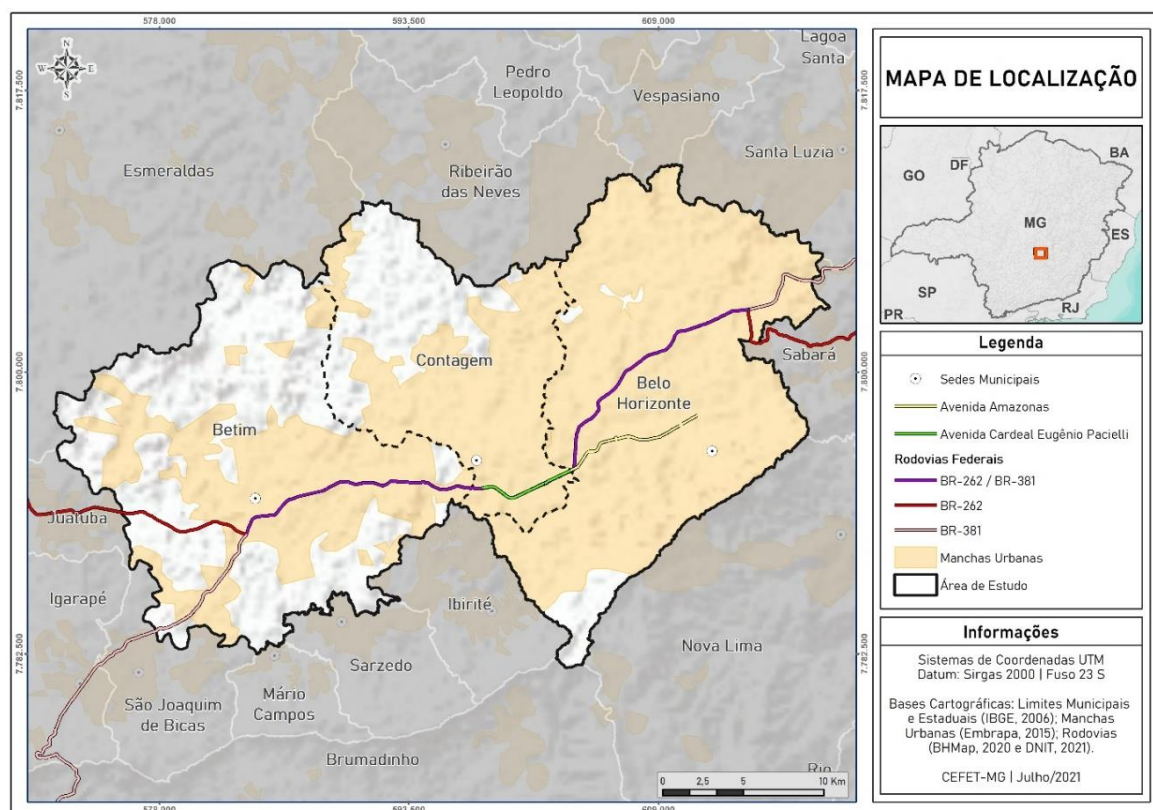
### 5.1 Área de estudo

A RMBH e outras oito regiões metropolitanas foram instituídas pela Lei Federal nº 14/1973, uma vez que, desde a década de 1950, estava ocorrendo um processo de crescimento das cidades. Na ocasião de sua formação, a RMBH era composta por 14 municípios, contudo, sua dinâmica de crescimento ao longo dos anos fez com que em 1987, por meio da Lei complementar nº 48, outros 20 municípios fossem integrados à região. Atualmente, a RMBH é composta por 34 municípios contemplando mais de cinco milhões de habitantes em uma área de 6.246,63 km<sup>2</sup> (PEREIRA COSTA, 2006).

A mancha conurbada da RMBH é composta pelos municípios de Belo Horizonte, Betim, Contagem, Ibitaré, Nova Lima, Sabará, Santa Luzia, Ribeirão das Neves e Vespasiano, sendo que os vetores de conurbação mais intensos são a oeste e a norte da capital mineira. O vetor a oeste é considerado o primeiro eixo de expansão de Belo Horizonte e nele predominam os municípios de Betim e Contagem, que juntos a capital são os municípios que dizem respeito a este estudo de caso, como apresentado no mapa de localização (Figura 5.1).

O vetor oeste originou-se na década de 1940, a partir da implantação da infraestrutura viária urbana, mais precisamente da expansão da Avenida Amazonas, uma das principais articuladoras da capital até Contagem e Betim (MACIEL et al., 2016). De acordo com Pereira Costa (2006), com a implantação de importantes empreendimentos industriais, como a Siderúrgica Mannesman, a Refinaria Gabriel Passos e a Fábrica de Automóveis da FIAT, outras inúmeras indústrias de apoio foram atraídas para a região e, por conseguinte, trouxeram consigo a ocupação residencial. A expansão urbana do vetor oeste ocorreu de forma desordenada com a multiplicação das atividades econômicas e intensa ocupação populacional (BRITO e SOUZA, 2015 apud MACIEL et al., 2016).

**Figura 5.1** – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Atualmente, os municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem destacam-se no contexto regional, por abranger o maior contingente populacional da RMBH, isto é, em números absolutos, 3.635.297 dos 5.392.436 de habitantes da região, ou, aproximadamente 67%. A Tabela 5.1 apresenta as características demográficas de cada um desses municípios, suas respectivas extensões territoriais, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o PIB *per capita*.

**Tabela 5.1** – Características gerais dos municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem

Município	População estimada [hab.] (2020)	Área [km <sup>2</sup> ]	Densidade demográfica [hab./km <sup>2</sup> ] (2010)	IDHM (2018)	PIB <i>per capita</i> [R\$] (2018)
Belo Horizonte	2.521.564	331,354	7.167,0	0,810	36.759,66
Betim	444.784	343,884	1.102,8	0,749	58.911,58
Contagem	668.949	194,746	3.090,3	0,756	42.077,02

Fonte: IBGE (2021).

É possível observar certa similaridade entre as características destes municípios. Quanto ao IDHM, índice composto por dimensões que medem longevidade, educação e renda, os três municípios são bem classificados, com destaque para Belo Horizonte. A RMBH caracteriza-se por uma centralidade polarizada na capital e por uma centralidade regional mais dinâmica observada nos bairros Eldorado e Cidade Industrial, em Contagem, cujos fatores de conformação de centralidade se dão por fatores locacionais e de infraestrutura (DRUMMOND; SILVEIRA, 2014). Já o município de Betim, caracteriza-se pelo segundo maior PIB do Estado, cuja economia têm se diversificado nos últimos anos.

Quanto ao uso e cobertura do solo, juntos, esses municípios têm cerca de 74% de seus territórios com uso antrópico, o qual é composto por áreas não vegetadas ou com uso agrícola, o restante do uso é composto por vegetação, corpos d'água e outras formações naturais (MAPBIOMAS, 2019). Os municípios encontram-se parcialmente no bioma do cerrado e da mata atlântica e nas bacias hidrográficas do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba, sendo ambas pertencentes à bacia do Rio São Francisco (SISEMA, 2019; IGAM, c2021).

Por se localizarem em uma grande área de recarga de nascentes, a concentração industrial e urbana, principalmente em Betim e Contagem, pode estar relacionada a situações de conflito de interesse e de impactos ambientais significativos. Os fatores de pressão ambiental nesses municípios decorrem das ocupações e loteamentos irregulares que avançam sobre áreas de preservação, mas também da geração de resíduos e efluentes e das atividades de mudança do uso do solo provocadas pelas indústrias (MINAS GERAIS, 2014 apud MACIEL et al., 2016).

Segundo a classificação climática proposta por Köppen-Geiger, o clima desses municípios é classificado como Cwa, isto é, o clima é temperado úmido com inverno seco e verão quente. A temperatura e pluviosidade média dos municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem são, respectivamente, 20,8 °C e 1.205 mm; 21,0 °C e 1.315 mm; e 20,7 °C e 1.205 mm. De maneira geral, as temperaturas ficam em torno de 15 e 18 °C em pelo menos um mês do ano e a época seca dura entre quatro e cinco meses (SISEMA, 2019).

## **5.2 Análise descritiva dos dados**

As cidades se configuram como parte do problema das mudanças climáticas, mas também podem atuar como parte da solução. Para tanto, antes de desenvolver estratégias de mitigação

e adaptação, as cidades precisam conhecer suas emissões a partir da elaboração de inventários municipais.

O município de Belo Horizonte, que vêm acompanhando o perfil de suas emissões GEE desde 2008, lançou em 2021 o seu 5º Inventário Municipal de Emissões de GEE, referente ao período de 2020. Os municípios de Betim e Contagem, por sua vez, passaram a elaborar os seus respectivos inventários após associarem-se ao ICLEI. No ano de 2020, Betim publicou o seu segundo inventário de emissões, que compreende o período de 2014 a 2017, e Contagem publicou o seu primeiro inventário referente ao ano de 2018. Esses inventários seguiram as diretrizes gerais para confecção de inventários municipais de emissões de GEE do GPC (2014) e o sumário das emissões de GEE destes municípios, por setor e por escopo, segundo os inventários publicados, estão apresentados na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2** – Resumo das emissões de GEE, em tCO<sub>2</sub>e, desagregadas por escopo e por setor para os municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem<sup>1</sup>

		Fontes estacionárias de energia	Transportes	Resíduos	Total
Belo Horizonte	Escopo 1	378.867	2.409.431	81.735	2.870.033
	Escopo 2	232.859	-	-	232.859
	Escopo 3	-	255.124	852.416	1.107.540
Betim	Escopo 1	175.858	1.025.837	566.425	1.768.119
	Escopo 2	119.761	-	-	119.761
	Escopo 3	16.874	9.498	-	26.373
Contagem	Escopo 1	202.915	669.134	389.265	1.261.314
	Escopo 2	130.440	-	-	130.440
	Escopo 3	17.609	-	-	17.609

<sup>1</sup>Anos inventariados: Belo Horizonte, 2020; Betim, 2017; Contagem, 2018.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos respectivos inventários de GEE (2021).

Em termos de emissões totais, Belo Horizonte é o município com maiores emissões, seguido por Betim e Contagem. Observa-se que as emissões de escopo 1, ou seja, aquelas emissões referentes às atividades desenvolvidas dentro dos limites da cidade, apresentam a maior representatividade nos inventários desses municípios.

O setor de transportes evidencia-se como o mais emissor e está associado a queima de combustíveis em fontes móveis de transporte terrestre e de aviação. Aquelas emissões decorrentes de compras de combustíveis fora das fronteiras geopolíticas dos municípios foram alocadas no escopo 3, como no caso de Belo Horizonte, cujos registros de vendas de gasolina e querosene de aviação para atendimento do Aeroporto Internacional Tancredo Neves são localizados no município de Lagoa Santa (BELO HORIZONTE, 2021).

