O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratizacão mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano V | Volume 15 | Nº 43 | Boa Vista | 2023

http://www.ioles.com.br/boca

ISSN: 2675-1488

https://doi.org/10.5281/zenodo.8137243

BOLETIM DE CONJUNTURA

www.ioles.com.br/boca

BELO HORIZONTE: VULNERABILIDADES E DESAFIOS NO ENFRENTAMENTO DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Ana Carolina Silva[1]

Eduardo Meireles[2]

Katia Carolino[3]

Tatiane Luciano Balliano[4]

Daniel Cardoso Alves[5]

Resumo

Este texto trata da relação entre as alterações climáticas e as vulnerabilidades socioambientais identificadas na cidade mineira de Belo Horizonte. Nesse sentido, o objetivo geral é relacionar os principais desafios da cidade no enfrentamento e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em curso. Metodologicamente o estudo se caracteriza como uma revisão de literatura que foi viabilizada a partir da realização de um levantamento bibliográfico seguido de uma pesquisa empírica que se constitui da coleta de informações geográficas obtidas com o uso de ferramentas de geoprocessamento para a produção de mapas temáticos e para a realização de análises espaciais. Como principais resultados alcançados, verificou-se que Belo Horizonte possui regiões de alta vulnerabilidade à ocorrência de eventos climáticos extremos, o que demanda ações em toda a capital de Minas Gerais. A cidade se tornará mais resiliente com a implementação da política de harmonização, reintegração de cursos d'água na paisagem urbana, ampliação da arborização urbana e criação de novos parques. Conclui-se, por último, que essas estratégias podem contribuir para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas na cidade.

Palavras-chave: Mitigação; Mudanças Climáticas; Vulnerabilidade.

Abstract

This text deals with the relationship between climate change and socio-environmental vulnerabilities identified in the city of Belo Horizonte, Minas Gerais. In this sense, the general objective is to list the main challenges of the city in facing and mitigating the effects of ongoing climate change. Methodologically, the study is characterized as a literature review that was made possible by carrying out a bibliographical survey followed by an empirical research that consists of the collection of geographic information obtained with the use of geoprocessing tools for the production of thematic maps and for performing spatial analyses. As main results achieved, it was found that Belo Horizonte has regions of high vulnerability to the occurrence of extreme weather events, which requires actions throughout the capital of Minas Gerais. The city will become more resilient with the implementation of the harmonization policy, reintegration of waterways into the urban landscape, expansion of urban trees and creation of new parks. Finally, it is concluded that these strategies can contribute to mitigating the impacts of climate change in the city.

Keywords: Climate Changes; Mitigation; Vulnerability.

[1] Graduada em Engenharia Florestal. Mestranda em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). E-mail: ana.2139219@discente.uemg.br

[2] Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Doutor em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). E-mail: eduardo.meireles@uemg.br

[3] Professora da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Doutora em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP). E-mail: carolino.ea@gmail.com

[4] Professora da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Doutora em Física pela Universidade de São Paulo (USP). E-mail: tlballiano@gmail.com

[5] Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: dca.uemg@gmail.com

INTRODUÇÃO

Este artigo tem como pano de fundo os impactos do aquecimento global, evento climático que, intensificado pela nefasta ação antrópica, vem ampliando os danos econômicos e socioambientais especialmente nos grandes centros urbanos. Para tanto, adota como caso empírico de análise a cidade mineira de Belo Horizonte que, enquanto centro urbano de grande porte, paga um alto preço pelas escolhas imperialistas feitas por seus administradores.

O interesse por investigar este tema parte da premissa histórica de que, desde a intensificação da industrialização no século XIX, as economias urbanas modernas e sustentadas nesse tipo de atividade econômica pujante aumentaram a emissão da quantidade de gases provenientes da queima de combustíveis fósseis. Esses gases, conforme adverte Marques (2018), contribuíram para alterar a composição química da atmosfera e, consequentemente, o equilíbrio entre a radiação incidente na Terra e a radiação refletida por ela de volta para o espaço, provocando o fenômeno climático do aquecimento global.

Diante disso, urge abordar a temática que aqui se delineia, tendo em vista que não cabe mais a qualquer política pública urbana que vise ser sustentável continuar se sustentando em planejamentos urbanísticos higienistas, alheios à explosão demográfica, às carências sociais típicas das demandas citadinas e que ignoram as suas relações com o agravamento do problema do aquecimento global.

Assim, o objetivo geral do presente estudo é apresentar uma análise das vulnerabilidades da cidade de Belo Horizonte às mudanças climáticas à luz de projeções para o ano de 2030. Também objetiva-se relacionar os principais desafios dessa cidade no enfrentamento e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em curso.

A metodologia adotada consiste em uma revisão de literatura viabilizada por um levantamento bibliográfico sintetizado na seção seguinte. A mencionada revisão serve de base para as discussões propiciadas a partir da análise das informações geográficas, que incluem as projeções realizadas para o ano de 2030, obtidas junto à prefeitura de Belo Horizonte no portal BHMAP (BELO HORIZONTE, 2021c).

Os dados apresentados e analisados derivaram de técnicas de geoprocessamento materializadas em mapas temáticos elaborados com o auxílio do *software* livre QGIS, como se aborda no detalhamento metodológico à seção 3 deste texto.

Em termos estruturais, o artigo se constitui de 4 seções, além desta introdução e das considerações finais. Na seção 2 seguinte são apresentadas reflexões sobre a relação do clima com a cidade, bem como as suas consequências. O desenho metodológico da pesquisa refere-se à seção 3. As

análises e os resultados da investigação constituem a seção 4, que se divide em três subseções, nas quais se discute os cenários de vulnerabilidades na cidade *locus* do estudo, Belo Horizonte, em associação às mudanças climáticas. Conclui-se o texto com as considerações finais entendendo que, apesar de serem cediças as estratégias de minimização dos impactos negativos do fenômeno das mudanças climáticas ao meio ambiente belorizontino, a questão da racionalidade econômica parece ser um dos principais entraves para a mitigação das vulnerabilidades socioambientais da capital mineira.

REVISÃO DE LITERATURA: O CLIMA E A CIDADE

Com um planejamento urbanístico fortemente influenciado pelo Higienismo (PINHEIRO; SANTOS, 2019) e atropelado por uma explosão demográfica crescente, a cidade sofre com carências sociais e demandas urbanas típicas das grandes metrópoles brasileiras (BELO HORIZONTE, 2016), que adensam o problema do aquecimento global.

A intensificação desse problema se dá em escala planetária, tendo em vista que

> em todo o mundo, o planeta Terra passa por uma poluição ambiental indiscriminada que, por sua vez está ligada às mudanças climáticas (ONU 2019a). Com isso, a sociedade vem convivendo com as mudanças climáticas e consequentemente, a pobreza, a fome e a morte associadas. Isso se deve ao modelo econômico extrativista e comercial, utilizado na maioria das regiões do mundo, que não leva em consideração as mudanças climáticas, a poluição ou a degradação dos sistemas naturais (BELTRÁN-VÉLIZ *et al*, 2021, p. 159).

É sabido que o aquecimento global pode intensificar a frequência e os impactos de eventos climáticos extremos como ondas de calor, tempestades, secas e incêndios. De acordo com as simulações climáticas de Marengo *et al*. (2009), cogita-se que entre os anos de 2071 e 2100 a América do Sul sofra com significativas variações do regime hídrico, experimentando intensas tempestades e graves secas, além de noites quentes cada vez mais frequentes e intensas.

Nesse panorama, cidades de grande porte são especialmente impactadas por esse processo de intensificação de eventos climáticos causados "[...] principalmente devido a atividades antrópicas, alterações climáticas e que geram impactos negativos sobre as populações e aos ecossistemas naturais" (FIGUEIREDO; ZACARIAS, 2022, p. 220). O intenso adensamento humano – proporcionado pela urbanização desordenada – amplia a propensão a perdas de vidas e danos econômicos, ambientais e sociais decorrentes das mudanças no clima (WAYCARBON, 2016), o que vem reforçando a necessidade de se pensar as mudanças climáticas como desencadeadoras de situações de insegurança (MOBJÖRK *et al*., 2020), sobretudo quando se considera que

> os efeitos nocivos das mudanças climáticas nos meios de subsistência podem aumentar o risco de conflitos humanos e geopolíticos piorando as condições de vida e intensificando a marginalização dos grupos mais afetados. Na ausência de renda e alternativas, há um risco maior para que as pessoas usem a violência para proteger ou para acessar recursos cada vez mais escassos (MOBJÖRK *et al*., 2020, p. 3).

Essas situações de insegurança tornam os centros urbanos *locus* fundamental para o desenvolvimento de iniciativas bem sucedidas em relação ao enfrentamento dos impactos negativos das atividades econômicas humanas, notadamente aquelas advindas das mudanças climáticas.

