

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

Isabela Ulhoa de Oliveira<sup>1</sup>

Daniel Brianezi<sup>2</sup>

Bruno Cordeiro Rocha Barroso<sup>3</sup>

Leonora Pio Fassy<sup>4</sup>

## **Mudanças Climáticas**

### *Resumo*

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios enfrentados atualmente, e a necessidade de estratégias de mitigação e adaptação é iminente, em especial para as cidades, que abrigam 70% da população mundial e possuem capacidade de responder às questões climáticas em nível local, ao oferecerem comunicação imediata e eficaz entre o público e os tomadores de decisão. Assim, é importante que governos locais se comprometam e adotem ações que colaborem para a resiliência urbana, frente às mudanças climáticas. Os inventários municipais de GEE são um exemplo disso, se caracterizando como instrumentos de gestão ambiental e norteador de políticas públicas. O presente estudo avaliou os inventários de GEE publicados e disponibilizados por capitais e regiões metropolitanas brasileiras no período de 2005 a 2022, com base em seis indicadores de qualidade (Transparência, Completude, Consistência, Comparabilidade, Precisão e Divulgação Pública). Foram realizadas buscas dos documentos em plataformas de reportes, sites das prefeituras e de organizações responsáveis pelo setor. Cada documento foi analisado individualmente e de forma comparativa, atribuindo pontuação de 1 a 3. Observou-se que os inventários analisados, de um modo geral, possuem pontos positivos e negativos para cada indicador, sendo as melhores notas obtidas para os parâmetros de transparência e divulgação pública. Entretanto, ao se considerar o conjunto das avaliações, se apresentaram em maioria, distintos entre si e mal estruturados, não retratando a realidade das emissões de cada local precisamente. São, portanto, necessários alguns progressos tanto em qualidade quanto em quantidade destes documentos.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Emissões de GEE; Município.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), [isabelaudeoliveira@hotmail.com](mailto:isabelaudeoliveira@hotmail.com)

<sup>2</sup> Prof. DSc. Do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) – Departamento de Ciências e Tecnologia Ambiental, [brianezi@cefetmg.br](mailto:brianezi@cefetmg.br)

<sup>3</sup> Aluno do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), [brunocrb2.0@gmail.com](mailto:brunocrb2.0@gmail.com).

<sup>4</sup> Aluna do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), [leonorafassy@gmail.com](mailto:leonorafassy@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios enfrentados atualmente. As emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera trazem diversos impactos negativos ao bem-estar social e ao meio ambiente, como a perda da biodiversidade, períodos intensos de seca e/ou calor extremo, insegurança alimentar, incêndios, aumento do nível do mar, inundações, declínio dos recifes de corais e perdas de vida (BOEHM; CARTER; LEVIN, 2022).

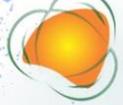
De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (AR6), se o aquecimento terrestre, entre os anos de 2030 e 2052, ultrapassar o valor estimado de 1,5°C, serão observados efeitos muito mais severos e irreversíveis do que o relatado atualmente.

Estima-se que 350 milhões de pessoas enfrentarão escassez de água até 2030, e até 14% das espécies de animais terrestres, estarão em risco de extinção. Ainda segundo o relatório, é previsto que ao ultrapassar o limite de aquecimento de 1,5°C, aumenta-se a probabilidade de eventos de alto impacto, como a morte massiva de florestas, o que transformaria sumidouros essenciais de carbono em fontes de emissão de carbono, e o aumento à exposição aos perigos de populações pobres e vulneráveis, e a consequente restrição de sua habilidade de se adaptar às mudanças climáticas (IPCC, 2022). Assim, torna-se importante que entes federativos se comprometam e adotem ações de combate às mudanças climáticas, desenvolvendo políticas efetivas e adequadas que colaborem para a resiliência urbana.

Na 26ª Conferência das Partes (COP) ocorrida em novembro de 2021, em Glasgow, Escócia, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir em 50% suas emissões de carbono até 2030, atualizando sua meta anterior de 43% do Acordo de Paris, além de assinar a Declaração dos Líderes sobre Florestas e o Compromisso Global de Metano (AGÊNCIA BRASIL, 2021a). Durante a conferência, estiveram presentes representantes de algumas cidades brasileiras, como Salvador, Curitiba, São Paulo, Rio de Janeiro, Niterói, e especialmente, Belo Horizonte, demonstrando que governos estaduais e municipais têm assumido cada vez mais o papel de protagonista nas discussões climáticas,

Realização

Apoio



comprometendo-se a reduzir os investimentos em combustíveis fósseis e mitigarem suas emissões de GEE até 2030.