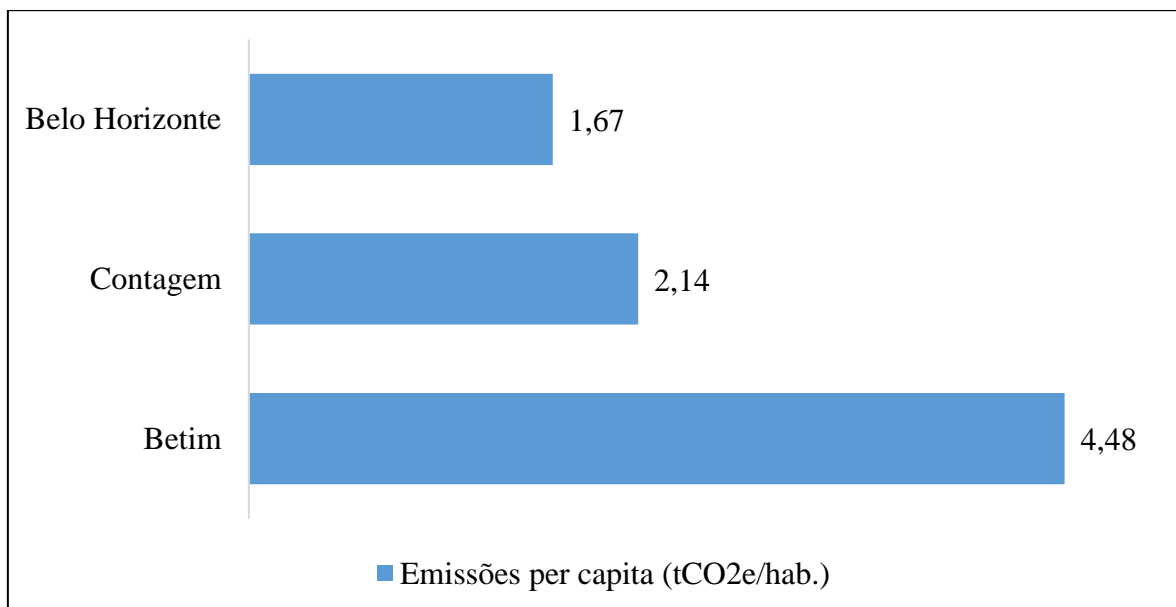
O setor de resíduos, que abrange os subsetores de disposição de resíduos sólidos e tratamento de efluentes líquidos e lançamentos, é a segunda fonte mais emissora desses inventários. Enquanto para Betim e Contagem as emissões dessas atividades concentram-se no escopo 1, para Belo Horizonte cerca de 91% dessas emissões estão alocadas no escopo 3. Isso justifica-se por Belo Horizonte dispor a maior parte dos resíduos sólidos urbanos gerados e coletados no município na Central de Tratamento de Resíduos – CTRS Macaúbas localizada no município de Sabará (BELO HORIZONTE, 2021).

Por fim, para o setor de fontes estacionárias de energia são avaliadas as emissões de GEE decorrentes da produção, transformação, distribuição e consumo de diferentes formas de energia. Para Belo Horizonte, a maior parte das emissões desse setor diz respeito àquelas do setor residencial, enquanto para Betim e Contagem as maiores emissões são decorrentes do setor de indústrias de manufatura e construção, o que evidencia a vocação industrial desses municípios.

Ainda com base nos resultados dos inventários, foram calculadas as emissões *per capita* desses municípios, tendo como denominador as estimativas populacionais dos municípios para o ano de referência do inventário analisado (Figura 5.2).



**Figura 5.2** - Emissões per capita, em tCO<sub>2</sub>e/hab., para Belo Horizonte, Betim e Contagem<sup>1</sup>



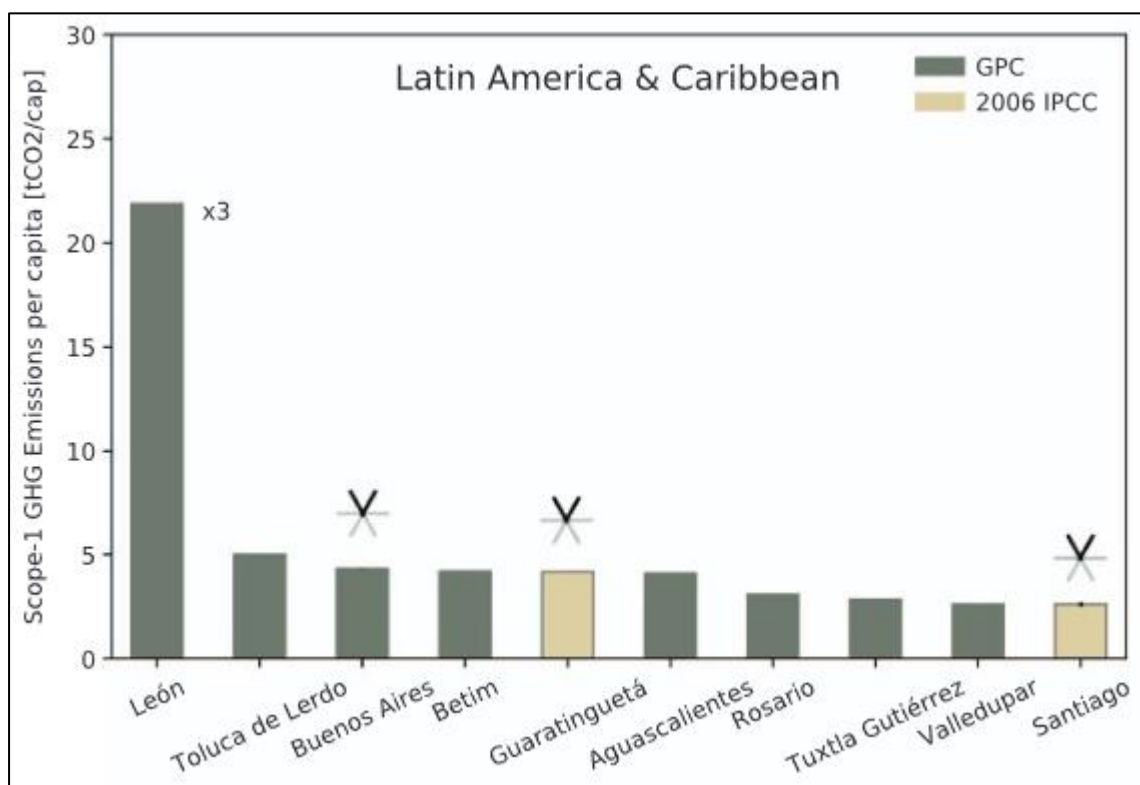
<sup>1</sup>estimativas populacionais adotadas: Belo Horizonte: 2.521.564 habitantes em 2020; Contagem: 659.070 habitantes em 2018; Betim: 427.146 habitantes em 2017.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Entre os municípios analisados, Betim se sobressai com a maior emissão *per capita* (4,48 tCO<sub>2</sub>e por habitante). Esse destaque pode ser explicado, principalmente, pelo fluxo de veículos que cruzam a cidade por meio de um importante corredor logístico composto pelas rodovias BR-381 e BR-262, mas também pelo uso energia e processos produtivos desenvolvidos na cidade (BETIM, 2020).

Nangini et al. (2019) verificaram, a partir de diversos bancos de dados, as emissões *per capita* em 343 cidades do mundo. Entre as cidades da América Latina e do Caribe analisadas, Betim foi classificada com a quarta maior taxa de emissão *per capita* e com a maior taxa entre as cidades brasileiras avaliadas (4,20 tCO<sub>2</sub>e), conforme indicado na Figura 5.3. O cálculo realizado por Nangini et al. (2019), considerava apenas as emissões de escopo 1. Refazendo o cálculo para os municípios deste estudo de caso, seguindo a premissa desses autores, chegou-se nos resultados de 4,14 tCO<sub>2</sub>e/hab. para Betim, 1,91 tCO<sub>2</sub>e/hab. para Contagem e 1,14 tCO<sub>2</sub>e/hab. para Belo Horizonte.

**Figura 5.3** – As dez cidades com maiores emissões *per capita* da América Latina e do Caribe



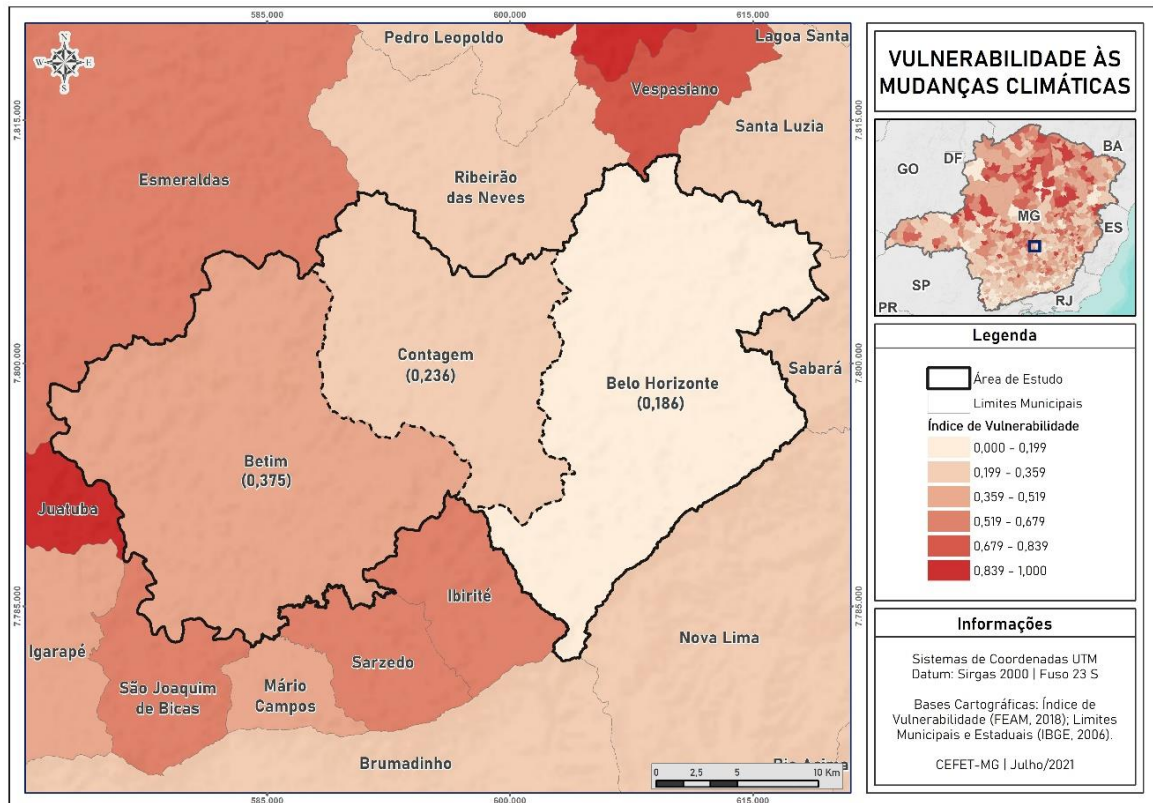
Fonte: Nangini et al. (2019)

A execução dos inventários municipais de GEE contribui para identificação das fontes de emissão e setores mais relevantes de cada cidade, contudo, é consensual no meio científico que os riscos relacionados ao clima estão relacionados com a magnitude e taxa de aquecimento, localização geográfica, níveis de desenvolvimento e vulnerabilidade (CAMPOS et al., 2018). Deste modo, visando apoiar os municípios quanto ao seu desenvolvimento de baixo carbono e sua adaptação territorial, tendo em vista as mudanças climáticas, a FEAM disponibiliza aos 853 municípios de Minas Gerais os seus respectivos IMVC.