O aquecimento global é fruto do desequilíbrio no balanço radiativo do planeta (ARTAXO, 2014), cuja presença dos gases causadores de efeito estufa inibe a perda de radiação infravermelha para o espaço (JUNGES *et al*., 2018) fazendo com que a superfície terrestre se aqueça.

Na Terra, a atmosfera influencia e é influenciada pelas formas de vida que a habitam o planeta, tendo em vista que ao mesmo tempo em que a composição química natural da atmosfera terrestre é responsável pela existência de vida no planeta, os seres vivos contribuem para a regulação dessa composição atmosférica (JUNGES *et al*., 2018).

O ser humano representa um fator fundamental no balanço climático do planeta, pois tem a capacidade de alterar a composição química da atmosfera por meio através de ações como queima de combustíveis fósseis, expansão de áreas urbanas, desmatamentos e queimadas de grandes volumes de biomassa, multiplicação do rebanho bovino e práticas agrícolas inadequadas (CONTI, 2005; BELO HORIZONTE, 2019). Essas ações geram o lançamento na atmosfera dos gases dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), CFCs e ozônio (O_3), que são causadores, os principais gases do efeito estufa.

Adverte-se que:

> no âmbito das questões ambientais, a crise climática se apresenta como um cenário propício para se aprender sobre a diminuição da emissão de gases de efeito estufa, mudanças de hábitos alimentares e no enfrentamento do controle social hegemônico voltado para a reprodução cultural por meio do desenvolvimentismo e do imperativo econômico neoliberal de crescimento ilimitado (BERNALDINO; OLIVEIRA; BARBA, 2023, p. 344).

Destaca-se, entretanto, que o efeito estufa não é um problema. Pelo contrário, ele é um fenômeno natural, sem o qual a temperatura média do planeta desceria para -18 ºC (CONTI, 2005). Da mesma forma, salienta-se que nem todo gás de efeito estufa é proveniente das atividades humanas, sendo o principal deles o vapor d'água – que age no aquecimento global de forma indireta. A questão chave é que a concentração de gases como o CO_2 (dióxido de carbono orgânico proveniente da queima de combustíveis fósseis e de florestas) e o CH_4 está aumentando na atmosfera (NOBRE; REID; VEIGA,

2012). Desde 1750, a concentração de CO_2 aumentou de 280 ppm (partes por milhão) para 400 ppm (ARTAXO, 2014). Como consequência, "[...] nos últimos 100 a 150 anos, o ritmo em que a temperatura começou a subir está muito maior do que ocorria até então" (NOBRE; REID; VEIGA, 2012, p. 8).

De acordo com Aleixo e Sant'anna Neto (2017), para analisar os efeitos do clima em nível local, procura-se compreender os elementos que afetam o balanço térmico das cidades diretamente relacionados ao uso do solo e à rotina da população urbana, tendo em vista que

> o clima urbano é uma combinação complexa entre a dinâmica atmosférica e a produção do espaço urbano. É uma construção social geradora de novas territorialidades (SANT'ANNA NETO, 2011). Influi e é influenciado diretamente por processos naturais que atuam nas escalas climáticas regionais e globais. Além disso, também é influenciado por processos relacionados à expansão territorial urbana e à produção do espaço por diferentes agentes sociais, com interesses diversos, submetidos à lógica da globalização econômica. Nos estudos de clima urbano, é necessário avaliar os espaços com diferentes condições socioambientais, cujo ordenamento influência nas condições de maior ou menor exposição dos citadinos às externalidades como a poluição atmosférica, ilha de calor, ruídos, inundações e poluição da água (ALEIXO; SANT'ANNA NETO, 2017, p. 18).

As cidades contribuem com aproximadamente 80% das emissões globais de gases de efeito estufa (BANCO MUNDIAL, 2009). O Brasil se situa no continente mais urbanizado do mundo e, da América Latina, também é o País mais urbanizado. Estima-se que até 2030, 86% da população da América Latina e mais de 90% da população brasileira viverão em centros urbanos (ONU, 2022).

As grandes cidades brasileiras são caracterizadas por injustiças históricas, evidenciadas pela ocupação espacial. Para Silva (2013), parte da população que não dispõe de acesso a terra pela lógica de mercado (capital monetário), ou pela lógica de Estado (capital político-institucional), é constrangida ao acesso pela lógica da necessidade. Aos mais pobres e mais desprovidos de direitos resta como moradia imóveis abandonados, áreas residuais urbanas e áreas lindeiras a córregos. Nesses locais, o Estado costuma se isentar de prover uma infraestrutura adequada e o acesso aos serviços públicos, mesmo aqueles considerados essenciais.

Em cidades planejadas, como é o caso de Belo Horizonte, a mercantilização da apropriação do espaço dita a regra. Especuladores e empreendedores imobiliários driblam os planos diretores, transformando a terra urbana em uma mercadoria, abandonando sua função social (RIBEIRO, 2008) em detrimento da especulação imobiliária.

De acordo com o último Censo (IBGE, 2012), 19% da população de Belo Horizonte encontra-se situada em Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). As ZEIS são compostas por áreas de vilas/favelas e conjuntos habitacionais e serão as mais afetadas pelas injustiças climáticas.

Por outro lado, quem tem mais renda pode se adaptar melhor:

> capacidade de promover a execução de obras de infraestrutura, maior renda para enfrentar a provável escassez e consequente aumento de preços dos recursos naturais e dos alimentos, bem como maior acesso à tecnologia e à assistência à saúde são fatores que tornam aqueles grupos com maior renda menos vulneráveis às mudanças climáticas do que os grupos com menor índice socioeconômico (MILANEZ; FONSECA, 2011, p. 265).

É certo que o aquecimento global afetará as cidades por muito tempo, mesmo que as emissões dos gases causadores do efeito estufa sejam reduzidas. No entanto, é possível mitigar os danos e preparar os centros urbanos para enfrentar essa situação.

Ribeiro (2008) defende que é necessário aplicar o Princípio da Precaução e propor medidas que possam atenuar as implicações causadas pelas mudanças climáticas. Na perspectiva do autor: "[...] combater a exclusão socioambiental é a primeira medida para evitar o pior: a perda de vidas humanas decorrentes do aumento de eventos extremos nas cidades brasileiras" (RIBEIRO, 2008, p. 298).

Dubeux (2011) aborda as principais opções para mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) nas cidades para a melhoria da qualidade ambiental local. Entre as alternativas citadas pela autora, é possível destacar o uso de fontes de energia menos poluentes como a eólica e a fotovoltaica; o uso de veículos elétricos; e a geração de energia com metano de biogás. Em relação à mobilidade urbana, ela aponta o aperfeiçoamento de sistemas de gestão e o controle de trânsito; os programas de inspeção e a manutenção veicular; a mudança de trajetos e a otimização de itinerários de ônibus; a construção de ciclovias; e a criação de uma taxa de congestionamento (que implicaria no aumento de preços do transporte individual e investimentos em transporte público).

De acordo com Dubeux (2011, p. 72), o planejamento urbano deve encurtar distâncias: "[...] quanto menor a necessidade de deslocamento pela população, menor o consumo energético e menores as emissões de poluentes". Para otimizar a mitigação dos GEE, a autora indica o uso de materiais de construção menos carbono intensivos e a reciclagem.

Em nível federal, o Ministério da Infraestrutura (MINFRA) já reconheceu a necessidade de integrar as mudanças climáticas à trajetória de desenvolvimento do País e incorporou à sua agenda estratégias de mitigação e adaptação do setor de infraestrutura (MINFRA, 2020a; MINFRA, 2020b)

O MINFRA destaca que o Brasil possui marcos históricos na temática do clima, como a instituição da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC, 2009), do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA, 2016), bem como planos setoriais de adaptação e mitigação. O setor de transportes, por exemplo, já possui o Plano Setorial de Transportes e Mobilidade Urbana (PSTM) para mitigação e adaptação à mudança climática. Todavia, persiste o desafio de internalizar as medidas já definidas e convertê-las em ações concretas para o setor, produzindo medidas capazes de

antecipar problemas e contingências geradas pelo clima e oferecendo segurança aos empreendimentos, usuários e investidores nos ativos de infraestrutura (MINFRA, 2020b).

Segundo o Ministério, a variabilidade climática tem induzido o setor de transportes a maiores riscos e incertezas, o que, certamente, dificulta a promoção de investimentos direcionados à promoção da intermodalidade e o desenvolvimento dos modais menos emissores (MINFRA, 2020b). Mas, para além dessas importantes medidas, é preciso apoiar a adoção de veículos com maior eficiência energética, o uso de combustíveis menos emissores, o melhor uso do solo pelo setor, bem como a redução de emissões durante as operações dos sistemas de transportes existentes e previstos.