Além disso, em 2021, Minas Gerais tornou-se o primeiro estado da América Latina e do Caribe a aderir à campanha “Race to Zero” tendo o objetivo de alcançar emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até o ano de 2050 (MINAS GERAIS, 2021). A partir disso, São Paulo – primeiro estado a legislar sobre a campanha, Pernambuco, Pará e outras doze cidades brasileiras, e cem empresas, também assinaram a campanha em compromisso no Brasil (MACHADO, 2021).

Logo, visando a criação de subsídios para definição de metas e mecanismos de atuação, alguns municípios têm adotado a publicação de Inventários de Gases de Efeito Estufa, como instrumento de diagnóstico e proposição de ações de mitigação e adaptação climática, e como um dos mecanismos fundamentais que asseguram a responsabilidade signatária do país. Portanto, a atuação e os compromissos adotados por entes subnacionais tornam-se fundamentais para as proposições de redução assumidas pelo Brasil.

Desse modo, torna-se importante avaliar os inventários municipais de GEE publicados por capitais e regiões metropolitanas brasileiras, no período de 2005 a 2022, para demonstrar a importância destes documentos como instrumentos de gestão ambiental e norteador de políticas públicas.

## METODOLOGIA

Primeiramente, foi realizado o mapeamento das capitais e regiões metropolitanas brasileiras que possuem publicação de Inventários Municipais de Emissão e Remoção de GEE. A pesquisa foi conduzida utilizando o Sistema de Relatório Unificado CDP-ICLEI, uma plataforma unificada de reportes municipais de ações climáticas, disponibilizado no site da CDP *Disclosure Insight Action*. Também foram realizadas buscas online em sites das prefeituras, de organizações responsáveis pelo setor, e ferramentas de pesquisas online. Para aqueles em que não foram encontradas documentações, realizou-se contato com o ICLEI, via e-mail.

Realização



Apoio



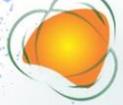
Após a identificação das capitais e regiões metropolitanas, foram coletadas todas as edições de seus respectivos inventários disponíveis online, totalizando 26 documentos.

Em seguida, foi conduzido processo de análise de inventários de emissão de GEE, que permite identificar pontos positivos e fragilidades, a partir das metodologias de reporte utilizadas. A etapa de análise de dados consistiu na leitura e avaliação de cada documento coletado. Para isso, foi utilizado o software Excel®, a partir do desenvolvimento de uma planilha controle, com informações gerais e parâmetros, a serem avaliados.

Os inventários municipais coletados foram classificados e analisados individualmente, de acordo com a cidade que estes representam, estado, região do Brasil, ano de publicação, ano base inventariado, edição, apoiadores e parceiros, bem como, limites inventariados, gases contabilizados, escopos considerados, metodologia de estimativa de emissão de GEE, setores contemplados e indicadores de qualidade. Para esta pesquisa foram considerados apenas os inventários das capitais e regiões metropolitanas brasileiras, devido à maior aderência e atuação nas ações frente às mudanças climáticas, e por abrigarem a maior parcela da população brasileira, e aqueles elaborados e publicados por fontes oficiais dos governos ou associadas a eles. Para a análise dos escopos e setores contemplados em cada inventário avaliado, foram consideradas as definições estabelecidas pelo *IPCC Guidelines 2006* e pela metodologia do GPC.

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

- a) *Transparência*: garantir que a documentação elaborada seja suficiente e clara, para que possam ser compreendidos por aqueles que não o elaboraram, e assegurados de que o documento atenda aos requisitos de boas práticas. Identificar e justificar quaisquer exclusões ou inclusões específicas, detalhamento de hipóteses com precisão, fornecimento de referências para as metodologias aplicadas e para as fontes de dados utilizadas.
- b) *Completude*: garantir que as estimativas sejam relatadas para todas as categorias relevantes ao inventário. Assim, as cidades devem prestar contas de todas as fontes de



emissões dentro do limite do inventário, e se ocorrer alguma exclusão de fontes de emissão, deve ser justificada e claramente explicada.

c) *Consistência*: garantir que as estimativas para diferentes anos, inventários, gases e categorias sejam realizadas de modo que as diferenças nos resultados de anos e categorias reflitam diferenças reais nas emissões. Assim, as informações de GEE para todos os limites do inventário devem ser compiladas de forma a garantir que as informações agregadas sejam consistentes e comparáveis ao longo do tempo.

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

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

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

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

- 1 – Não foi possível identificar este indicador de qualidade.
- 2 – Foi apresentada certa dificuldade para identificar este indicador de qualidade.
- 3 – Foi possível identificar com clareza este indicador de qualidade.