Segundo Campos et al. (2018), o índice avalia a exposição climática, considerando a sensibilidade do sistema socioecológico local, bem como sua capacidade de se adaptar, ou seja, de transformar em oportunidades os principais impactos relacionados às mudanças climáticas. O IMVC pode ser utilizado por gestores municipais para análises prévias e para

embasar o desenvolvimento de projetos e ações (FEAM, 2021). O índice para os municípios deste trabalho encontra-se espacializado no mapa da Figura 5.4.

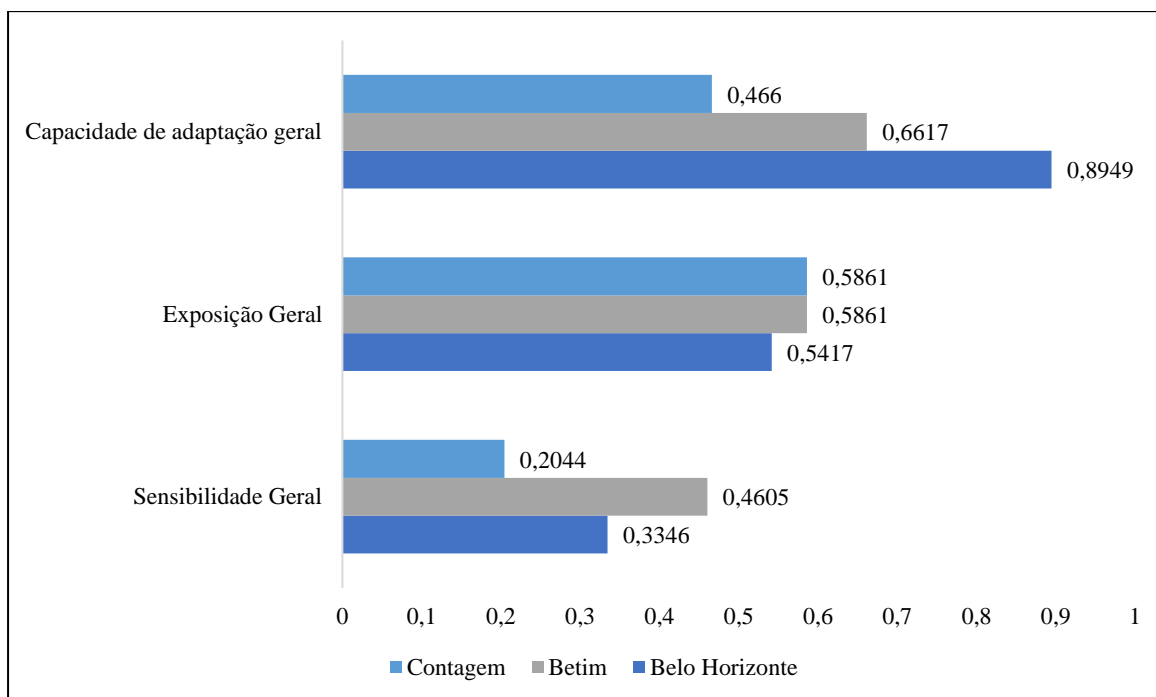
**Figura 5.4** – Mapa de vulnerabilidades às mudanças climáticas, segundo o IMVC, para os municípios do estudo de caso



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quando considerado o contexto da RMBH, o índice de vulnerabilidade dos municípios deste estudo de caso encontra-se no segundo quartil da amostra de dados, o que indica que eles não estão entre os municípios mais vulneráveis da região. Entre eles os municípios de Betim e Contagem apresentam vulnerabilidade moderada, cujos índices são iguais a 0,375 e 0,236, respectivamente, e Belo Horizonte apresenta vulnerabilidade relativamente baixa (0,186), sendo o penúltimo colocado entre os municípios da RMBH. O grau de vulnerabilidade de cada município foi deduzido a partir de indicadores que compõem três dimensões, cujos índices para os municípios deste estudo são apresentados na Figura 5.5.

**Figura 5.5** – Visão gráfica dos indicadores que compõem o IMVC



Fonte: Elaborada pela autora com base em FEAM (2014) (2021).

A sensibilidade foi estabelecida com base em atributos socioeconômicos e ambientais que, na ausência de adaptação, tornam esse território vulnerável aos impactos adversos das mudanças climáticas (CAMPOS et al., 2018). Na análise dos fatores que conferem sensibilidade a esses municípios, a densidade populacional é um fator que contribuiu igualmente para os três. Entre esses municípios, Betim apresenta a maior sensibilidade geral, que se deve, principalmente, a fatores como o balanço hídrico (demanda *versus* disponibilidade), percentual de cobertura vegetal (área remanescente pela área municipal) e indicador percentual de cobertura de saneamento. Enquanto a sensibilidade de Belo Horizonte diz respeito à razão de dependência (seguridade social e saúde) e ao percentual de cobertura vegetal, Contagem apresenta sensibilidade apenas em relação ao último.

Quanto à exposição geral, os valores dos índices desses municípios são próximos entre si. Dois índices que contribuíram para os resultados observados são: o índice de extremo climático Rx5Day, o qual refere-se a máxima de precipitação acumulada média anual em 5 dias consecutivos, e ao índice de extremo climático CDD, que se refere ao número de dias consecutivos sem chuva média anual. Para esses índices foram observados 180 mm de

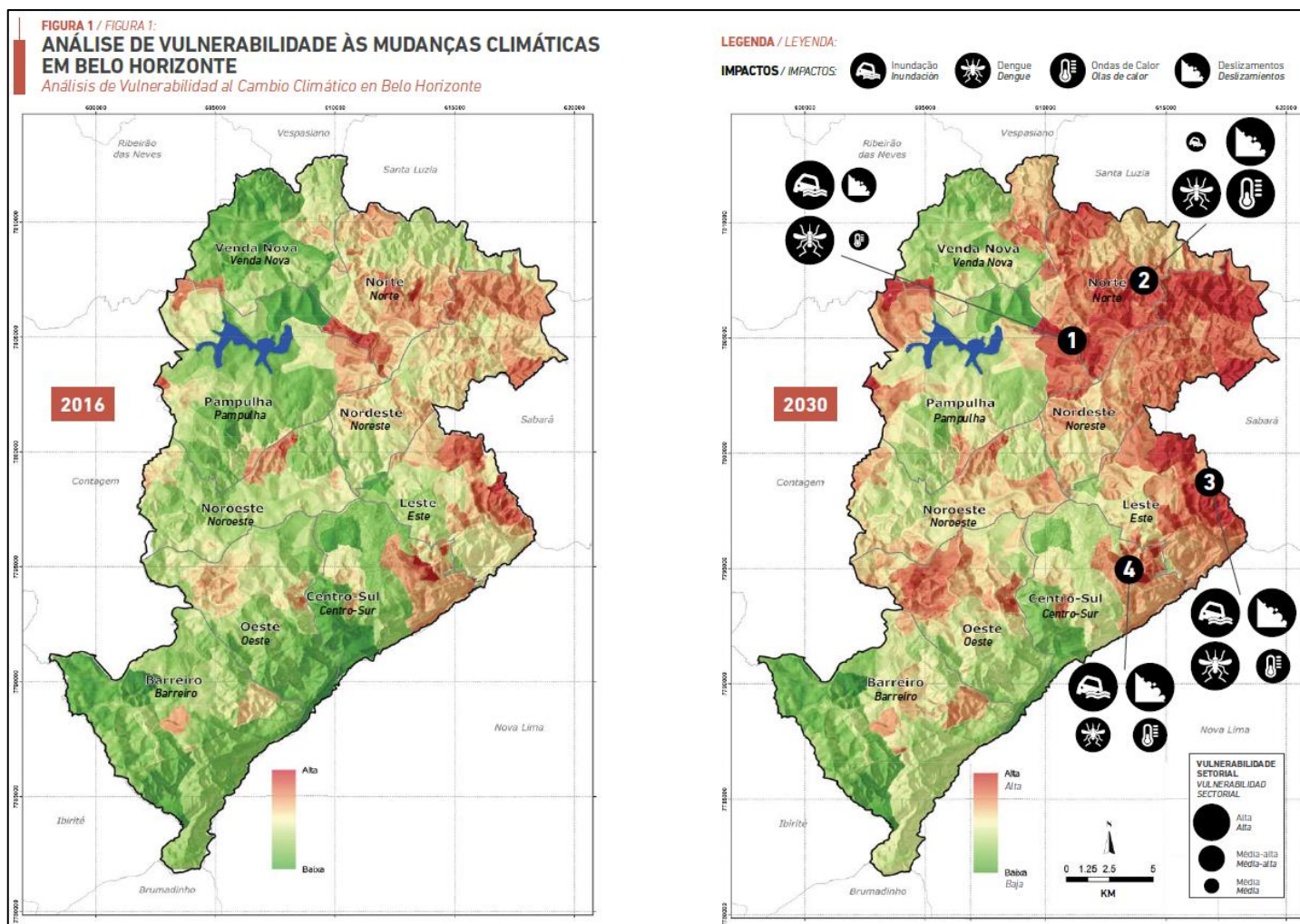
pluviosidade para o primeiro e 77 dias sem chuva para o segundo, isso para as três cidades. Para Betim e Contagem, o índice de exposição geral ainda é influenciado pelos fatores de número de declarações de estado de alerta, emergência e/ou calamidade pública homologadas pelo Estado entre 2012 e 2016 e pelo índice de impactos socioeconômicos em desastres naturais. Foi registrada apenas uma declaração para cada um desses municípios e o índice de impactos foi igual a 0,133.