Porém, além de reduzir as emissões de GEE, é fundamental capturar os gases disponíveis na atmosfera. Uma medida capaz de reduzir os níveis de carbono do ar é o aumento da arborização urbana. Parques urbanos atuam diretamente sobre o clima em nível local. Eles reduzem a temperatura, melhoram a paisagem, incrementam a qualidade do ar e servem de morada para a fauna. Nesse sentido, os parques lineares são boa opção. Além das vantagens já citadas, os parques lineares proporcionam a recuperação da mata ciliar, retendo a água e aumentando a oferta hídrica para o município no médio prazo. Esse tipo de equipamento público também evita o escorregamento das margens dos corpos d'água e o assoreamento (RIBEIRO, 2008). Portanto, a solução para as cidades do futuro passará pela intensa redução da emissão dos GEE e pela capacidade de alteração da paisagem urbana, sobretudo pelo retorno à paisagem natural – a revegetação, que ameniza a sensação climática e, ao mesmo tempo, consome e fixa uma parcela dos gases emitidos.

Mudanças climáticas: algumas reflexões sobre as suas consequências

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) das Nações Unidas divulgado em agosto de 2021 apontou que o planeta Terra está 1,2 ºC mais quente devido à ação humana (IPCC, 2021). Os cenários possíveis levam a crer numa elevação no número de ocorrências e na intensidade de eventos climáticos extremos.

Segundo revela o diagnóstico do mencionado relatório,

> eventos extremos cada vez mais recorrentes, impactam todo o planeta, em especial as populações mais vulneráveis. Mas como devemos interferir nestes territórios sem uma lupa aproximada desta realidade? Como continuar insistindo em encontros globais como a Conferência das Partes (COP – Conference of the Parties), órgão supremo da convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima, sem dar o devido protagonismo decisório às cidades? (PAEZ, 2023, p. 585).

Estima-se, por exemplo, que a probabilidade de ocorrência de ondas de calor aumenta em 14 vezes dado o cenário de mudanças climáticas que se desenha (MILLER, 2021). A última onda de calor que atingiu a América do Norte causou centenas de mortes nos Estados Unidos e fez os termômetros chegarem a 49 °C no Canadá (PLANELLES, 2021).

Em decorrência disso, as secas podem ficar ainda mais frequentes e graves. Um exemplo é a pior crise hídrica que vivemos no Brasil em 91 anos (CHEREM, 2021) sequenciada de outra complexa situação de escassez hídrica que ocorreu seis anos atrás.

Por outro lado, além da evaporação intensa – que resulta nas secas –, o ar mais quente retém mais vapor de água e produz chuvas extremas (MILLER, 2021), como as que ocorreram em Belo Horizonte no mês de janeiro de 2020, cidade tomada como *locus* neste artigo. Com um acumulado de precipitação de 935,2 mm (INMET, 2020), a capital mineira registrou o mês mais chuvoso de sua série histórica. As chuvas extremas geraram danos materiais e resultaram no fim da vida de 14 pessoas (BAGGIO *et al*., 2020).

Esse caso é revelador de que os problemas socioambientais relacionados às cidades e à população urbana tendem a se agravar. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2012), 84,4% da população brasileira vivem em cidades e, de acordo com a ONU (2022), até 2030, esse percentual chegará a 91,1%. Nesse contexto, o acelerado crescimento urbano e a crescente segregação social agravarão a desigualdade social e a degradação do meio ambiente (NOBRE *et al*., 2010).

Nobre *et al*. (2010) explicam que significativas transformações no clima local são geradas pelo modo de desenvolvimento das áreas urbanas por meio de intervenções no ambiente mais natural, como a intensa verticalização, a compactação e a impermeabilização do solo, a supressão de vegetação e dos cursos d'água. Para além das alterações no clima local, as áreas urbanas ainda sofrem, intensamente, com a ocorrência de eventos climáticos extremos relacionados ao clima global – inundações, deslizamentos de encostas e aumento nas taxas de doenças tropicais (SALDIVA, 2018).

Saldiva (2018) traz importantes reflexões sobre a vida urbana e a saúde. O autor dedicou um capítulo de seu livro ao estudo da formação de ilhas de calor urbano e alterações do regime hídrico. Conforme definição de Saldiva (2018), as cidades têm febre na alma:

> o pulsar econômico do coração urbano faz com que exista um grande adensamento construtivo na porção central das cidades, levando à verticalização acentuada e perda de áreas verdes. As atividades econômicas e o deslocamento centrípeto para o trabalho acarretam acentuado consumo de energia (elétrica e de mobilidade) e, portanto, a emissão de poluentes e dissipação do calor. Por sua vez, o asfalto e o concreto absorvem radiação solar e devolvem calor para a superfície. Em suma, as cidades têm febre em sua alma (SALDIVA, 2018, p. 55).

As consequências desse modo de vida urbano fazem, por exemplo, com que a diferença de temperatura entre o centro e a periferia da cidade brasileira de São Paulo seja de até 10 °C. A existência de um núcleo mais quente cria fluxos ascendentes de ar na região central e, por consequência, zonas de baixa pressão no centro. Desse modo, à medida que as frentes úmidas se aproximam, as chuvas são "sugadas" para a região central, ocasionando precipitações intensas nessa região – onde se encontram os maiores investimentos de infraestrutura urbana. Enquanto isso, as regiões periféricas recebem menos chuvas – desprovendo os reservatórios de água, que, geralmente, ali se localizam (SALDIVA, 2018).

O IBGE (2020) mostrou que há no País 74 regiões metropolitanas, cinco aglomerações urbanas e três Regiões Integradas de Desenvolvimento (RIDEs) – espaços de adensamento humano, onde o mesmo efeito de São Paulo pode se replicar e se intensificar nos próximos anos.

As variações no clima podem, ainda, afetar a saúde das pessoas. De acordo com Barcellos *et al*. (2009), a situação é mais grave em áreas com pouca infraestrutura – onde condições sociais como moradia, alimentação e acesso aos serviços de saúde são precárias. Além disso, variáveis como idade, perfil de saúde e resiliência fisiológica podem agravar o quadro clínico dos pacientes, como se destaca:

> os eventos extremos introduzem considerável flutuação que podem afetar a dinâmica das doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarreicas etc. Essas doenças podem se agravar com as enchentes ou secas que afetam a qualidade e o acesso à água. Também as doenças respiratórias são influenciadas por queimadas e os efeitos de inversões térmicas que concentram a poluição, impactando diretamente a qualidade do ar, principalmente nas áreas urbanas. Além disso, situações de desnutrição podem ser ocasionadas por perdas na agricultura, principalmente a de subsistência, devido às geadas, vendavais, secas e cheias abruptas (BARCELLOS *et al*., 2009, p. 292).

De acordo com Saldiva (2018), o empoçamento de água promovido pelas inundações, associado ao aumento da temperatura, proporciona condições ideais para a proliferação de larvas dos mosquitos transmissores da dengue, Zika e outras febres urbanas, além de aumentarem a taxa de doenças como diarreia, hepatite e leptospirose.

Os casos de doenças transmitidas por vetores podem, também, ser potencializados. O estudo de Carvalho *et al*. (2020) aponta uma tendência de aumento da adequabilidade climática para leishmaniose visceral nas regiões Sudeste e Sul. Em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, existem áreas de provável expansão do vetor *Lutzomyia longipalpis*. Os surtos de febre amarela – ocorridos em 2017 e 2018 – atestam a reemergência do vírus após décadas sem registro de circulação da doença. Já as condições climáticas favoráveis à alta incidência de malária podem fazer com que a doença ultrapasse a região da Amazônia e atinja áreas de Mata Atlântica (CARVALHO *et al*., 2020).

Em média, a cada três anos, o estado de Minas Gerais vive uma epidemia de dengue – as últimas ocorreram em 2013, 2016 e 2019. Na última epidemia, foram notificados 474 mil casos prováveis e 188 óbitos por dengue (MINAS GERAIS, 2021). Vale ressalvar que o *Aedes aegypti* é também vetor da Zika e Chikungunya. Todas as três doenças são mais comuns em tempos quentes. Em Belo Horizonte, o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAa) demonstrou que 1,9% dos imóveis pesquisados em outubro de 2021 estavam com a presença da larva do mosquito (BELO HORIZONTE, 2021a).

Saldiva (2018) demonstra, em seu estudo, a relação entre a taxa de mortalidade de uma população frente às mudanças de temperatura do ambiente – as maiores variações de temperatura, sobretudo aumento de temperatura, levam ao aumento da taxa de mortalidade.