O processo de análise e comparação de inventários de emissão de GEE permitiu compreender as similaridades e divergências entre reportes elaborados por diferentes metodologias. Para isso foram considerados os indicadores avaliados anteriormente e o parâmetro de divulgação pública dos documentos coletados. Esta etapa foi dividida em discursiva e quantitativa. A etapa discursiva discorre sobre pontos relevantes identificados em cada documento, enquanto a etapa quantitativa representa o somatório das pontuações de cada parâmetro para cada município, de acordo com as edições de seus inventários municipais. Quanto maior o valor encontrado, mais preciso e transparente são os dados contidos em cada documento, apresentando um inventário de melhor qualidade.

Realização

Apoio

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

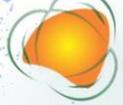
A partir das análises comparativas discursivas e quantitativas, observou-se que de um modo geral, os inventários de emissão de GEE dialogam com um público setorizado, por meio do uso de jargões e termos específicos, que dificultam a compreensão total por qualquer indivíduo, das informações apresentadas. Expressam-se como documentos extensos e não autoexplicativos. Observa-se que em 46,15% dos inventários coletados foi apresentada certa dificuldade para identificação do parâmetro transparência.

O indicador de qualidade completude apresenta-se como um desafio a ser enfrentado pelos municípios durante a elaboração de seus inventários municipais de emissão de GEE, dada a dificuldade de obtenção de uma base de dados confiável e organizada que represente com clareza e adequadamente, suas emissões (CONCEIÇÃO, 2017). Atualmente, observa-se que as cidades enfrentam um *trade-off* entre o indicador completude e o fornecimento de dados para aplicação metodológica utilizada, requerendo em alguns casos, informações muito específicas e de difícil acesso (BADER; BLEISCHWITZ, 2009). Para esse indicador, os inventários analisados apresentaram-se incompletos em sua grande maioria, 21 documentos, apresentando inconsistência e falta de informações a respeito da adoção ou exclusão de cada setor. Assim, dependendo das medidas a serem adotadas e dos objetivos a serem atingidos pelos municípios, estes documentos mostram-se pouco eficazes. Além disso, muitos municípios optaram pela não justificativa adequada de suas exclusões, utilizando a superficialidade da dedução pelos atributos de cada metodologia utilizada, não sendo condizente com suas práticas econômicas.

Para a análise de consistência, as alterações metodológicas ao longo das edições de inventários de um mesmo município prejudicaram a avaliação do indicador, pois acabam por alterar as informações reportadas e os cálculos a serem realizados, prejudicando a série histórica de emissões. Isso se dá, pois cada metodologia utiliza de um princípio de dados, fronteiras e cálculos a serem considerados, influenciando na precisão dos dados. Devido às mudanças metodológicas observadas ao longo das edições e dos anos inventariados pelos documentos avaliados, observa-se que há uma certa inconsistência nas informações

Realização

Apoio



apresentadas, que geram vulnerabilidade no acompanhamento e evolução das estimativas, dificultando verificar o perfil de emissões, se estão aumentando ou diminuindo. Ou seja, a melhoria metodológica é bem-vinda desde que seja amparada a uma coleta e análise adequada e completa. Entretanto, alterações contínuas ou frequentes na abordagem metodológica podem gerar fragilidades, em especial para acompanhamento do perfil das emissões municipais e adoção de metas de redução.

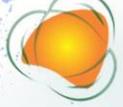
Houve uma certa dificuldade de identificação do indicador comparabilidade nos documentos avaliados, uma vez que a partir das mudanças contínuas nas metodologias adotadas e cálculos, muitas vezes, gerados por softwares específicos de empresas de consultoria, os municípios optaram pela omissão de detalhamento das informações a serem consideradas para cada estimativa. No que diz respeito às metodologias utilizadas, os inventários avaliados apresentaram-se sucintos e poucos expressivos, não mencionando fatores de emissão, dados de atividades, nem mesmo características relevantes ao cálculo, de cada município, justificando sua incomparabilidade. Outro ponto a destacar é que o uso predominante de uma metodologia vem de encontro com a disponibilidade e aceitação da mesma. Ou seja, inventários mais antigos usavam bastante o IPCC Guidelines e os atuais priorizam a metodologia GPC.