Os indicadores que compõem a capacidade de adaptação desses municípios buscam sugerir se a estrutura institucional, social e organizacional municipal é capaz de se adaptar a um impacto devido às mudanças climáticas representando fatores que facilitam a antecipação dos impactos e o ajuste às novas condições ambientais (CAMPOS et al., p. 40). De maneira geral, esses municípios apresentam alta capacidade de adaptação, cujo destaque dessa dimensão deve-se ao índice de institucionalização de gestão de desastres, o que implica em um grau de preparo desses municípios para atuar na prevenção e resposta a desastres. Entre outros indicadores que compõe o índice de adaptação têm-se o gasto *per capita* com o meio ambiente e saneamento: no ano de 2013, enquanto Belo Horizonte gastava cerca de R\$ 5,7 com investimentos dessa natureza por habitante, Contagem dedicava R\$ 2,3/habitante e Betim apenas R\$ 0,9/habitante.

O IMVC, apesar de contribuir para uma avaliação quantificada e comparável, não deve ser o único parâmetro para tomada de decisões no âmbito das mudanças climáticas nas cidades. Nesse sentido é recomendada a elaboração de estudos locais mais detalhados a exemplo da análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas do município de Belo Horizonte (Figura 5.6) e da análise de risco climático do município de Betim (Figura 5.7) (PBH, 2016; WAYCARBON, 2020a).

As ameaças climáticas contempladas em ambos os estudos foram deslizamento, inundação, dengue e ondas de calor, as quais foram espacializadas para serem identificadas por meio de mapas de risco composto para as cidades, a fim de identificar bairros e regionais onde a questão climática pode vir a ser proeminente. Para Belo Horizonte foram realizadas projeções para 2016 e 2030 (Figura 5.6).

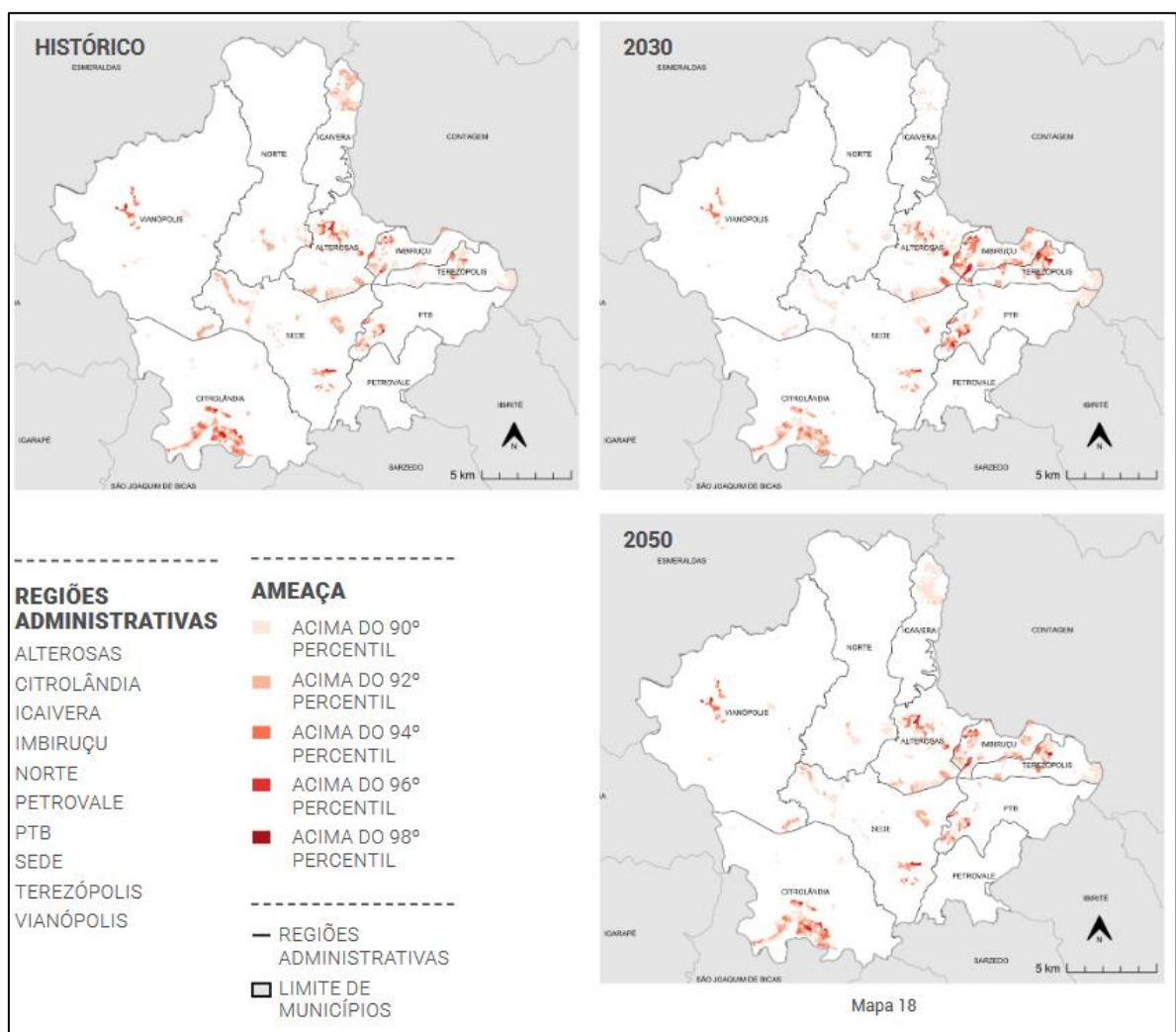
Figura 5.6 – Análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas em Belo Horizonte para os anos de 2016 e 2030



Fonte: PBH (2016).

É possível observar a existência de *hotspots*<sup>4</sup> de vulnerabilidade em regiões de alta sensibilidade social, onde destacam-se os bairros, a norte, São Bernardo/São Tomáz e Heliópolis/Mirante, e a leste, Granja de Freitas e Nossa Senhora da Conceição (PBH, 2016). Já para Betim foi realizada uma análise histórica e projeções para os anos de 2030 e 2050 (Figura 5.7).

**Figura 5.7 – Índice de risco climático para Betim**



Fonte: WayCarbon (2020a).

<sup>4</sup> Os *hotspots* são considerados áreas prioritárias, cujos atributos são analisados com maior detalhamento (PBH, 2016).

As regionais mais afetadas pela projeção para 2030 e 2050 são Teresópolis, Imbiruçu, Alterosas e Citrolândia. Além dessas regionais convergirem para intensificação dos extremos climáticos, elas ainda apresentam maior vulnerabilidade socioeconômica (WAYCARBON, 2020a).

### 5.3 Análise dos instrumentos de planejamento e mitigação

#### 5.3.1 Análise das questões do Bloco 1 – Exclusivo aos planos diretores de Belo Horizonte, Betim e Contagem

As cidades de Belo Horizonte, Betim e Contagem, conforme previsto nos termos do artigo 41 do Estatuto da Cidade, elaboram, obrigatoriamente, os seus PD's por terem mais de 20 mil habitantes e por integrarem uma região metropolitana. Os PD's dessas cidades encontram-se dentro do período de validade de dez anos e, durante os seus processos de revisão, foram realizadas audiências públicas de modo a garantir a participação popular.

A partir da análise desses Planos, segundo as questões do Bloco 1 da Figura 4.1 chegou-se nos resultados que se encontram apresentados na Figura 5.8. De maneira geral, os PD's de Belo Horizonte e Betim apresentam total aderência às questões observadas e a redação do PD de Contagem contempla apenas três das seis questões.

**Figura 5.8** – Resultado da análise das questões do Bloco 1 – Exclusivo aos planos diretores de Belo Horizonte, Betim e Contagem

Código	Questão observada	Belo Horizonte	Betim	Contagem
P1	Faz menção, de forma direta, às mudanças (ou alterações) climáticas?	Sim	Sim	Não
P2	Faz menção ao desenvolvimento sustentável ou à garantia de meio ambiente preservado as futuras gerações?	Sim	Sim	Não
P3	Prevê diretrizes urbanas para a mitigação dos efeitos e causa das mudanças climáticas?	Sim	Sim	Não
P3a	Incentiva zonas de uso diversificado?	Sim	Sim	Sim
P3b	Incentiva ocupação dos vazios urbanos em detrimento da expansão do perímetro urbano (cidade compacta)?	Sim	Sim	Sim
P3c	Restringe a ocupação de áreas de risco?	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A respeito do esperado pelas questões P1, P2 e P3 observa-se que elas não são um conteúdo mínimo dos PD's, sendo um diferencial, de acordo com o previsto pelo Estatuto da Cidade. Sobre isso, verificou-se que o PD de Betim traz menções mais tímidas sobre o abordado



nessas questões quando comparado ao PD de Belo Horizonte, enquanto o PD de Contagem não traz menções e/ou diretrizes urbanas diretamente relacionadas as essas questões.

O PD de Belo Horizonte considera o “desenvolvimento sustentável” como um dos princípios gerais da política urbana do município e a redução das emissões de GEE e a constituição de medidas de sustentabilidade urbano-ambiental como dois dos objetivos gerais da política urbana, além de mencionar a existência de uma legislação específica sobre o tema em seu capítulo sobre meio ambiente (BELO HORIZONTE, 2019). Já o PD de Betim traz as respostas a essas questões como objetivos básicos de seu capítulo de diretrizes setoriais específicas de meio ambiente. Ademais, o Plano de Betim considera como primordial na análise de licenciamentos ambientais de empreendimentos o uso de combustíveis e componentes que reduzam a emissão de GEE's (BETIM, 2018).

Os municípios analisados responderam positivamente às questões sobre o uso e à ocupação do solo, à ocupação urbana e seus instrumentos. Nos três Planos observou-se uma preocupação quanto ao estímulo para criação de novas centralidades e a diversificação entre usos residenciais e não-residenciais, o que é muito positivo quando viabilizado por representar ganhos de eficiência na operação do sistema de transporte, o qual é responsável pela maior parcela das emissões de GEE nessas cidades (WRI BRASIL, 2018b). Segundo Barbi (2014), às diversas estratégias de planejamento do uso do solo, como o zoneamento urbano e o PD, buscam repensar a expansão urbana, a redução da necessidade de deslocamentos e a redução do uso de energia na cidade e o aumento da eficiência energética das construções urbanas.

Nos respectivos zoneamentos ainda são apresentadas áreas de uso restrito, contudo a ocupação é permitida adequando-as segundo parâmetros urbanísticos específicos (BETIM, 2018; CONTAGEM, 2018; BELO HORIZONTE, 2019). Essa posição apresentada nos Planos Diretores é contrária ao previsto na Lei Federal nº 12.608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Essa Lei exige que os planos diretores de municípios incluídos no cadastro nacional de cidades com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos realizem mapeamentos de risco, ações de intervenção preventiva e realocação

de população de áreas de risco de desastre e prevenção e mitigação de impactos de desastres (BRASIL, 2012).