O problema, apesar de global, afeta especialmente as grandes cidades devido ao adensamento populacional. As cidades localizadas nos países pobres, como as brasileiras – que ainda possuem graves carências basilares na infraestrutura urbana, como a coleta de lixo e o tratamento de esgoto –, merecem atenção especial. Por isso, apresenta-se na seção seguinte a relação entre clima e cidade.

METODOLOGIA

As análises apresentadas nesta revisão de literatura partiram de um levantamento bibliográfico sintetizado em seções teóricas e discutidas com base nas informações geográficas disponibilizadas pela prefeitura de Belo Horizonte no portal BHMAP (BELO HORIZONTE, 2021c). Na pesquisa, foram empregadas ferramentas de geoprocessamento para a produção de mapas temáticos e para a realização de análises espaciais. Foi utilizado o *software* livre QGIS – versão 3.4.5-Madeira, configurado para o Sistema de Referência de Coordenadas – SRC: SIRGAS 2000/ UTM 23S (EPSG:31983).

As informações geográficas utilizadas incluem as projeções realizadas para o ano de 2030 (Belo Horizonte, 2016). Os índices de vulnerabilidade foram traçados pela Secretaria de Meio Ambiente do Município (SMMA/PBH), tendo como base a metodologia geral do 4° Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (OMM/PNUMA, 2007).

A SMMA/PBH utilizou informações sobre a exposição de riscos associados às alterações do clima, à sensibilidade socioambiental a essas variações e à capacidade do sistema urbano de lidar e se adaptar às condições mais extremas. As vulnerabilidades e a capacidade de adaptação foram calculadas por meio do *Model Vulnerability Evaluation* (MOVE) e normalizadas para torná-las comparáveis.

A Tabela 1 apresenta as camadas do estudo de vulnerabilidade utilizadas, que foram baixadas do *site* BHMAP (Belo Horizonte, 2021c).

Tabela 1 – Camadas vetoriais e *raster* utilizadas nas análises de geoprocessamento

Nome da camada
Vulnerabilidade *Hotspots* 2030 Belo Horizonte
Vulnerabilidade Ondas de Calor 2030 Belo Horizonte
Vulnerabilidade 2030 Belo Horizonte
Vulnerabilidade Inundação 2030 Belo Horizonte

Fonte: Belo Horizonte (2021c).

A Tabela 2, por sua vez, demonstra as camadas vetoriais e *raster* adotadas para caracterização das áreas mais vulneráveis à ocorrência de eventos climáticos extremos.

Tabela 2 – Camadas vetoriais e *raster* utilizadas nas análises de geoprocessamento

Nome da camada
População Bairros 2010
Regional
Malha Hidrográfica
Unidade de Conservação Ambiental

Fonte: Belo Horizonte (2021c).

Os estudos da caracterização das vulnerabilidades em Belo Horizonte são apresentados nas subseções 4.1, 4.2 e 4.3 seguintes, que se constituíram como categorias analíticas conclusivas dos resultados obtidos com o estudo, assim denominadas: Vulnerabilidade à ocorrência de eventos climáticos extremos, Vulnerabilidade a inundação e Vulnerabilidade a ondas de calor.

ANÁLISES E RESULTADOS: BELO HORIZONTE FRENTE AO FENÔMENO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Desde o ano de 2000, a cidade de Belo Horizonte realiza ações voltadas para as emissões de GEE e mudanças do clima – é desse ano o primeiro levantamento de dados de emissões de GEE da cidade.

Em maio de 2011, foi publicada a Lei Municipal n° 10.175/2011 que institui a Política Municipal de Mitigação dos Efeitos da Mudança Climática, sendo que seu capítulo IV é integralmente dedicado às estratégias de mitigação e adaptação dos transportes, da energia, dos resíduos, da saúde, da construção e do uso do solo (BELO HORIZONTE, 2011). Um de seus instrumentos é o Inventário de Gases de Efeito Estufa, que possibilita a auto avaliação do governo local quanto às emissões e o entendimento da abrangência de seu impacto no meio ambiente.

De 2000 a 2020, a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) publicou cinco inventários, a partir dos quais procura-se conhecer as emissões setoriais e propor ações para alcance das metas pactuadas. Associado ao inventário, criou-se o Plano de Redução de Gases de Efeito Estufa (PREGEE) (2012-2020), no qual são elencadas ações mitigadoras nos diversos setores correlacionados com as emissões de GEE por ação antrópica para alcance das metas de redução dessas emissões.

Uma análise da série histórica revela que o setor de transportes é responsável por 59% das emissões de GEE, seguido pelos setores de resíduos (26%) e fontes estacionárias de energia (15%) (BELO HORIZONTE, 2020b).

As emissões do setor de energia estacionária são influenciadas principalmente pelas emissões associadas ao consumo de eletricidade (BELO HORIZONTE, 2020b). O PREGEE aponta que esse setor possui importantes oportunidades de mitigação, como incentivar a geração distribuída de energia renovável nos edifícios comerciais e residenciais – ação que tem o potencial de reduzir em torno de 17,74% as emissões associadas ao consumo de eletricidade na cidade até 2040. Outras propostas do eixo de energia envolvem a implementação de medidas de eficiência energética nas escolas e nos centros de saúde (BELO HORIZONTE, 2020).

Dentre as ações propostas no eixo de energia, o custo estimado foi de 778,64 milhões de reais, com o ganho de 16.978 empregos diretos e indiretos e com emissões evitadas da ordem de 670.55tCO2e (BELO HORIZONTE, 2020b).

As emissões associadas ao setor de mobilidade subdividem-se entre Transporte Terrestre e Aviação e representam, respectivamente, 76% e 24% do total de emissões do setor (BELO HORIZONTE, 2020b). O foco das ações propostas pela Prefeitura é o subsetor de Transporte Terrestre, sob o qual possui governança e é o maior responsável por emissões.

As ações previstas possuem o potencial de reduzir as emissões do Transporte Terrestre em até 58% (2040) (BELO HORIZONTE, 2020b). Das ações, destacam-se as linhas de ação relacionadas ao adensamento urbano e desenvolvimento orientado, ampliação da mobilidade coletiva, promoção de frotas públicas e privadas limpas e desenvolvimento de logística urbana de baixas emissões.

O custo estimado das ações de transporte urbano foi estimado em torno de 3 bilhões de reais, com ganhos de 263.087 empregos diretos e indiretos e com emissões evitadas de 25.050.679 tCO2e (BELO HORIZONTE, 2020b).

Sob o eixo de saneamento, possuem destaque as ações voltadas para a gestão sustentável dos resíduos orgânicos e para o aproveitamento energético do biogás – ações que podem reduzir as emissões do setor de resíduos em até 57% (2036) (BELO HORIZONTE, 2020c).

Estima-se que as ações no eixo de resíduos terão custo de 80 milhões de reais e, em contrapartida, gerarão 995 empregos diretos e indiretos e evitarão emissões de 11.485.687 tCO2e (BELO HORIZONTE, 2020b).

Em relação às emissões totais da cidade, as medidas do PREGEE permitirão uma redução de emissões de até 41%, considerado o cenário 2040 (BELO HORIZONTE, 2020b).

Portanto, a PBH já possui o planejamento necessário, desenvolveu o plano de governança e delimitou o custo-benefício das ações de mitigação. Observa-se que o Transporte Terrestre é o setor responsável pela maior parcela das emissões e aquele que demanda o maior montante de investimentos, ao passo que as ações vinculadas à adaptação dos transportes gerarão um enorme volume de empregos. Os setores de resíduos e energia demandam investimentos mais baixos e despontam como oportunidades de aproveitamento de subprodutos – como o aproveitamento do biogás ou a reciclagem.