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

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

Realização

Apoio



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

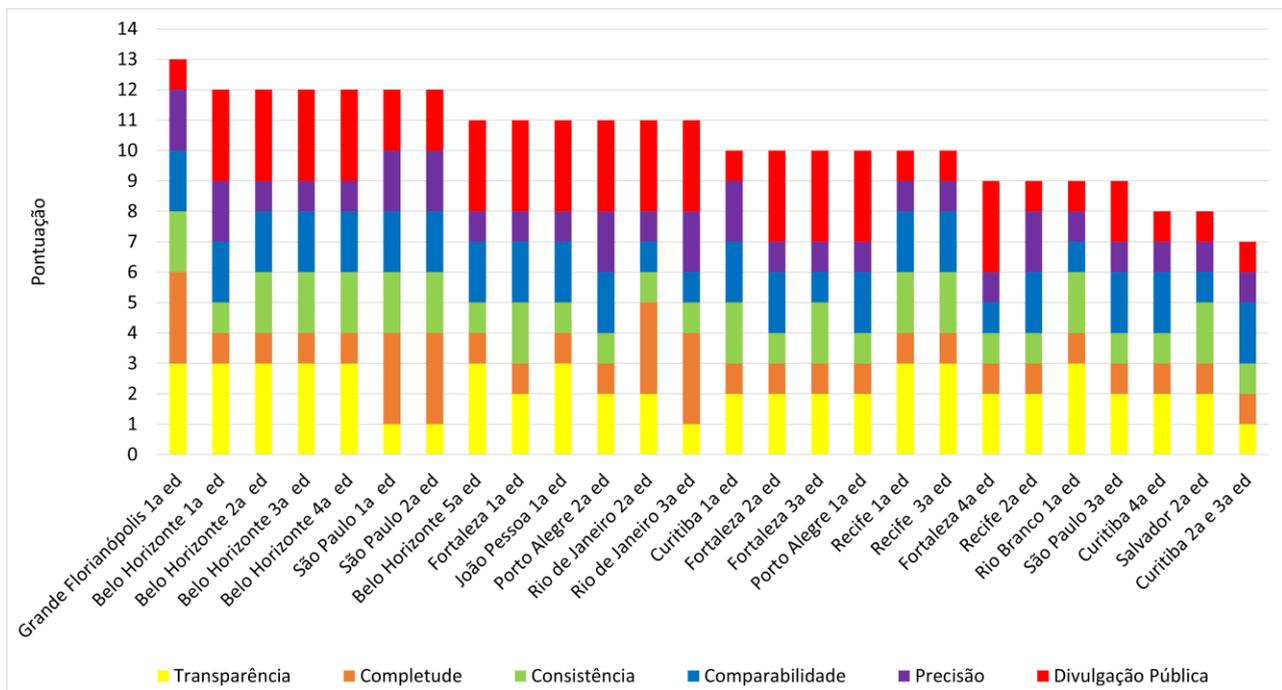
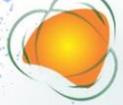


Figura 1 - Avaliação dos inventários de GEE de capitais e regiões metropolitanas brasileiras.

## CONCLUSÕES

O processo de análise e comparação de inventários, permitiu compreender as similaridades e divergências entre reportes elaborados por diferentes metodologias. A adoção de premissas diferentes acarreta resultados diferentes, que se incomparáveis e incompatíveis, podem interferir diretamente na fidedignidade dos resultados, e consequentemente, nas medidas a serem tomadas a partir deles. Assim, a partir das avaliações dos indicadores de qualidade transparência, completude, consistência,



comparabilidade, precisão e divulgação pública, os inventários analisados se apresentaram, em grande maioria, distintos entre si, desorganizados e mal estruturados, com informações intermediárias, incompletas e inconsistentes, não retratando a realidade das emissões de cada local. Muitos municípios ainda não compreendem o objetivo desta documentação, produzindo, muitas vezes, documentos extremamente extensos ou sucintos, não levando em consideração suas individualidades socioeconômicas e ambientais, bem como sua representatividade no país e localmente.

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

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG) pelo apoio à pesquisa e aos auxílios financeiros concedidos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **COP 26**: Brasil apoia declaração internacional para proteger florestas. Brasília. 2021a. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/cop26-brasil-apoia-declaracao-internacional-para-protoger-florestas#>. Acesso em: 29 nov. 2021.

BADER, N. BLEISCHWITZ, R. **Measuring Urban Greenhouse Gas Emissions**: The Challenge of Comparability. 2.3 | 2009 Vol.2 / nº3 - Cities and Climate Change. ISSN: 1993-3819. Disponível em: <http://journals.openedition.org/sapiens/854>. Acesso em: 08 mai. 2022.

Realização



Apoio



BELO HORIZONTE. Prefeitura de Belo Horizonte. Meio Ambiente. **5º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE BELO HORIZONTE. RELATÓRIO TÉCNICO E ANÁLISE DE RESULTADOS** | 2009 - 2020. 2021.

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

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

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

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

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

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change.** 2022. Disponível em: [https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_FinalDraft\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf). Acesso em: 09 mai. 2022.

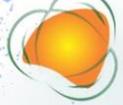
IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fifth Assessment Report of the International Panel on Climate Change. Annexes.** 2018. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_annex-i.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-i.pdf).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

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

LEVIN, K. BOEHM, S. CARTER, R. **Impacto das mudanças climáticas: 6 descobertas do relatório do IPCC de 2022 sobre adaptação.** WRI BRASIL. 2022. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/relatorio-ipcc-2022-impactos-mudancas-climaticas-adaptacao>. Acesso em: 09 mai. 2022.

Realização

Apoio



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

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

Realização



Apoio