Para Espíndola e Ribeiro (2020), é esperado que o PD incorpore estratégias que visem a adaptação urbana e a redução de vulnerabilidades existentes e futuras da população e do território aos possíveis impactos da mudança do clima. Posto isso, considerando que as causas e os efeitos da mudança climática sobre as cidades já são conhecidos, esses municípios já poderiam estar incorporando o tema de maneira mais profunda e ambiciosa em seus PD's.

### 5.3.2 *Análise das questões do Bloco 2 - Leis urbanísticas municipais, inclusive planos diretores, de Belo Horizonte, Betim e Contagem*

Conforme mencionado anteriormente, os PD's são acompanhados por planos setoriais e por outras legislações urbanísticas municipais que garantem o pleno planejamento. Nesse sentido buscou-se avaliar, a partir das questões do bloco 2, a existência de leis complementares favoráveis ao enfrentamento das causas e efeitos das alterações climáticas. Novamente verificou-se o não atendimento do município de Contagem a algumas questões (Figura 5.9).

**Figura 5.9** – Resultado da análise das questões do Bloco 2 – Leis urbanísticas municipais, inclusive planos diretores, de Belo Horizonte, Betim e Contagem

Código	Questão observada	Belo Horizonte	Betim	Contagem
P4	Prevê incentivos para o reuso de água?	S1, S2, S4	S2, S4	S4
P5	Prevê incentivos para a eficiência energética?	S1, S2, S4	S1, S2, S4	S1
P6	Prevê incentivos para mitigação de ilhas de calor (e.g. telhado verde)?	S1, S4	S1, S2	Não
P7	Prevê taxa de permeabilidade do solo ou área vegetada no lote?	S1, S3, S4	S1, S2, S3	S2, S3
P8	Prevê incentivos ou o plano de arborização urbana?	S1, S4	S1, S4	S1
P9	Prevê o reuso de resíduos da construção civil?	S4	S4	Não

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O município de Contagem, considerando as questões observadas neste bloco, apresenta pouca redundância entre o seu PD e legislações complementares. O município tem uma legislação específica sobre reuso e prevenção ao desperdício de água, contudo ela se restringe a incluir medidas que visem a evitar o desperdício e possibilitem o reuso da água como condicionantes ambientais de empresas de lavagem e limpeza de veículos (CONTAGEM, 2015). O PD do município ainda é genérico ao abordar questões de eficiência energética e

prevê a elaboração de um plano de arborização urbana, o qual, atualmente, está em fase de consulta pública (SILVA, 2021). Quanto à permeabilidade do solo, observou-se definições sobre arborização em passeios e a Lei que versa sobre o uso do solo no município é clara quanto a manutenção de maciços arbóreos existentes, no lugar de substituí-los por pisos permeáveis ou caixas de captação (CONTAGEM, 2020).

O município de Betim incentiva a sua população quanto questões de reuso de água e eficiência energética por meio do “IPTU Ecológico”. Os contribuintes receberão o benefício tributário se instalarem sistemas de aquecimento solar de água e de energia elétrica solar fotovoltaica em suas residências, conforme previsto no instrumento (BETIM, 2017). O código de obras e edificações do município também traz importantes contribuições ao esperado pelas questões P4, P5, P6 e P7 em seu capítulo sobre normas para edificações. Sobre os parâmetros relativos ao solo, observou-se uma flexibilidade quanto ao observado para Contagem: mesmo trazendo definições sobre área permeável mínima, ainda é possível substituí-la, em até 50%, por pisos permeáveis. Há menção no PD sobre arborização urbana e o Plano Municipal de Arborização foi aprovado no final de 2020. Quanto ao esperado pela questão P9, não foi identificada menção direta ao reuso de resíduos da construção civil na Política de Saneamento de Betim, entretanto no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é mencionado que esses resíduos devem ser encaminhados para uma usina de reciclagem, localizada no antigo Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos do bairro Citrolândia, onde os materiais resultantes poderão ser utilizados na fabricação de blocos, bloquetes, meio fios, entre outros (PMGIRS-BETIM, 2015, p. 94).

Semelhante ao proposto por Betim, o município de Belo Horizonte aprovou em 2021 a criação do Programa de Certificação de Crédito Verde (PCCV) por meio da Lei nº 11.284/2021. Os imóveis participantes que adotarem alternativas de sustentabilidade nas dimensões água, energia, enfrentamento às mudanças climáticas, mobilidade, permeabilidade ou resíduos receberão selos que darão direito ao Certificado de Crédito Verde da Dívida Ativa – CCV (BELO HORIZONTE, 2021). O disposto no código de obras de Belo Horizonte é muito similar a redação do mesmo dispositivo de Betim, reforçando a adoção de medidas que economizem água e energia. Quanto a taxa de permeabilidade vegetada mínima, ela se encontra definida nos anexos do PD de Belo Horizonte e no decreto que os regulamenta. Também há margem para flexibilização dessas taxas conforme indicado no

anexo XII do PD. O município dispõe de um plano diretor e de um manual de arborização e é um princípio do PD do município a ampliação da arborização em logradouros públicos e a qualificação de áreas vazias como áreas verdes. Quanto a última questão, Belo Horizonte dispõe de uma legislação específica sobre as providências necessárias para com resíduos de construção civil, na qual é incentivado o uso de agregado reciclado pelo poder público municipal, contudo o PMGIRS do município aponta que a regulamentação dessa Lei ainda é um desafio (BELO HORIZONTE, 2012; PMGIRS-BH, 2017, p. 235).

Sobre a análise das questões do Bloco 2, observou-se que tanto Belo Horizonte quanto Betim têm seus respectivos PD's amparados e complementados por legislações específicas, reforçando a execução dessas medidas. Essa complementação não foi observada para o município de Contagem, onde as medidas, quando existem, encontram-se dispostas em diferentes instrumentos. Ainda para Belo Horizonte e Betim, também deve ser ressaltada a existência de incentivos legais relevantes para ação climática promovidos por meio de descontos, selos e/ou certificações que garantam benefícios como contrapartida de adoção de medidas que se relacionam ao esperado por algumas questões deste Bloco.

### 5.3.3 *Análise das questões do Bloco 3 – Exclusivo às leis urbanísticas municipais de Belo Horizonte, Betim e Contagem*

As questões do Bloco 3 objetivam identificar se os municípios instituíram Política Municipal de Mudança Climática ou se há alguma outra legislação que menciona “alterações/mudanças climáticas”. Verificou-se que apenas Belo Horizonte, até o momento, instituiu a sua política municipal sobre o tema, a qual será analisada no Capítulo 5.3.4. Também não foram identificadas outras legislações, além do Plano Diretor, com menções diretas às mudanças climáticas, conforme apresentado na Figura 5.10.

**Figura 5.10** – Resultado da análise do Bloco 3 – Exclusivo às leis urbanísticas municipais de Belo Horizonte, Betim e Contagem

Código	Questão observada	Belo Horizonte	Betim	Contagem
P10	Instituiu a Política Municipal de Mudanças Climáticas?	Sim	Não	Não
P11	Faz menção, de forma direta, às mudanças (ou alterações) climáticas?	Sim	Não	Não
P12	Se P11 resultar em SIM, citar o instrumento	Lei nº 10.175/2011	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

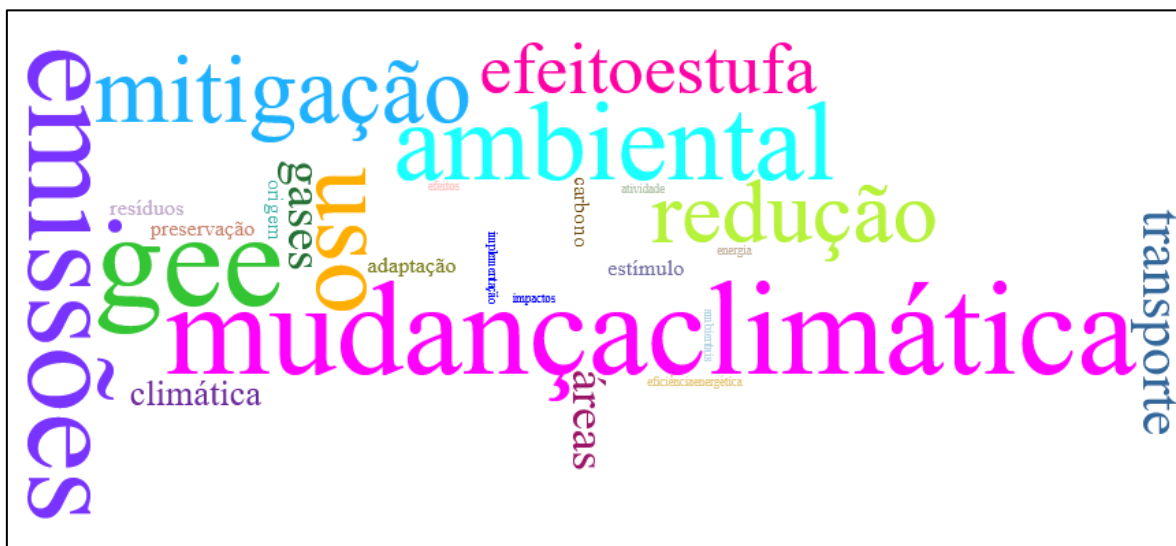
A não elaboração de uma política nesse sentido nos municípios de Betim e Contagem demonstra uma falha em relação ao esperado pela PNMC. O inciso V do artigo 5º da Política é responsável por estimular o “apoio à participação dos governos estadual, distrital e municipal assim como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança do clima” (BRASIL, 2009).

Essa baixa aderência quanto ao disposto na PNMC também foi verificada por outros autores em seus estudos que relacionavam políticas públicas e mudanças climáticas. Espíndola e Ribeiro (2020), em uma escala nacional, verificaram que 19 das 27 capitais brasileiras não possuíam lei municipal de mudanças climáticas. Carvalho et al. (2020), trabalhando, por sua vez, em uma escala regional verificaram que 27 dos 39 municípios que integram a Região Metropolitana de São Paulo não haviam instituído suas respectivas políticas municipais sobre mudanças climáticas.

#### *5.3.4 Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática de Belo Horizonte*

A Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática de Belo Horizonte foi institucionalizada por meio da Lei nº 10.175/2011 e tem por objetivo “assegurar a contribuição do Município no cumprimento dos propósitos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera (...)” (BELO HORIZONTE, 2011, art. 4º). Na Figura 5.11 é possível observar quais são as palavras e termos mais frequentes no texto dessa política representadas por meio de uma nuvem de palavras.