Para além da redução de suas emissões de GEE, a PBH (2020b, p. 9) publicou alternativas para políticas públicas de mitigação e adaptação em relação às mudanças climáticas:

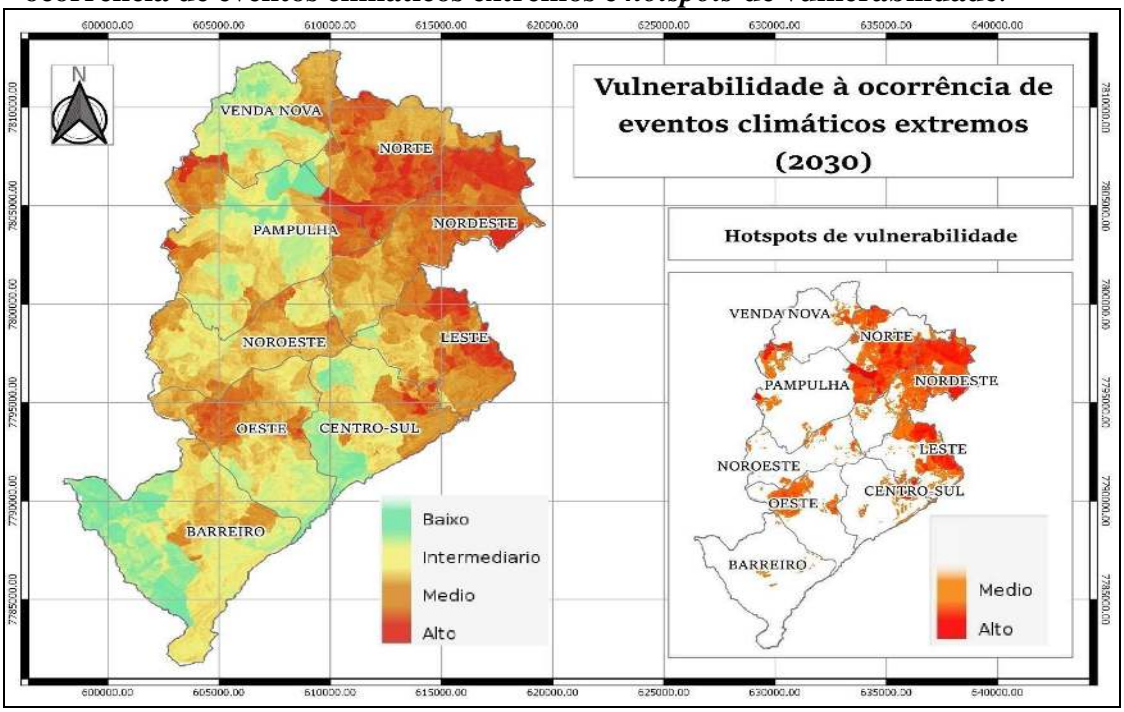
> evitar supressões arbóreas, investir no reflorestamento, na arborização urbana e na conservação de áreas naturais, incentivar o uso de energias renováveis, reduzir o consumo de energia, primar pela eficiência energética, praticar e fomentar a política dos 3R's (reduzir, reaproveitar e reciclar materiais), empregar tecnologias de baixo carbono, melhorar o transporte público com baixa emissão de GEE, são algumas das muitas possibilidades (PBH, 2020b, p. 9).

Na seção seguinte, em que se apresenta a análise de vulnerabilidade à ocorrência de eventos climáticos extremos para a cidade de Belo Horizonte, tendo em vista o cenário de 2030, conforme publicação da Prefeitura de Belo Horizonte, é possível construir uma análise contrastiva entre o prescrito na normativa municipal e a realidade.

Vulnerabilidade à ocorrência de eventos climáticos extremos

O estudo da SMMA/PBH resultou nas projeções de cenários de vulnerabilidade às mudanças climáticas do município para o ano de 2030, tendo em vista a ocorrência de eventos climáticos extremos. A Figura 1 apresenta os graus de vulnerabilidade, de baixo (tons esverdeados) a alto (tons de vermelho) de cada uma das regionais da cidade e ressalta os seus *hotspots* de vulnerabilidade.

Figura 1 – Belo Horizonte, MG: Vulnerabilidade à ocorrência de eventos climáticos extremos e *hotspots* de vulnerabilidade.



Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2021c).

Verifica-se que as regionais Nordeste, Norte, Leste e Oeste serão as mais afetadas, representando quase todos os *hotspots* de vulnerabilidade da cidade. O Mapa das Desigualdades, elaborado em 2021 (INSTITUTO NOSSA BH, 2021), aponta que justamente essas regionais possuem os piores indicadores sociais: menores índices de desenvolvimento, menor renda média e maiores concentrações populacionais. Portanto, nota-se que as áreas mais pobres da cidade serão as mais afetadas pelas mudanças climáticas em andamento (SALDIVA, 2018; SILVA, 2013).

De acordo o Plano Estratégico BH 2030 (BELO HORIZONTE, 2016), as regionais Nordeste, Norte, Leste e Oeste apresentam os mais baixos valores de IQVU (Índice de Qualidade de Vida Urbana) de Belo Horizonte – 0,671; 0,633; e 0,684, respectivamente. Além disso, elas também exibem valores mais baixos de IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) – 0,801; 0,754; e 0,827, respectivamente. A tendência é que, até 2030, sejam agravadas as condições de qualidade de vida da população mais vulnerável, tendo em vista a intensificação de ocorrências de eventos climáticos extremos.

De modo análogo, em estudo da projeção de cenários futuros para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) frente às mudanças climáticas e à frequência de eventos climáticos extremos, Nobre *et al*. (2010) verificaram que, se mantido o padrão de expansão da RMSP, aumentarão os riscos de enchentes, inundações e deslizamentos, afetando, sobretudo, a população mais pobre.

Os autores observaram, por meio de simulações de cenários futuros, que a ocupação do solo se intensificará na periferia da RMSP, exercendo forte pressão sobre os recursos naturais, mas também afetando a população mais pobre, que ocupa historicamente as regiões periféricas e de alta vulnerabilidade ambiental. Segundo os autores, mais de 20% da área de expansão da mancha urbana (expansão da periferia) seria suscetível a risco de enchente e inundação.

Supõe-se que, assim como a Região Metropolitana de São Paulo, a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) caminhe para semelhante cenário futuro.

Vulnerabilidade a inundação

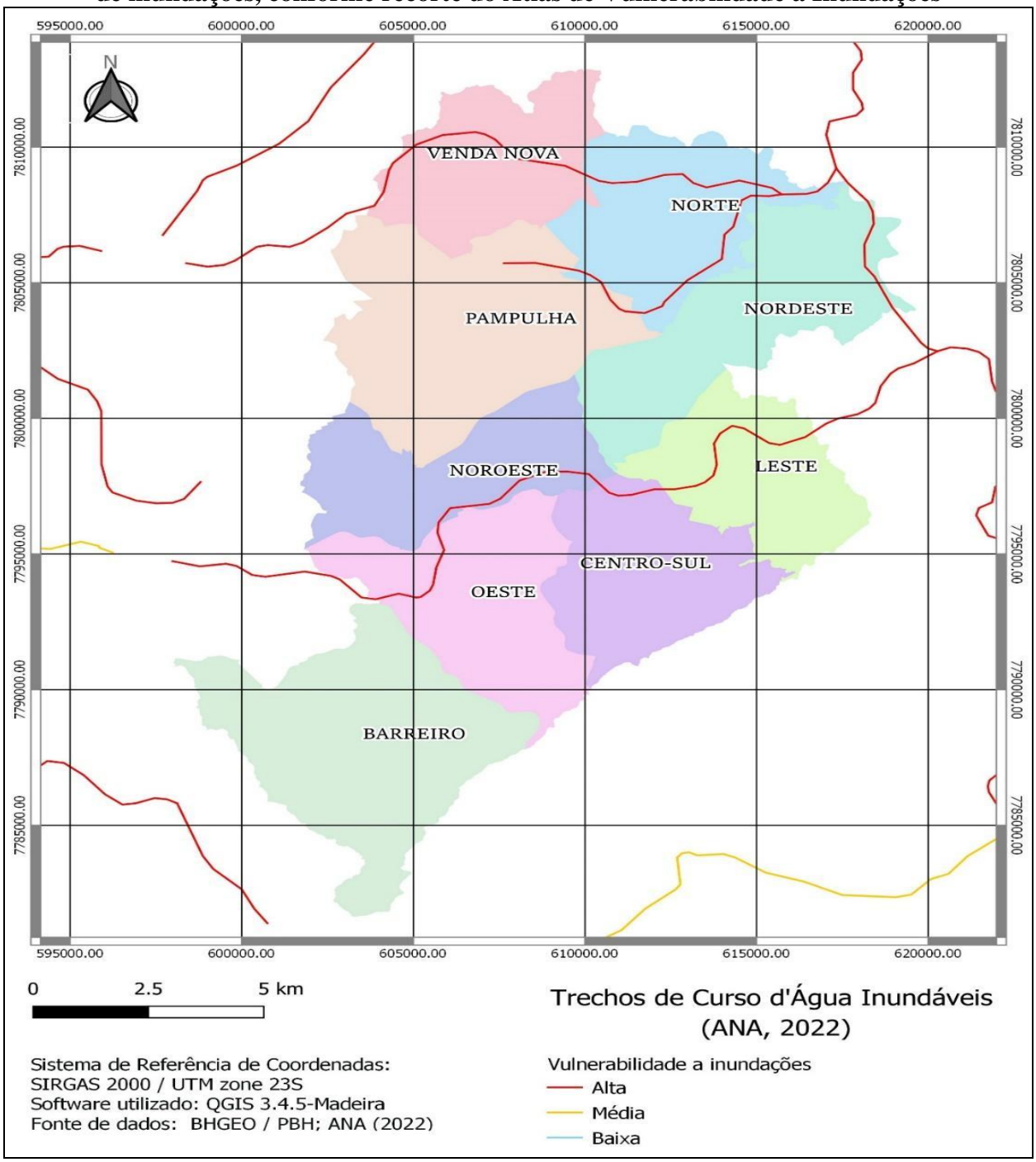
O *World Resources Institute* estima que, em 2030, 62.000 pessoas, por ano, serão afetadas por eventos de inundação no estado de Minas Gerais; no mesmo cenário, é estimado um montante de danos financeiros da ordem de 880 milhões de dólares em todo o Estado (WRI, 2015). Waycarbon (2016) indica um aumento de 32% (variação relativa) no risco de danos associados a chuvas intensas – como inundações e deslizamentos – para Belo Horizonte no ano de 2030.

Certamente, não se está distante desses prognósticos. O ano de 2022 começou com o estado de Minas Gerais literalmente debaixo d'água, com 402 cidades em declarado estado de emergência pelas chuvas, 48.607 pessoas desalojadas e outras 7.735 desabrigadas, além de 25 falecidas (DEFESA CIVIL, 2022). Em comparação aos dados da Defesa Civil dos períodos 2019/2020 e 2020/2021 (que já foram muito desafiadores para o governo do Estado), a situação se mostra crítica: os números de janeiro de 2022 representam 157% e 693% do número de municípios que decretaram estado de emergência entre 2019/2020 e 2020/2021, respectivamente; 63% e 481% do número de desabrigados entre 2019/2020 e 2020/2021, respectivamente; e 58% e 332% do número de desalojados entre 2019/2020 e 2020/2021, respectivamente.

Portanto, o agravamento das ocorrências de inundações não é um panorama futuro, mas uma realidade no estado de Minas Gerais. Até meados de janeiro de 2022, a capital mineira registrou, além de vários pontos de enchentes na cidade, danos humanos e prejuízos financeiros, e duas mortes em razão das intensas chuvas (DEFESA CIVIL, 2022). Então, compreender os cenários futuros e implementar políticas públicas para o enfrentamento e a mitigação dos efeitos de inundações é fundamental e urgente.

A Figura 2 apresenta a vulnerabilidade e a ocorrência de inundações no município, considerando o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2022), conforme mapeamento de trechos dos principais rios do País considerados vulneráveis a inundações a partir da avaliação da recorrência desses eventos e do grau de impacto associado a eles (ANA, 2014).

Figura 2 – Belo Horizonte, MG: vulnerabilidade a ocorrência de inundações, conforme recorte do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações



Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2021c); ANA (2022).

Conforme a publicação da ANA (2022), todos os trechos de cursos d'água na área de recorte do presente estudo são classificados como de alta vulnerabilidade a inundações e atravessam várias das regionais da cidade – Venda Nova, Norte, Nordeste, Leste, Centro-Sul, Noroeste e Oeste.

Belo Horizonte se destaca na análise de vulnerabilidade a inundações por seu vertiginoso processo de urbanização, seu intenso processo de ocupação e impermeabilização do solo, pela ampla

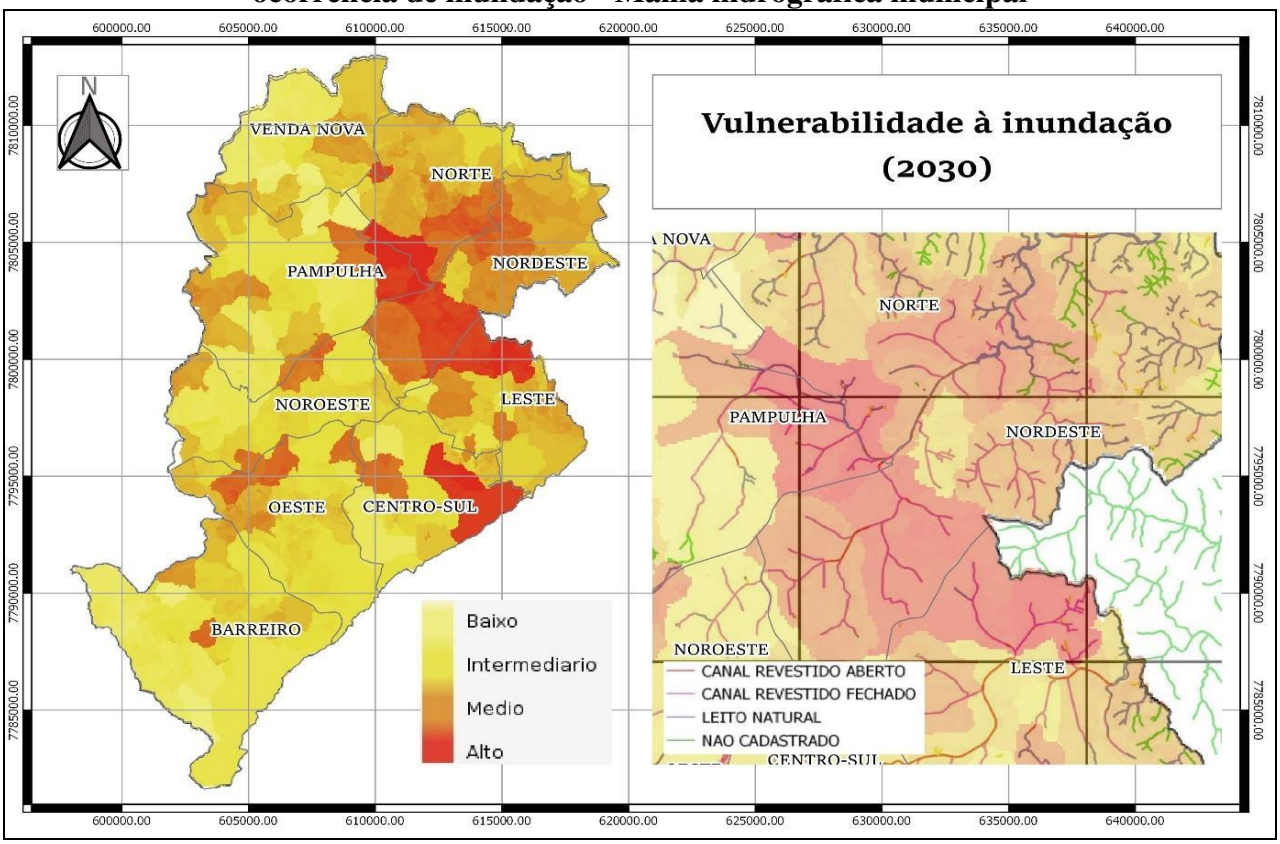
canalização e aterramento de cursos d'água, pelo relevo acidentado e pelo baixo índice de cobertura vegetal de suas bacias hidrográficas – todos fatores críticos para o risco de inundação.

Belo Horizonte ainda possui sub-bacias hidrográficas de cabeceira associadas a um relevo íngreme, o que favorece a ocorrência de *flash floods*. Além disso, os efeitos danosos das chuvas são intensificados pela alta taxa de impermeabilização do solo, pelas ocupações de planícies de inundações e pela não preservação dos cursos d'água (BELO HORIZONTE, 2020b).

A Figura 3 mostra a malha hidrográfica da cidade e as áreas de maior risco de inundações. As manchas que representam a mais alta vulnerabilidade estão localizadas nas áreas onde a rede hidrográfica foi canalizada em seção fechada. Sabe-se que a canalização de rios é agravante para a ocorrência de inundações rápidas – ou *flash floods*, pois desvincula o curso d'água do seu ambiente natural, onde a presença de áreas permeáveis em suas margens permite a infiltração da água no solo e reduz o escoamento superficial que favorece enchentes.

A Figura 3, também, mostra que as regionais Pampulha, Norte, Nordeste, Leste, Oeste e Centro Sul concentram a maior parte das áreas de alto risco de inundações.

Figura 3 – Belo Horizonte, MG: Vulnerabilidade à ocorrência de inundação - Malha hidrográfica municipal



Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2021c).

Desse modo verifica-se o mesmo processo descrito por Saldiva (2018). O centro urbano de Belo Horizonte, assim como em São Paulo, "suga" as tempestades para a região central, onde ocorrem graves inundações e danos à infraestrutura urbana e onde surgem focos de doenças associadas a altas temperaturas e umidade.