**Figura 5.11** – Nuvem com os 25 termos e palavras mais frequentes na Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática de Belo Horizonte



Fonte: VoyantTools a partir do *corpus* tratado pela autora (2021).

Observa-se que o termo “mudança climática” é o mais frequente, o que se justifica por ser o assunto principal da Política. As palavras “mitigação”, “emissões” e “GEE” também são corriqueiras ao longo do texto analisado devido à aspectos relevantes expressos na Política, tal qual a proposição de redução de 30% das emissões antrópicas do Município (BELO HORIZONTE, 2011, art. 5º).

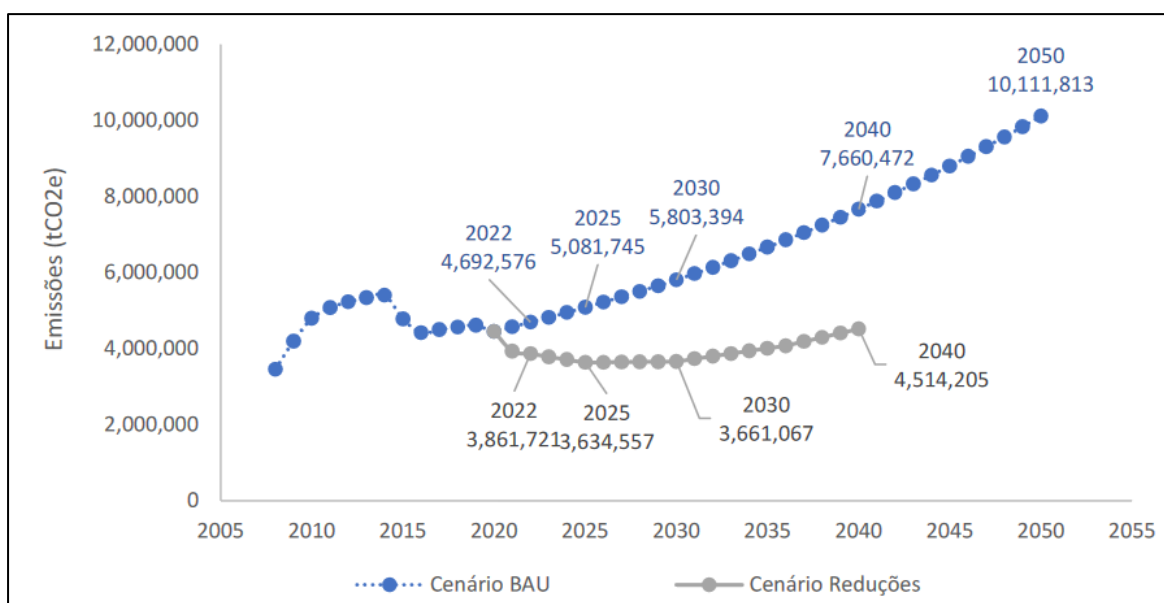
Segundo Barbi (2014), as políticas climáticas devem conjugar ações de mitigação e adaptação. Essa característica não é observada na Política da capital mineira, cujo foco em ações mitigatórias demonstra uma menor robustez dessa política quando comparada àquelas publicadas pelas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo (BARBI, 2014). Um ponto relevante da Política de Belo Horizonte é a descentralização da questão climática, traduzida por meio de sua implementação de forma multissetorial, envolvendo os setores de transportes, energia, resíduos, saúde, construção e uso do solo.

O Decreto nº 14.794/2012 regulamenta a Lei que institui a Política supracitada por meio do Plano Municipal de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa – PREGEE. A primeira versão deste Plano foi publicada em 2013 e contemplava, além da atualização do inventário municipal de GEE, medidas para mitigação das emissões e para adaptação do município ao

cenário de mudança do clima. O PREGEE foi revisado no final do ano de 2020 e conta com políticas, programas, projetos e ações para os eixos de mobilidade, energia e saneamento que visam ao atendimento da meta de redução das emissões de GEE em Belo Horizonte.

Com a finalidade de comparação, além dos cálculos de projeção de redução de emissões, foram realizados cálculos para o cenário *business-as-usual* (BAU) (Figura 5.12). O cenário BAU refere-se à estimativa de emissões para o cenário onde nenhuma ação é executada, baseando-se na relação existente entre as emissões e o crescimento econômico (WAYCARBON, 2020b).

**Figura 5.12** - Estimativa de redução das emissões das ações propostas em relação às emissões totais do município de Belo Horizonte



Fonte: WayCarbon (2020b).

Com a adoção de parte das ações previstas na revisão do PREGEE será possível reduzir as emissões do município em aproximadamente 41% até o ano de 2040, quando comparado ao cenário BAU projetado para o mesmo ano, conforme indicado no documento (WAYCARBON, 2020b). A tendência de aumento das emissões observada para além de 2030 devem-se ao fim do prazo do Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte (PlanMob-BH), no qual é previsto a redução de 20% da tendência de crescimento das emissões até 2030, em relação ao ano base 2007.

Observa-se que, apesar das incertezas inerentes ao processo de modelagem, com a execução das ações do PREGEE, a cidade de Belo Horizonte será capaz de cumprir a meta estabelecida em sua lei climática. Todavia, com a recente adesão do município à campanha *Race to Zero* é esperado que Belo Horizonte adeque a sua Lei e estabeleça medidas de modo a zerar suas emissões líquidas de GEE até o ano de 2050 (ICLEI, 2021). A neutralidade de emissões é uma meta ambiciosa e já é um compromisso público de outras cidades brasileiras, como Salvador, Curitiba, Rio de Janeiro e São Paulo.

#### **5.4 Recomendações para mitigação e adaptação às mudanças climáticas**

A partir das análises orientadas pelas questões propostas por Carvalho et al. (2020) observa-se que os municípios deste estudo de caso encontram-se em diferentes níveis de maturidade quanto às ações para o enfrentamento às mudanças do clima. O destaque de Belo Horizonte em relação a agenda climática coincide com o observado por Satlher, Paiva e Batista (2019): as sedes metropolitanas detêm maior capacidade de mobilização de recursos financeiros e humanos em relação aos seus vizinhos e municípios de menor porte econômico e populacional.

A capital mineira, Belo Horizonte, demonstra essa maturidade na temática por meio de seu arcabouço legal, estrutura política e qualidade dos estudos realizados. A cidade instituiu o seu Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência – CMMCE, através do Decreto Municipal nº 12.362/2006, o qual tem articulado a participação de Belo Horizonte em importantes redes colaborativas nacionais e internacionais, especialmente aquelas voltadas para a atuação de cidades ou governos locais no enfrentamento das mudanças climáticas, sendo uma importante referência para os municípios ao seu redor (PBH, 2020).

Os municípios de Betim e Contagem, segundo o Guia de Ação Local pelo Clima do ICLEI, enquadram-se atualmente no terceiro estágio da primeira de três fases para ação climática (ICLEI, 2016). Nesse estágio as cidades elaboram seus inventários de GEE e realizam análise de vulnerabilidade: enquanto Betim já realizou ambos, Contagem só elaborou o seu inventário de emissões. Para melhorar a qualidade de vida da população é necessário que agora esses municípios avancem na metodologia proposta pelo ICLEI, por meio de uma abordagem estratégica e integrada, principalmente, por meio da promulgação de suas



respectivas políticas climáticas para que o desafio não seja perdido de vista ao longo dos anos e devido a trocas de governos.

Entre os diferentes instrumentos urbanísticos, os municípios podem usufruir das ramificações da Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC) para incentivar a adoção de medidas de mitigação. Em Betim, por exemplo, não havendo aumento no coeficiente de aproveitamento é possível adquirir um maior potencial construtivo, acrescendo a área permeável do terreno em 2% por pavimento adicional (BETIM, 2019). A implantação de jardins de chuva, telhados verdes e jardins verticais são outros exemplos de medidas que aumentam a permeabilidade e contribuem para a mitigação de ilhas de calor nas cidades. A descentralização da distribuição de energia, por meio da utilização de sistemas de aproveitamento de energia solar, já previstos em alguns instrumentos de incentivo dessas cidades, também seria uma alternativa interessante a ser vinculada na OODC.

A nível regional, considera-se como um fato relevante a existência de políticas a nível metropolitano sobre mudanças climáticas, contudo, conforme mencionado anteriormente, as políticas não possuem aplicabilidade legal, devido ao PDDI ainda não ter sido aprovado pela Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Tendo em vista que o PDDI deverá ser revisado no ano de 2023, seria fundamental que estudos sejam realizados e as políticas de adaptação e mitigação que lidem adequadamente com as vulnerabilidades no âmbito do planejamento regional fossem revisadas, para que, na ocasião de aprovação do PDDI, essa questão ganhe escala em toda RMBH.

Ainda no contexto regional, algumas cidades brasileiras desenvolveram iniciativas interessantes que podem ser adaptadas para a RMBH. O município de Campinas, em parceria com o ICLEI e com a colaboração dos demais municípios da região metropolitana, elaboraram o inventário de GEE dos 20 municípios da região e desenvolveram um Plano de Ação para Implementação da Área de Conectividade da Região Metropolitana de Campinas – Reconecta RMC. O Plano, aproxima-se da proposta da Trama Verde e Azul para a RMBH, mas é orientado por princípios como a implementação de Soluções Baseadas na Natureza, promoção de serviços ecossistêmicos, desenvolvimento equitativo e centrado nas pessoas e governança integrada. Já no Grande ABC paulista foi desenvolvido, também em parceria com o ICLEI, o “Plano de Ação de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Grande ABC”,

no qual foram analisados o perfil das emissões, elaborados cenários até 2030, desenvolvido um plano e cenários de redução de emissões de GEE por setor econômico.

Por fim, é pertinente recordar da existência do PEMC, cuja aplicabilidade é estadual, o qual deverá ter suas metas revistas de modo a integrar o compromisso previsto durante a adesão à campanha que busca atingir a neutralidade de emissões até 2050. O Estado do Pernambuco, que também aderiu ao *Race to zero*, já está viabilizando a sua estratégia para o desenvolvimento de baixo carbono: com apoio do Fórum Pernambucano de Mudança do Clima, elaborará até 2022 um Plano de Descarbonização para a economia do Estado a partir do qual será estruturada a trajetória para neutralidade de carbono, com medidas eficazes para mitigação ou compensação daquilo que não for possível deixar de emitir (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2021).

## 6 CONCLUSÃO

A realização do presente trabalho teve como objetivo principal verificar como Belo Horizonte, Betim e Contagem – as três maiores cidades da RMBH em termos populacionais – têm endereçado o problema das mudanças climáticas por meio de seus instrumentos de planejamento ambiental e urbano. Também buscou-se analisar dados disponíveis e propor recomendações para esses municípios.