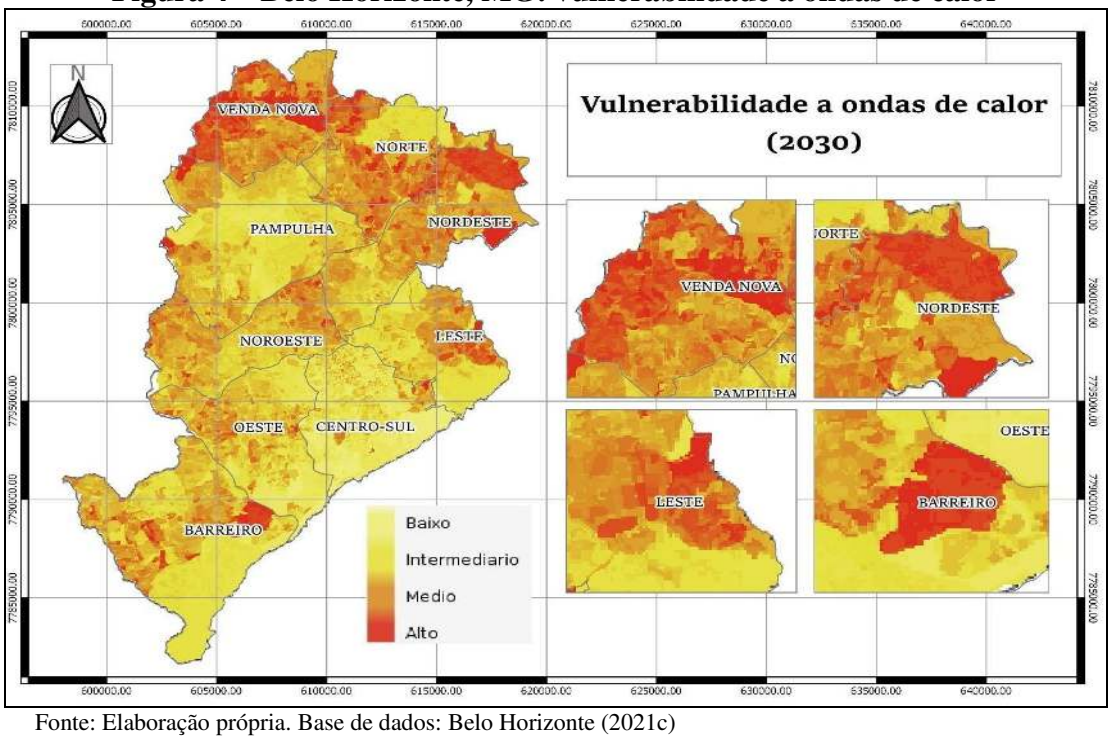
Essas regionais demandam, portanto, investimento em saneamento básico, em especial ao serviço de drenagem pluvial urbana. Essas políticas devem ser implementadas em consonância com o atual Plano Diretor de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2019) e Plano de Saneamento Municipal (BELO HORIZONTE, 2020a), que propõe reinserir os cursos d'água na paisagem urbana, com a adoção de técnicas menos intervencionistas (incluindo a implantação de Parques Lineares).

O atual Plano Diretor ainda proíbe o tamponamento de córregos em áreas de Conexões de Fundo de Vale, medida que pode contribuir para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e, em especial, das inundações na cidade, além de gerar ganhos sociais e ambientais.

Vulnerabilidade a ondas de calor

Diferentemente das demais tendências, a vulnerabilidade a ondas de calor não apresenta regiões mais críticas bem delineadas. Como mostrado na Figura 4, há uma pulverização de áreas de alta vulnerabilidade por toda a cidade, tornando difícil seu enfrentamento.

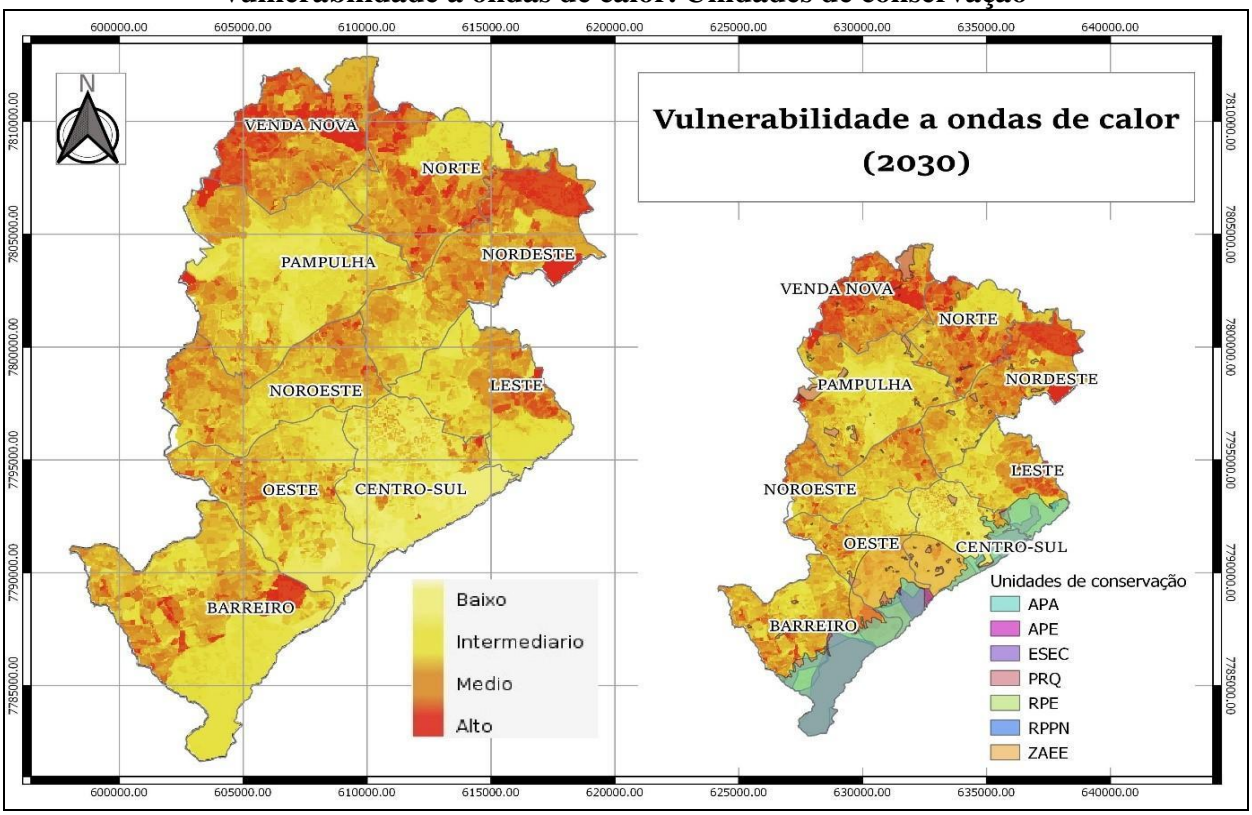
Figura 4 – Belo Horizonte, MG: vulnerabilidade a ondas de calor



Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2021c)

Entretanto, como se vê na Figura 5, a vulnerabilidade é baixa em todas as áreas representadas acima. Assim, é notório que a proteção de ambientes naturais contribui para a amenização do microclima, prevenindo a ocorrência de ondas de calor pontualmente.

Figura 5 – Belo Horizonte, MG:
vulnerabilidade a ondas de calor. Unidades de conservação



Fonte: Elaboração própria. Base de dados: Belo Horizonte (2021c)

Nesse sentido, uma boa política de enfrentamento e mitigação à ocorrência de ondas de calor deverá promover a arborização urbana e a implantação de parques na cidade, uma vez que o plantio de árvores contribui para recuperar ambientes urbanos degradados, reduzindo a erosão, melhorando a cobertura verde e reabastecendo o lençol freático.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste estudo demonstrou que Belo Horizonte possui regiões de alta vulnerabilidade à ocorrência de eventos climáticos extremos no cenário projetado para 2030.

Sabe-se que a cidade já possui planejamento e propostas para a redução das emissões de gases do efeito estufa que podem reduzir significativamente as emissões totais da cidade, sobretudo os setores responsáveis pelas maiores taxas de emissão: transportes, energia e resíduos. A implementação das

propostas depende de um vultoso montante de investimentos, mas será acompanhada pela criação de um número expressivo de empregos.

As regionais Nordeste, Norte, Leste e Oeste são mais vulneráveis às mudanças climáticas em curso e ainda possuem os piores indicadores sociais. Isso evidencia a necessidade de priorização dessas áreas na implementação de políticas públicas sociais e ambientais, como programas de arborização urbana que tem grande potencial para sequestrar CO^2 e reduzir os impactos das ondas de calor. Além disso, o plantio de árvores contribui para recuperar o solo e estabilizar as margens dos rios, encostas íngremes.

As regionais Pampulha, Nordeste, Leste e Centro Sul exibem alta vulnerabilidade à inundação. Esse fator é agravado pela geomorfologia do território e pela lógica de urbanização da cidade. A análise do fator ondas de calor revelou uma pulverização de áreas de alta vulnerabilidade por toda a cidade.