A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que essas cidades têm abordado essa temática, mas com diferentes níveis de maturidade. Verificou-se que Belo Horizonte dispõe de um arcabouço institucional e legal satisfatório, mesmo não sendo o município mais vulnerável aos impactos das mudanças climáticas. O município de Betim destaca-se por suas significativas emissões *per capita*, o que reforça a necessidade de se empregar esforços em mitigação. Esse município encontra-se avançando na agenda climática proposta pelo ICLEI e, assim como a capital, tem integrado a temática climática em seus instrumentos. Por fim, a partir das análises realizadas para Contagem, verificou-se que a questão climática no município ainda é muito incipiente e ela não é contemplada nas legislações analisadas de maneira satisfatória, sendo necessário que o município passe a agir de maneira mais ativa nessa agenda.

Além disso, verificou-se a necessidade de se realizar uma análise conjunta desses impactos nos municípios da RMBH, a fim de se implementar soluções integradas e de atualizar as políticas já desenvolvidas para o âmbito metropolitano. Ressalta-se também a necessidade desses e dos demais municípios da região se apoiarem e superarem o atraso em relação a adoção de uma agenda conjunta para o enfrentamento das questões climáticas globais. De maneira geral, avalia-se que essas cidades devem integrar a questão climática na agenda urbana de maneira emergencial e ambiciosa, pois, conforme apresentado no Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (AR6), a menos que haja reduções imediatas e em grande escala nas emissões de GEE, limitar o aquecimento global a 1,5 °C pode se tornar impossível.

## **7 RECOMENDAÇÕES**

Para trabalhos futuros recomenda-se que sejam explorados aqueles municípios cujo IMVC é classificado como vulnerabilidade alta, muito alta e extrema, podendo também realizar análises maior nível de granularidade empregando-se ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica. Também se sugere a análise do desacoplamento entre as emissões desses municípios e o PIB, que é um importante indicador pelo qual pode se observar as possíveis interações entre eles. Por fim, recomenda-se que as políticas que se relacionam com as mudanças climáticas presentes no PDDI sejam analisadas e comparadas com as políticas de outras regiões metropolitanas, de modo a verificar sua completude, e que proposições sejam feitas para o preenchimento de suas lacunas.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA MINAS. **Minas Gerais formaliza adesão à campanha mundial *Race to Zero* para zerar emissões de carbono.** 2021. Disponível em:

<http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/minas-gerais-formaliza-adesao-a-campanha-mundial-race-to-zero-para-zerar-emissoes-de-carbono>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ALVES, M. A. S. Mapeamento da vulnerabilidade à mudança do clima em Uberlândia – Minas Gerais: orientações para a adaptação. 2016. 168 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

ARAGÃO, T. A. Pioneirismo na Gestão Compartilhada: considerações sobre a experiência da região metropolitana de Belo Horizonte. In: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Brasil metropolitano em foco: **desafios à implementação do Estatuto da MetrÓpole**. Brasília: Ipea, 2018. p. 197-215.

BACK, A. G. **Urbanização, planejamento e mudanças climáticas:** desafios da capital paulista e da Região Metropolitana de São Paulo. 2016. 236 p. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Política – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

BARBI, F. **Governando as Mudanças Climáticas no Nível Local:** Riscos e Respostas Políticas. 2014. 282 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Doutorado em Ambiente e Sociedade, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

BARBI, F.; FERREIRA, L. C. Climate Change in Brazilian Cities: policy strategies and responses to global warming. **International Journal of Environmental Science and Development**, [S.L.], p. 49-51, 2013. EJournal Publishing.  
<http://dx.doi.org/10.7763/ijesd.2013.v4.301>.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade:** uma análise comparativa. 2 ed. Reimp. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

BELO HORIZONTE (Município). Decreto nº 14.794, de 9 de janeiro de 2012. Promove a Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática por meio do Plano Municipal de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa. Belo Horizonte, MG, 2012.

SILVA, M. Prefeitura lança questionário que vai auxiliar construção participativa do Plano Municipal de Arborização Urbana. **Prefeitura de Contagem**, Contagem, 2 de jun. de 2021. Disponível em <<http://www.contagem.mg.gov.br/novoportal/prefeitura-lanca-questionario-que-vai-auxiliar-a-construcao-participativa-do-plano-municipal-de-arborizacao-urbana/>>. Acesso em 30 de jun. de 2021.

BELO HORIZONTE (Município). Lei nº 10.175, de 6 de maio de 2011. Institui a Política Municipal de Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas. Belo Horizonte, MG, 2011.

BELO HORIZONTE (Município). Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019. Aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 2019.

BELO HORIZONTE (Município). Lei nº 11.284, de 22 de janeiro de 2021. Institui o Programa de Certificação de Crédito Verde. Belo Horizonte, MG, 2021.

BELO HORIZONTE (Município). Lei Ordinária nº 10.522, de 24 de agosto de 2012. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - SGRCC - e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - PMRCC, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 2012.

BELO HORIZONTE. 5º Inventário Municipal de Emissões de GEE. Disponível em <<https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/inventario-de-emissao-de-gases-de-efeito-estufa>>. Belo Horizonte, MG, 2021. Acesso em 7 jul. 2021.

BETIM (Município). Lei Complementar nº 7, de 28 de dezembro de 2018. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do Município de Betim. Betim, MG, 2018.

BETIM (Município). Lei nº 6.223, de 23 de agosto de 2017. Dispõe sobre o Programa de Incentivo à Implantação de Medidas de Sustentabilidade Ambiental, Denominado “IPTU Ecológico”, no Município de Betim. Betim, MG, 2017.

BETIM (Município). Lei nº 6.549, de 9 de setembro de 2019. Dispõe sobre a Outorga Onerosa do Direito de Construir, nos Termos dos Artigos 82 e 83 da Lei Complementar nº 07, de 28 de dezembro de 2018. Betim, MG, 2018.

BETIM. 2º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Betim. Disponível em <[http://www.betim.mg.gov.br/ARQUIVOS\\_ANEXO/Invent%C3%A1rio%20GGE%20Betim;20210316.pdf](http://www.betim.mg.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Invent%C3%A1rio%20GGE%20Betim;20210316.pdf)>. Betim, MG, 2021. Acesso em 7 jul. 2021.

BRASIL, C. I. M. C. Plano Nacional sobre Mudança do Clima Brasil. **Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil**, v. 129, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília,

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília.

BRASIL. Lei nº 9.578, de 22 de novembro de 2009. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e dá Outras Providências. Portaria nº 150. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 maio 2016.

BRASIL. Estatuto da Cidade: Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. 3. ed. Brasília, DF, 2001.

CABRAL, L. N.; CANDIDO, G. A. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **Rev. Bras. Gest. Urbana**, Curitiba, v. 11, e20180063, 2019. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-33692019000100225&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692019000100225&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 23 mar. 2021. Epub Feb 21, 2019. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.002.ao08>.

CAMPOS, A. R.; SANTOS, L. A. O.; ANJOS, M. M.; GUSMÃO, S. E. T. BACIAS HIDROGRÁFICAS RESILIENTES: definição de áreas prioritárias para revitalização baseada na vulnerabilidade às mudanças climáticas. In: SANTOS, N. A. P.; GUIMARÃES, A. F. T.; MELO, M. C. (org.). **Gestão de bacias hidrográficas: critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2018. p. 35-46.

CARVALHO, W. K. M.; SILVA, A. O.; BON, F. P.; FERNANDES, R. A. S. Mudanças climáticas na metrópole paulista: uma análise de planos diretores e leis urbanísticas. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 143-156, dez. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000400464>.

CBD – Convention on Biological Diversity. **Climate Change and Biodiversity an Introduction**. Disponível em: <<https://www.cbd.int/climate/intro.shtml>>. Acesso em 17 mar. 2021.

**CIDADES**. Roteiro: Felipe Figueiredo, 2016. 1 vídeo (9 min). Publicado pelo canal Nerdologia. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kridxxMKzhk>>. Acesso em: 6 mar. 2021.



CONCEIÇÃO, G. C. A. **INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NO BRASIL**: uma análise de sua prática, potencialidades e desafios. 2017. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

CONTAGEM (Município). Decreto nº 462, de 13 de fevereiro de 2015. Institui o Programa Municipal de Combate ao Desperdício da Água e dá outras providências. Contagem, MG, 2015.

CONTAGEM (Município). Lei Complementar nº 288, de 11 de janeiro de 2018. Institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências. Contagem, MG, 2018.

CONTAGEM (Município). Lei Complementar nº 295, de 30 de janeiro de 2020. Disciplina o parcelamento, a ocupação e o uso do solo no Município de Contagem, e dá outras providências. Contagem, MG, 2020.

D'AVIGNON, A., CARLONI, F.A., ROVERE, E. L., DUBEAUX, C.B.S. Emission Inventory: An Urban Public Policy Instrument and Benchmark. **Energy Policy**, n. 38, p. 4838-4847, nov. 2009.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. PE reafirma compromisso de neutralizar emissões de gases de efeito estufa. **Diário de Pernambuco**, Recife, 25 de junho de 2021. Disponível em <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2021/06/pe-reafirma-compromisso-de-neutralizar-emissoes-de-gases-de-efeito-est.html>>. Acesso em 16 de ago. 2021.

DRUMMOND, M. V. D.; SILVEIRA, L. R. G. A gestão do território na RMBH. In: COSTA, M. A.; MARGUTI, B. O. (org.). **Funções Públicas de Interesse Comum nas Metrôpoles Brasileiras**: Transportes, saneamento socioambiental e uso do solo. Brasília: Ipea, 2014. p. 85-110.

ESPÍNDOLA, I. B.; RIBEIRO, W. C. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. **Cad. Metrôp.**, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 365-396, maio 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4802>.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Vulnerabilidade às mudanças do clima.** Belo Horizonte, c2014-2015. Disponível em: <<http://clima-gerais.meioambiente.mg.gov.br/vulnerabilidade-territorial>>. Acesso em 24 fev. 2021

FEAM. Ferramentas da FEAM auxiliam municípios no enfrentamento às mudanças climáticas. **Portal Meio Ambiente MG**, Belo Horizonte, 16 de abril de 2021. Disponível em <<http://www.feam.br/banco-de-noticias/2109--ferramentas-da-feam-auxiliam-municipios-no-enfrentamento-as-mudancas-climaticas>>. Acesso em 25 jun. 2021.

### **GPC - Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission**

**Inventories.** World Resources Institute. 2014. Disponível em:

<[http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP\\_GPC.pdf](http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2021.

GVces. **Aplicação de Indicadores de Intensidade em Instrumentos Econômicos.** Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, p. 143. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Plataforma IBGE Cidades.**

Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 jun. 2021.

ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade. **Guia de Ação Local pelo Clima.** São Paulo: [S. I.], 2016.

ICLEI. **1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa.** Disponível em <<https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2020/12/22-contagem-inventariooogee-iclei.pdf>>. Acesso em 7 jul. 2021.

ICLEI. Belo Horizonte reforça seu compromisso com o desenvolvimento baixo em carbono. Disponível em < <https://americadosul.iclei.org/belo-horizonte-reforca-seu-compromisso-com-o-desenvolvimento-baixo-em-carbono/>>. Acesso em 4 ago. 2021.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Comitês Estaduais – MG.** Disponível em < <http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/>>. Acesso em 13 jul. 2021.

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Qual é o objetivo do Plano e da Política Nacional sobre Mudança do Clima criados no Brasil?** [S. L.], 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/entenda/qual-e-o-objetivo-do-plano-e-da-politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima-criados-no-brasil/> Acesso em 13 mar. 2021.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability.** Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

IPCC. Climate Change 2007: **The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **O que é o IPCC?** 2007. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2134:catid=28&Itemid=23](https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2134:catid=28&Itemid=23). Acesso em: 20 mar. 2021.

JORGENSON, A. K., CLARK, B. Assessing the temporal stability of the population/environment relationship in comparative perspective: A cross-national panel study of carbon dioxide emissions. **Popul. Environ.**, 32, pp. 27-41. 2010.

KLUG, L. B.; MARENGO, J. A.; LUEDEMANN, G. Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da Nova Agenda Urbana. In: COSTA, M. A. (org.). **O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a nova agenda urbana.** Brasília: Ipea, 2016. p. 303-322.

MACIEL, M., ACHCAR, N., MEDEIROS, M., SCHIAVO, P., LIMA, M. Espaços livres públicos no vetor oeste da mancha conurbada da Região Metropolitana de Belo Horizonte. **XI Colóquio Quapa Sel**, Salvador, ago. 2016.

MAPBIOMAS - Projeto MapBiomass – Coleção 5.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em < <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em 13 jul. 2021.

MARTINS, M. F.; CANDIDO, G. A. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA: os desafios do processo de mensuração e formas de análise. In: IX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 9., 2011, Brasília. **Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica**. Brasília: 2011.

MARTINS, R. D.; FERREIRA, L. C. Oportunidades e barreiras para políticas locais e subnacionais de enfrentamento das mudanças climáticas em áreas urbanas: evidências de diferentes contextos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. XIII, n. 2, p. 443-454, jul. 2010. Semestral.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. Os limites do crescimento, SP: Editora Perspectiva AS, 1972.

MINAS GERAIS (Estado). Decreto nº 45.229, de 3 de dezembro de 2009. Regulamenta medidas do Poder Público do Estado de Minas Gerais referentes ao combate às mudanças climáticas e gestão de emissões de gases de efeito estufa e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 2009.

NANGINI, C.; PEREGON, A.; CIAIS, P.; WEDDIGE, U.; VOGEL, F.; WANG, J.; BRÉON, F. M.; BACHRA, S.; WANG, Y.; GURNEY, K. A global dataset of CO<sub>2</sub> emissions and ancillary data related to emissions for 343 cities. **Scientific Data**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-29, 15 jan. 2019. Springer Science and Business Media LLC.  
<http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2018.280>.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **2020 tied for warmest year on record, NASA analysis shows**. [S. L.], 2021. Disponível em: <https://www.nasa.gov/press-release/2020-tied-for-warmest-year-on-record-nasa-analysis-shows>. Acesso em 13 fev. 2021.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **Graphic: The relentless rise of carbon dioxide**. [S. L.], 2021. Disponível em: [https://climate.nasa.gov/climate\\_resources/24/graphic-the-relentless-rise-of-carbon-dioxide/](https://climate.nasa.gov/climate_resources/24/graphic-the-relentless-rise-of-carbon-dioxide/). Acesso em 16 mar. 2021

NOBRE, C. A.; SALDIVA, P. H. N.; MARENGO, J.A.; YOUNG; A. F. Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. **Embaixada Reino Unido, Rede Clima e Programa FAPESP em Mudanças Climáticas**, 2011.

NUNES, J. H. **Metropolização**. [S. L.], 201-?. Disponível em: <https://www.labeurb.unicamp.br/endici/index.php?r=verbete%2Fview&id=243> Acesso em 16 mar. 2021

**O BRASIL E as mudanças climáticas**. Roteiro: Felipe Figueiredo, 2017. 1 vídeo (10 min). Publicado pelo canal Nerdologia. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=eurz\\_TPwxIw](https://www.youtube.com/watch?v=eurz_TPwxIw) Acesso em: 6 mar. 2021.

OBERHEITMANN, A. Long-Term Kaya-Identity Analysis and Prerequisites of a Sustainable and Green Economic Growth in a 2°C World. **ISPSW Strategy Series: Focus on Defense and International Security**, 236. 2013.

PAERJ – Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro. WEHN, O. M.; MARGULIS, S.; ROVERE, E. L. L. (coord.). **Relatório Final**. Rio de Janeiro: [S. I.], 2018. 128 p.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. **Análise da Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte**: Resumo para os tomadores de decisão. Belo Horizonte, MG: PBH, 2016.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. **Meio Ambiente – Comitê de Mudanças Climáticas**. Belo Horizonte, MG: PBH, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/comite-de-mudancas-climaticas>. Acesso em: 23 jan. 2021.

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. RIBEIRO, S. K.; SANTOS, A. S. (ed.). **Mudanças Climáticas e Cidades: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ, 2016. 116 p.

PDDI-RMBH - Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Estudos Setoriais – Volume 5 - Mudanças Climáticas: Impactos, Vulnerabilidades e Políticas de Controle de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na RMBH. **Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana**. Minas Gerais, Belo Horizonte, abril de 2010.

PEREIRA COSTA, S. A. A expansão das cidades brasileiras: um processo sem fim. **Paisagem e Ambiente**, [S.L.], n. 22, p. 257, 4 dez. 2006. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA).  
<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i22p257-266>.

#### **Plano de Ação de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Grande ABC.**

Disponível em

<<https://consorcioabc.sp.gov.br/imagens/noticia/Plano%20de%20Acao%20de%20Enfrentamento%20as%20Mudancas%20Climaticas%20do%20Grande%20ABC.pdf>>. Acesso em 26 jul. 2021.

#### **Plano de Ação para Implementação da Área de Conectividade da Região**

**Metropolitana de Campinas**. Disponível em <<https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2021/04/60-ly-plano-de-acao-campinas-digital-3.pdf>>. Acesso em 30 mai. 2021.

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Disponível em

<<http://teen.ibge.gov.br/sobre-o-brasil/populacao/populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em 13 set. 21

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estud. av.**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 271-283, Apr. 2017. Disponível em

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142017000100271&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100271&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 6

Mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>.

SANTOS, A. E. DO SURGIMENTO DA CIDADE AO PROCESSO DE CONURBAÇÃO: elementos teóricos para análise. **VII Congresso Brasileiro de Geógrafos**: Associação dos Geógrafos Brasileiros, Vitória, ago. 2014.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. 1 ed. Belo Horizonte: Oficina de Textos, 2004, v. 1.

SATHLER, D. Repercussões locais das mudanças climáticas globais: urbanização, governança e participação comunitária. **Caminhos de Geografia**, [S. L.], v. 15, n. 51, p. 1-19, set. 2014.

SATHLER, D.; PAIVA, J. C.; BAPTISTA, S. Cidades e Mudanças Climáticas: planejamento urbano e governança ambiental nas sedes das principais regiões metropolitanas e regiões integradas de desenvolvimento. **Cadernos de Geografia.**, [S.L.], v. 29, n. 56, p. 262-286, 20 fev. 2019. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2318-2962.2019v29n56p262>.

SILVA, R. C. N, MACÊDO, C. S. **A urbanização brasileira**. [S. L.]: UFPB, c2009. Disponível em: <[http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia%20-%20Reing/Geografia%20Urbana/Geo\\_Urb\\_A05\\_WEB\\_ZBM\\_SF\\_SI\\_SE\\_161209.pdf](http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia%20-%20Reing/Geografia%20Urbana/Geo_Urb_A05_WEB_ZBM_SF_SI_SE_161209.pdf)>. Acesso em: 4 mar. 2021

SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2019. Disponível em: [idesisema.meioambiente.mg.gov.br](http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br). Acesso em: 5 jul. 2021.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change 2004. **Application of methods and tools for assessing impacts and vulnerability and developing adaptation responses**. *Background paper to the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, 6-14*. Buenos Aires, December, FCCC/SBSTA/2004/INF.13

VIEIRA NETO, J. O fenômeno da urbanização e a violência nas cidades. **Espaço em Revista**, Goiás, v. 3, n. 2, p. 125-149, dez. 2011.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (org.) **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1999. p. 169–243.

VOYANT TOOLS. Versão 2.4. [S.L.]: Stéfán Sinclair & Geoffrey Rockwell, 2017. Disponível em: <https://voyant-tools.org/>.

WAYCARBON. **Análise de Risco Climático – Projeto Urban-Leds II – Betim 2020**. Belo Horizonte, 2020a.

WAYCARBON. **Plano Municipal de Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa – PREGEE**. Disponível em < [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/meio-ambiente/2021/sumario-executivo\\_pregee-29-dez-2020.-versao-final.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/meio-ambiente/2021/sumario-executivo_pregee-29-dez-2020.-versao-final.pdf)>. Acesso em 20 ago. 2021.

WEF - World Economic Forum. **Climate Adaptation: Seizing the Challenge**. Geneva: [S. I.], 2014.

WRI Brasil – World Resources Institute. **A engrenagem urbana brasileira**. [S. L.], 2018a. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/09/engrenagem-urbana-brasileira>. Acesso em 13 mar. 2021.

WRI Brasil – World Resources Institute. **Cidade compacta, cidade dispersa: entenda o que é a forma urbana**. [S. L.], 2018b. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/09/cidade-compacta-cidade-dispersa-entenda-o-que-e-forma-urbana>>. Acesso em 13 ago. 2021.

WRI Brasil – World Resources Institute. **História da urbanização brasileira**. [S. L.], 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/05/historia-da-urbanizacao-brasileira>. Acesso em 13 mar. 2021

WRI Brasil – World Resources Institute. **Políticas Públicas e Gestão de Emissões e Adaptação às Mudanças Climáticas**. [S. L.], c2021. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/pol%C3%ADticas-p%C3%ABlicas-e-gest%C3%A3o-de>



emissões-e-adaptação-às-mudanças-climáticas>. Acesso em 19 ago. 2021.

WWF – World Wildlife Fund. MARGULIS, S. **Guia de adaptação às mudanças do clima para entes federativos**. Brasília: [S. I.], 2017. 73 p.