São necessárias ações em toda a capital – especialmente nas regionais Norte, Nordeste, Oeste e Leste. Tais regionais serão beneficiadas com a implementação da política constante no atual Plano Diretor de Belo Horizonte, em particular quanto aos aspectos de harmonização e reintegração de cursos d'água na paisagem urbana. Além disso, a promoção de estratégias, como a ampliação da arborização urbana e a criação de novos parques na cidade, pode contribuir para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas no município.

Toda a cidade será beneficiada com a implementação das estratégias previstas no PREGEE – alteração de modal de transportes, renovação da frota para veículos de consumo sustentável e eficiente, ampliação do uso de energias limpas e renováveis, uso do biogás etc. Contudo, todas essas ações dependem de investimento – financiar essas ações é, certamente, o maior desafio da capital mineira para os próximos anos.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, N. C. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. "Clima e saúde: diálogos geográficos". **Revista Geonorte**, vol. 8, n. 30, 2017.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

ARTAXO, P. "Mudanças climáticas e o Brasil". **Revista USP**, n. 103, 2014.

BAGGIO, L. *et al*. "Rio das Velhas tem uma de suas mais fortes enchentes das últimas décadas; não preparadas, cidades sofrem com perdas materiais e humanas". **Revista Velhas**, n. 11, 2020.

BANCO MUNDIAL. **Little Green Data Book 2009**. Washington: Banco Mundial, 2009. Disponível em: <www.worldbank.org>. Acesso em: 23/06/2023.

BARCELLOS, C. *et al*. "Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil". **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, vol. 18, 2009.

BELO HORIZONTE. **5º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)**: Relatório Técnico e Análise de Resultados – 2009 a 2020. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2020b. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M)**. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2018. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU-BH)**. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2020a. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Lei n. 10.175, de 6 de maio de 2011**. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2011. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Lei n. 11.181, de 8 de agosto de 2019**. Horizonte: Câmara Municipal, 2019. Disponível em: <www.cmbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **PBH divulga resultado do levantamento sobre incidência de Aedes aegypti em 2021**. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2021a. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Plano Estratégico Belo Horizonte 2030**: Planejamento climático de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2016. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte** – PMS 2020/2023. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2020c. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Portal BH Map**. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 2021c. Disponível em: <www.bhmap.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELO HORIZONTE. **Revisão do plano de redução de emissões de gases de efeito estufa**. Belo Horizonte Prefeitura Municipal, 2019. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

BELTRÁN-VELIZ, J. C. *et al*. "Relación Mapuche Y Naturaleza: Fundamentos Epistémicos Para Una Educación Ambiental En Contextos Interculturales". **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, vol. 10, n. 1, 2021.

BERNALDINO, E. S.; OLIVEIRA, A. M.; BARBA, C. H. "Complexidade e os saberes ambientais na formação de educadores na educação ambiental em Porto Velho – RO". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 14, n. 42, 2023.

BRASIL. **Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Brasília: Planalto, 2009. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

CARVALHO, B. M. *et al*. "Doenças transmitidas por vetores no Brasil: mudanças climáticas e cenários futuros de aquecimento global". **Sustainability in Debate**, vol. 11, n. 3, 2020.

CHEREM, C. E. “Brasil experimenta a maior crise hídrica em 91 anos”. **Diário do Comércio** [2021]. Disponível em: <www.diariodocomercio.com.br>. Acesso em: 23/06/2023.

CONTI, J. B. C. “Considerações sobre as mudanças climáticas globais”. **Revista do Departamento de Geografia**, vol. 16, 2005.

DEFESA CIVIL. **Boletim n. 22, de 22 de janeiro de 2022**. Minas Gerais: Defesa Civil-MG, 2022. Disponível em: <www.defesacivil.mg.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

DUBEUX, C. B. S. “Complementaridade entre políticas de combate ao aquecimento global e qualidade da vida urbana”. *In*: MOTTA, R. S. *et al*. **Mudança do clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: Ipea, 2011.

FIGUEIREDO, D. D. C.; ZACARIAS, G. M. “Responsabilidade ambiental do corpo de bombeiros militar de Santa Catarina nos desastres”. *In*: SENHORAS, E. M.; CULTRI, C. N. (orgs.). **Responsabilidade Socioambiental**: Debates Administrativos. Boa Vista: Editora IOLE, 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2010**. Brasília: IBGE, 2012. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento**: Composição RMs RIDES AglomUrbanas. Brasília: IBGE, 2020. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Informativo Meteorológico n. 05, de 03 de fevereiro de 2020**. Brasília: INMET, 2020. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

INSTITUTO NOSSA BH. **Mapa das desigualdades**: Belo Horizonte e Região Metropolitana de Belo Horizonte – 14 municípios. Belo Horizonte: Instituto Nossa BH, 2021. Disponível em: <www.nossabh.org.br>. Acesso em: 23/06/2023.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. “Climate Change 2021: The Physical Science Basis”. **IPCC** [2021]. Disponível em: <www.ipcc.ch>. Acesso em: 23/06/2023.

JUNGES, A. L. *et al*. “Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica”. **Experiências em Ensino de Ciências**, vol. 13, n. 5, 2018.

MARENGO, J. A. *et al*. “Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system”. **International Journal of Climatology**, vol. 29, n. 15, 2009.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas: Editora da Unicamp, 2018.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. “O discurso da justiça climática no contexto brasileiro: possibilidades e perspectivas”. *In*: MOTTA, R. S. *et al*. **Mudança do clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: Ipea, 2011.

MILLER, B. “Veja as principais conclusões do relatório do IPCC sobre a crise climática”. **CNN Brasil** [2021]. Disponível em: <www.cnnbrasil.com.br>. Acesso em: 23/06/2023.

MINAS GERAIS. **Boletim Epidemiológico**: Arboviroses urbanas: dengue, chikungunya e zika. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde, 2021. Disponível em: <www.saude.mg.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

MINFRA - Ministério da Infraestrutura. **Agenda de Sustentabilidade do MINFRA 2020-2022**. Brasília: MINFRA, 2020a. Disponível em: <www.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

MINFRA - Ministério da Infraestrutura. **Diretrizes de Sustentabilidade do MINFRA**. Brasília: MINFRA, 2020b. Disponível em: <www.gov.br>. Acesso em: 23/06/2023.

MOBJÖRK, M. *et al*. "Pathways of Climate Insecurity: Guidance for Policymakers'". **SIPRI Policy Brief** [2020]. Disponível em: <www.sipri.org>. Acesso em: 23/06/2023.

NJUGUNA, L. *et al*. "Do government knowledge production and use systems matter for global climate change adaptation tracking? Insights from Eastern Africa". **Regional Environmental Change**, vol. 23, n. 3, 2023.

NOBRE, C. A. *et al*. **Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas**: Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: INPE, 2010.

NOBRE, C. A.; REID, J.; VEIGA, A. P. S. **Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas**. São José dos Campos: INPE. 2012.

OMM - Organização Meteorológica Mundial.; PNUMA - Programa Das Nações Unidas Para O Meio Ambiente. **Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC**: Mudança do Clima 2007: a Base das Ciências Físicas. Paris: OMM, 2007.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: ONU, 1992.

ONU - Organização das Nações Unidas. **World Population Prospects 2022**: Summary of Results. New York: United Nations, 2022.

PAEZ, L. G. "A reestruturação espacial no debate da escala a partir dos processos decisórios sobre mudanças climáticas: do global ao local". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 14, n. 41, 2023.

PINHEIRO, C. B.; SANTOS, R. E. "Trajetória da drenagem urbana no Brasil: uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte". **Anais do XXVIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**. Natal: ANPUR, 2019.

PLANELLES, M. "Canadá ferve sob 49 graus: entenda o que está por trás das ondas de calor cada vez mais frequentes". **El País** [2021]. Disponível em: <www.elpais.com>. Acesso em: 23/06/2023.

RIBEIRO, W. C. "Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil". **Parcerias Estratégicas**, vol. 13, n. 27, 2008.

SALDIVA, P. **Vida urbana e saúde**: Os desafios dos habitantes das metrópoles. São Paulo: Editora Contexto. 2018.

SILVA, M. M. A. **Água em meio urbano, favelas nas cabeceiras** (Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Belo Horizonte: UFMG, 2013.

WAYCARBON. “Análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas do município de Belo Horizonte: resumo para os tomadores de decisão”. **Waycarbon** [2016]. Disponível em: <www.waycarbon.com>. Acesso em: 23/06/2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. “Aqueduct™: Floods”. **World Resources Institute** [2015]. Disponível em: <www.wri.org>. Acesso em: 23/06/2023.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano V | Volume 15 | Nº 43| Boa Vista |2023

http://www.ioles.com.br/boca

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima