



Artigo de Revisão

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v19n12025p44-62

Submetido em: 29 jan. 2025

Aceito em: 14 fev. 2025

Medidas de adaptação e mitigação das alterações climáticas em uma metrópole sul-americana

Climate change adaptation and mitigation measures in a South American metropolis

Medidas de adaptación y mitigación del cambio climático en una metrópoli sudamericana

Eduardo Frederico Cabral de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0002-5772-833X>

Instituto Brasileiro de Segurança Pública / Universidade de Lisboa

Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense).

Doutorando em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Lisboa (ULisboa).

E-mail: ecoliveira.edu@gmail.com

Resumo: A cidade do Rio de Janeiro, no Brasil, possui uma história rica e muito própria. Ela passou por várias categorias administrativas. Isso trouxe alguns benefícios, mas foi acompanhado de vários problemas, os quais estão se agravando com as alterações climáticas. Este estudo teve por objetivo identificar os principais fatores de risco associados às alterações climáticas, bem como analisar as políticas públicas de mitigação e de adaptação desenvolvidas pelos administradores públicos da cidade. Ele se apoiou em uma pesquisa bibliográfica e documental. Concluiu-se dos mais significantes achados do estudo que os principais impactos climáticos que a cidade está sujeita são as chuvas e ventos fortes, as ondas e ilhas de calor, o aumento do nível do mar e a seca prolongada, e que os seus administradores ainda não adotaram nenhuma medida efetiva a fim de abrandar os tais impactos, tampouco elas estão devidamente endereçadas, embora haja um planejamento estratégico que as contemple. Além disso, emergiram também da pesquisa que, embora a cidade tenha apresentado um viés de redução nas suas emissões de GEE, isso decorreu da mudança do cenário econômico que reduziu o seu PIB, em vez da adoção de medidas efetivas de mitigação e de adaptação.

Palavras-chave: Gases de efeito estufa. GEE. Impactos ambientais. Política ambiental. Brasil.

Abstract: The city of Rio de Janeiro, Brazil, has a rich history and its own. She went through several categories administrative. This has brought some benefits, but has been accompanied by several problems, which are getting worse with climate change. This study aimed to identify the main risk factors associated with climate change, as well as to analyze the public mitigation and adaptation policies developed by the city's public administrators. It was based on a bibliographic and documentary research. We concluded from the more significant findings of the study that the main climatic impacts that the city is subject to are the rains and strong winds, the waves and heat islands, the increase in sea level and the prolonged drought, and that its administrators neither adopted any effective measure in order to reduce such impacts, nor they are properly addressed, although there is strategic planning that contemplates them. In addition, it also emerged from the research that, although the city presented a reduction bias in its GHG emissions, this resulted from the change in the economic scenario that reduced its GDP, instead of the adoption of effective mitigation and adaptation measures.

Keywords: Greenhouse gases. GHG. Environmental impacts. Environmental policy. Brazil.

Resumen: La ciudad de Río de Janeiro, en Brasil, tiene una historia rica y muy única. Pasó por varias categorías administrativas. Esto trajo consigo algunos beneficios, pero también varios problemas que se están agravando debido al cambio climático. Este estudio tuvo como objetivo identificar los principales factores de riesgo asociados al cambio climático, así como analizar las políticas públicas de mitigación y adaptación desarrolladas por los administradores públicos de la ciudad. Se basó en la investigación bibliográfica y documental. De los hallazgos más significativos del estudio se puede concluir que los principales impactos climáticos a los que está sujeta la ciudad son fuertes lluvias y vientos, olas de calor e islas, aumento del nivel del mar y sequía prolongada, y que sus administradores aún no han adoptado. No existen medidas efectivas para mitigar estos impactos, ni se han abordado adecuadamente, aunque existe una planificación estratégica que los contempla. Además, también surgió de la investigación que, si bien la ciudad mostró un sesgo de reducción en sus emisiones de GEI, esto se debió al cambio de escenario económico que redujo su PIB, más que a la adopción de medidas efectivas de mitigación y adaptación.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero. GEI. Impactos ambientales. Política ambiental. Brasil.

1 Introdução

A pandemia de COVID-19 que assolou o mundo nos anos de 2020 e 2021 acentuou as desigualdades mundiais. Além disso, ela também serviu para revelar as limitações de alguns países em lidar com a doença, bem como com as medidas de adaptação e mitigação dos impactos climáticos, os quais afetaram desproporcionalmente os países e as populações mais vulneráveis (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2021).

O ano 2020, por sua vez, foi um dos anos mais quentes já registrados e os fenômenos climáticos extremos impactaram milhões de pessoas. Aproximadamente 51,6 milhões de pessoas no planeta foram atingidas por enchentes, secas e tempestades, além da COVID-19 (WALTON; VAN AALST, 2020). Tais fatos desafiaram o planejamento de diversos países em lidar simultaneamente com medidas de recuperação econômica e de implementação contra a crise sanitária e ambiental enfrentada pela Humanidade.

Os governos de diversos países, embora com raras exceções, demonstraram poucos sinais de esforço no sentido de alcançarem as metas de emissões de gases de efeito estufa (GEE) firmadas pelo Acordo de Paris (UNITED NATIONS, 2015). O Brasil, por sua vez, além de adotar políticas públicas insuficientes para alcançar os seus objetivos de longo prazo, as denominadas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, do acrônimo inglês *Nationally Determined Contributions*), ainda enfrentou um retrocesso em suas políticas ambientais. Com efeito, ele aumentou não apenas as taxas de desmatamento, mas também nas ocorrências de incêndios florestais e a quantidade de emissões de GEE (CLIMATE ACTION TRACKER, 2019).

O aumento desses eventos pode comprometer o país, como um todo, no desenvolvimento de políticas de adaptação e mitigação das alterações climáticas. Por exemplo, a mudança do ciclo ecológico da Amazônia, em razão do desmatamento, pode promover a savanização da região, comprometendo a capacidade de precipitação das nuvens tanto sobre a própria região Norte, onde se encontra a floresta, quanto nas regiões Sul e Sudeste brasileiras (LOVEJOY; NOBRE, 2018), as quais concentram 70% do produto interno bruto (PIB) nacional (IBGE, 2019). Assim, provocando severos impactos sociais, econômicos e políticos.

A região de estudo deste ensaio se localiza exatamente em uma dessas regiões, a Sudeste: a cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro. Ela possui características históricas, geomorfológicas e urbanísticas, que a

tornou conhecida mundialmente pelo epíteto de “Cidade Maravilhosa”. Entretanto, essas mesmas peculiaridades também a fizeram padecer de vários problemas, os quais desafiaram os seus governantes a implantar políticas públicas que a torne resiliente às alterações climáticas.

Assim, o objetivo deste estudo residiu principalmente em identificar os principais fatores de risco relacionados às alterações climáticas, bem como analisar as políticas públicas de mitigação e adaptação relacionadas e esse evento na cidade do Rio de Janeiro.

2 Revisão Teórica

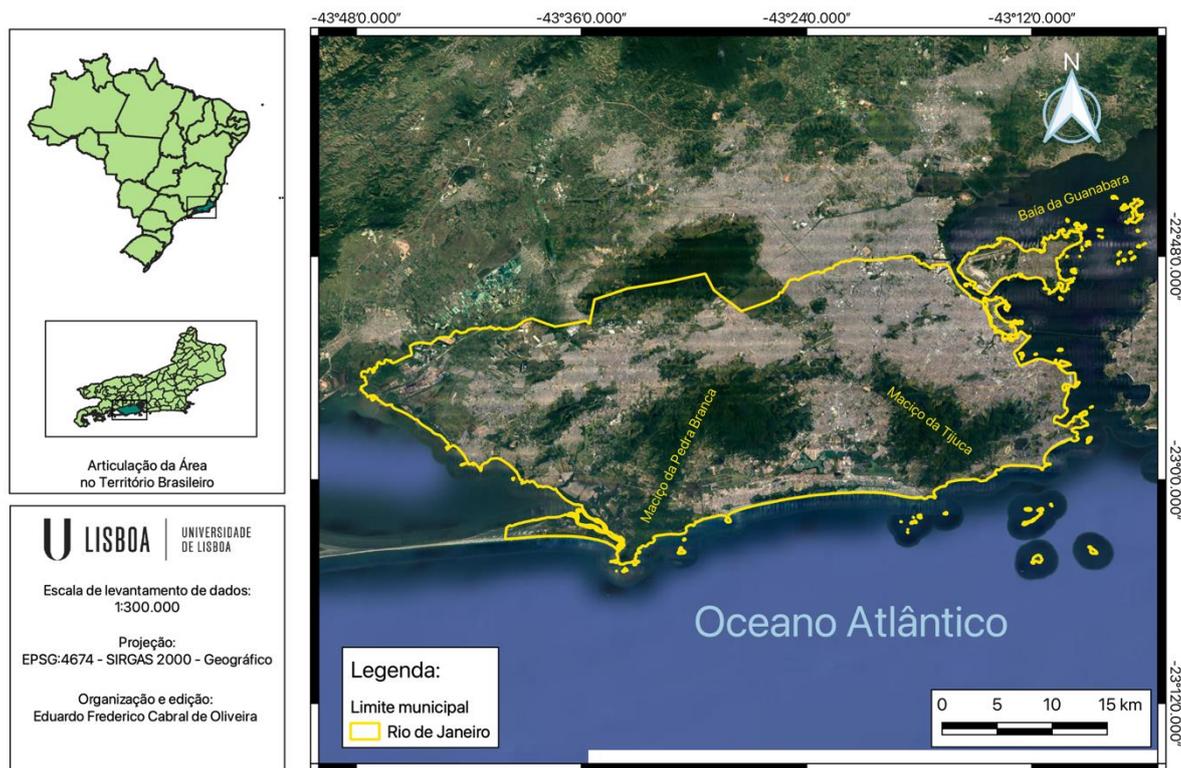
2.1 O município do Rio de Janeiro

A cidade do Rio de Janeiro é uma das cidades mais *sui generis* do mundo por conta de sua evolução urbana. A Baía da Guanabara foi, desde o descobrimento, uma escala obrigatória para as frotas que navegavam pelo litoral brasileiro. Suas águas calmas e abrigadas forneciam um ancoradouro perfeito para o reabastecimento de águas e víveres pelos navegadores. Em razão da presença constante de embarcações permitiu com que alguns europeus ali se estabelecessem em forma de vila, os quais passaram a conviver com a população indígena local (ENDERS, 2015).

Quando a cidade ingressou no século XXI, ela ainda padecia dos antigos problemas que a assolaram desde o seu descobrimento. Embora tenha sediado grandes eventos globais, tais como os jogos olímpicos e paraolímpicos, copa do mundo e grandes eventos musicais, tais como o Rock in Rio, a cidade ainda sofre com as chuvas, epidemias e pandemias, infraestrutura viária deficiente, gestão dos resíduos sólidos, saneamento etc. Tudo isso, fruto de um desenvolvimento urbano rápido, o qual a administração pública local não organizou ou planejou.

Para se ter uma ideia de grandeza, no ano de 1900 a cidade possuía cerca de oitocentos mil habitantes, cinquenta anos depois já eram 2.377.451 (RIO DE JANEIRO, 2015), e em 2020 contava com uma população estimada de 6.747.815 pessoas, ou seja, em torno de quarenta por cento da população estadual, que era de 17.366.189 habitantes (IBGE, 2021). Enquanto, a sua extensão territorial atual é de 1.200,329 km², o que corresponde 2,7% da área do estado (43.750,426 km²). Em outras palavras, quarenta por cento da população estadual habitavam, aproximadamente, três por cento do seu território, o que provocou um alto adensamento populacional de mais de cinco mil habitantes por quilômetro quadrado (Figura 1).

Figura 1 – Limite territorial do município do Rio de Janeiro



Fonte: Autor (2021).

A “Estratégia de Resiliência da cidade do Rio de Janeiro” foi desenvolvida a fim de tornar a cidade mais adaptadas, entre outras coisas, aos impactos climáticos, (RIO DE JANEIRO, 2015). Esse documento apontou como principais fatores riscos conectados diretamente às alterações climáticas os seguintes eventos: chuvas e ventos fortes, ondas e ilhas de calor, aumento do nível do mar seca prolongada, os quais serão mais bem explorados nas seções que se seguem.

2.2 Chuvas e ventos fortes

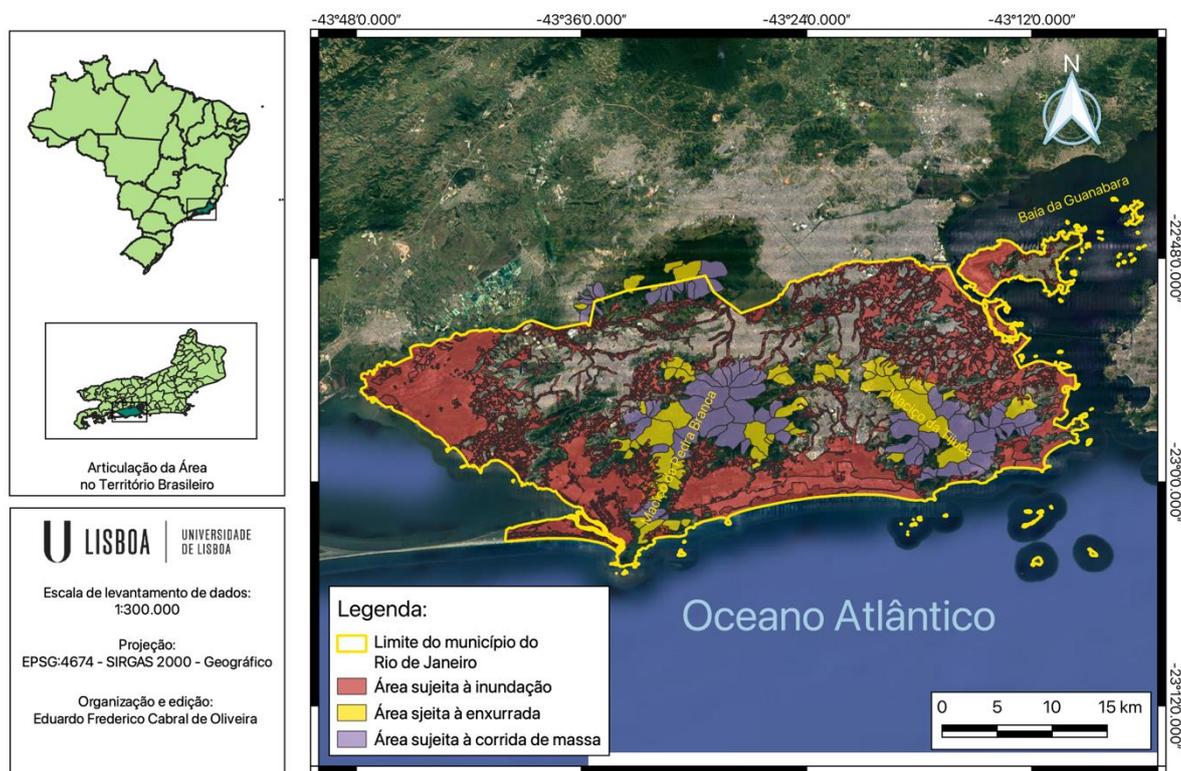
Os modelos do Painel Intergovernamental de Alterações Climáticas (IPCC, acrônimo do inglês *The Intergovernmental Panel on Climate Change*) projetaram mudanças nos fenômenos climáticos na região, os quais vão desde a escassez hídrica até tempestades e ciclones extratropicais. Eles estarão a impactar o município, tanto na frequência e na intensidade, quanto na duração desses, ou seja, essas oscilações climáticas permanecerão mais tempo sobre a região (IPCC, 2014).

Boa parte do município está sujeito à riscos de inundação, enxurradas e à corrida de massas. O primeiro se distribui ao longo da costa e no entorno do complexo lagunar de Jacarepaguá, localizado entre os maciços da Pedra Branca e da Tijuca. Os dois últimos se distribuem no entorno das encostas íngremes desses maciços, conforme pode se observar na Figura 2.

As chuvas e ventos fortes na cidade são bem comuns e promovem severos danos à cidade. As chuvas vêm gerando alagamentos e deslizamentos, além de danificar instalações prediais e promover perdas

econômicas e surtos de doenças, tais como a leptospirose e a diarreia, transmitidas por meio da água contaminada.

Figura 2 – Áreas de suscetibilidade do município do Rio de Janeiro



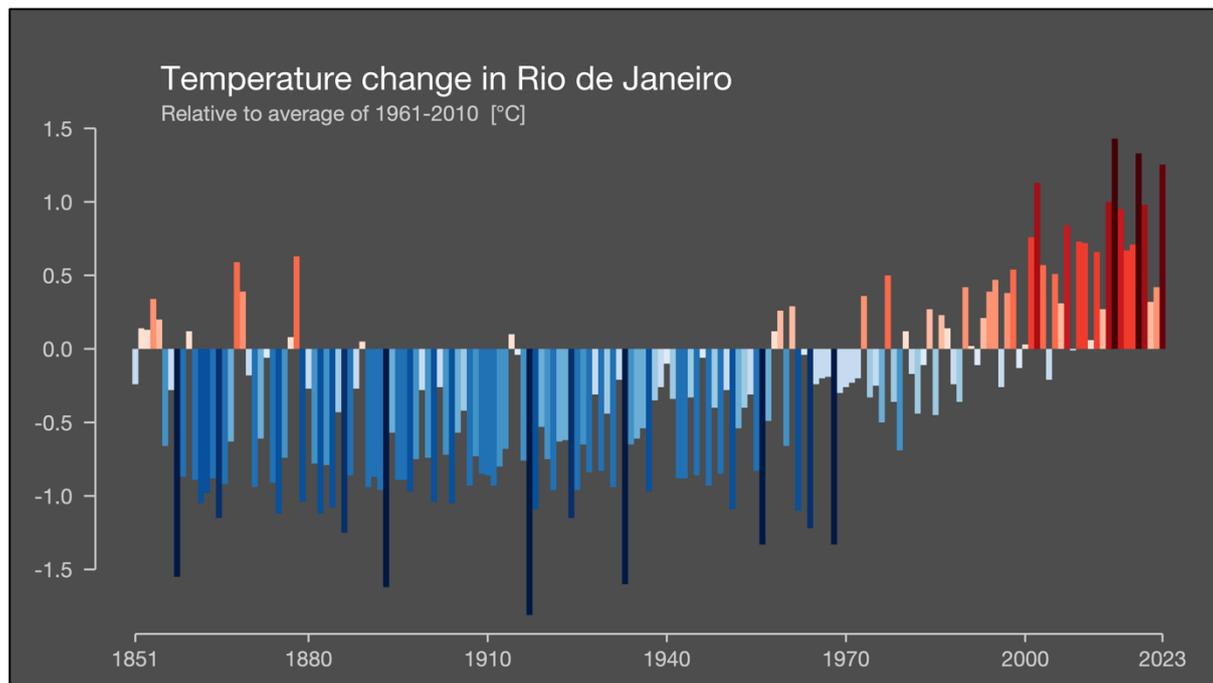
Fonte: Autor (2021).

Os ventos, que por sua vez chegam a alcançar a velocidade de cem quilômetros por hora, promoveram falta de energia elétrica, quedas de árvores e acidentes de trânsito. Além disso, esses eventos ocasionaram a perda de vidas humanas e o aumento do medo difuso. Só em 2010, depois de uma enxurrada que acumulou 330 mm de chuva em dois dias, ocorreram 66 mortes decorrentes do deslizamento de terras nas encostas cariocas (RIO DE JANEIRO, 2015). Mais de vinte por cento dos habitantes do estado do Rio de Janeiro vivem em favelas sem estrutura, e elas cresceram quatro vezes mais que as áreas urbanizadas (XIMENES; JAENISCH, 2019).

2.3 Ondas e ilhas de calor

As alterações climáticas vêm provocando ondas de calor mais frequentes, consecutivas e duradouras. Embora a Figura 3 demonstre as alterações térmicas de 1851 a 2023 na cidade como um todo, o estado do Rio de Janeiro também vem sofrendo com o aumento das temperaturas, particularmente, nos últimos trinta anos.

Figura 3 – Mudança de temperatura no estado do Rio de Janeiro



Fonte: UNIVERSITY OF READING (2024).

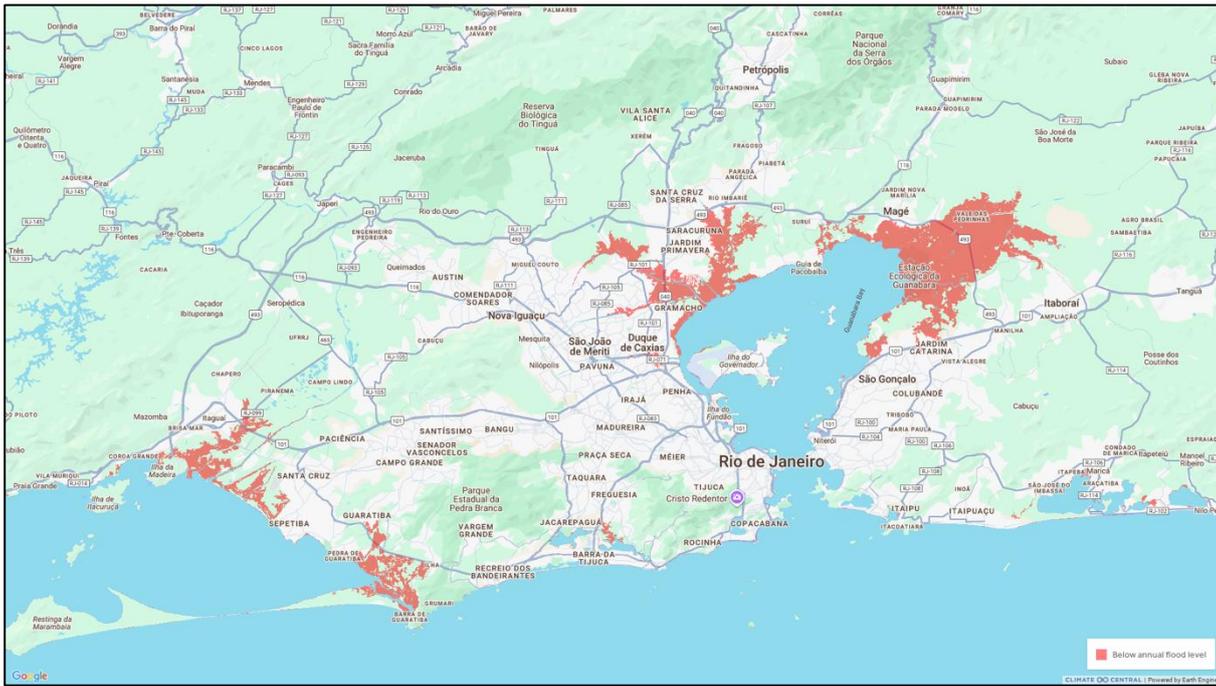
Esses eventos climáticos extremos possuem alto potencial de letalidade, além de desconforto térmico, aumento das doenças respiratórias e cardiovasculares, do estresse, com perda da produtividade laboral, em particular daqueles que trabalham ao ar livre. O aumento da temperatura, também conduz ao aumento do consumo de energia elétrica, o que pode provocar a sobrecarga do sistema, aumentando o risco de blecautes e incêndios, nomeadamente os florestais.

As ilhas de calor, por sua vez, são determinadas áreas geográficas, as quais em função da urbanização tendem a acumular mais ar quente e, naturalmente, temperaturas mais elevadas em relação a outras regiões da cidade. Desde 1980, o estado e a cidade tem aumentado a quantidade dessas regiões (RIO DE JANEIRO, 2015).

2.4 Aumento do nível do mar

Todas as regiões próximas à costa estão sujeitas a inundações, além daquelas promovidas pelo aumento do nível médio do mar. Com efeito, um aumento de meio metro do nível médio do mar, corresponderia a um alagamento de trinta quilômetros quadrados na área do município do Rio de Janeiro (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Regiões do município do Rio de Janeiro e do entorno da Baía da Guanabara abaixo do nível do mar em 2050



Fonte: CLIMATE CENTRAL (2024).

Figura 5 - Regiões do município do Rio de Janeiro e do entorno da Baía da Guanabara abaixo do nível do mar em 2100



Fonte: CLIMATE CENTRAL (2024).

Tal evento, associado ou não às ressacas, pode ainda provocar a perda de ecossistemas costeiros, promover a salinização de reservas de água potável, destruir ruas e as redes de drenagem pluvial, gerando ou intensificando os eventos de inundação. Assim, esses eventos podem descaracterizar o principal ativo turístico da cidade, que é a sua orla costeira, bem como causar danos físicos e econômicos à toda essa cadeia produtiva.

Além disso, o aumento do nível médio do mar afetará os municípios do entorno da Baía de Guanabara, não apenas com impactos econômicos e sociais negativos, mas também com a redução tanto na mobilidade urbana, quanto na saúde da população da Região Metropolitana (MANDARINO; ARUEIRA, 2012).

2.5 Seca prolongada

Até o fim do século XIX e início do XX os mananciais utilizados para o abastecimento da cidade continuaram a ser aqueles do Maciço da Tijuca. Entretanto, com o crescimento da população carioca, foi necessário buscar água cada vez mais distante na cidade, na Baixada Fluminense. Essa captação perdurou até meados do século XX quando foi necessário buscar recursos hídricos para o abastecimento ainda mais distante, no rio Paraíba do Sul (RIO DE JANEIRO (ESTADO), 2021a).

A cidade do Rio de Janeiro passou por uma nova crise hídrica no início dos anos quarenta do século passado. Diante desse problema os gestores públicos optaram pela realização de uma obra de grande porte que pudesse dar fim, definitivamente, aos problemas hídricos da metrópole que não parava de se expandir. Assim, foi autorizada a transposição das águas do rio Paraíba do Sul, a fim de suprir as necessidades de abastecimento da cidade (FERREIRA, 2015; RIO DE JANEIRO (ESTADO), 2021b).

As operações tiveram início em 1952 com a entrada em funcionamento das usinas elevatórias de Santa Cecília, no município de Barra do Piraí, e a do Vigário, em Piraí. Essas águas têm uso múltiplo, ou seja, são utilizadas tanto para o abastecimento humano, dessedentação animal, uso industrial e geração de energia (RIO DE JANEIRO (ESTADO), 2001)

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, entretanto, não atende somente a população da cidade do Rio de Janeiro. Suas águas são utilizadas para usos múltiplos em 184 municípios em três dos estados mais populosos da federação: Rio de Janeiro (57), São Paulo (39) e Minas Gerais (88) (COSTA et al., 2015).

O aumento da densidade demográfica e as atividades industriais desses estados promoveu o aumento da demanda por água, acarretando crises hídricas frequentes. As estiagens na bacia do Paraíba do Sul passaram a ocorrer em intervalos de tempo cada vez menores. Com efeito, a que ocorreu em 2014 gerou um sério conflito federativo entre os estados banhados por aquela bacia hidrográfica (Tabela 1).

Tabela 1 – Estiagens e ciclos de recorrência na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

Ano	Período de recorrência (anos)
1933	--
1941 a 1943	8 a 10
1953 e 1955	10 a 12
1964	9
1978	14
1990	12
2003	13
2014	11

Fonte: FERREIRA (2015).

As crises de escassez hídrica promovem não somente riscos sociais, mas também econômicos. Com a insuficiência de água dos reservatórios o país foi obrigado a lançar mão de outras fontes de energia, tais como as termoelétricas, o que promoveu não apenas um aumento no preço da energia elétrica, uma vez que a matriz energética brasileira é predominantemente hidroelétrica (58,9%), mas também o aumento das emissões de GEE (BRASIL, 2024).

Aproximadamente 92% das residências cariocas são abastecidas pelas águas do rio Paraíba do Sul (RIO DE JANEIRO, 2015). O restante das residências que não recebem água tratada se localizam em regiões onde se encontram as populações de menor poder econômico, o que está a demonstrar um claro arranjo social. Com efeito, esse fenômeno pode estar a promover a “escassez hidrossocial”, expressão cunhada por Britto et al. (2016), os quais asseveram que a distribuição de água é fortemente influenciada pela economia política, estabelecida tanto pelas distribuições de capital quanto pelas relações de poder.

A escassez hídrica e a hidrossocial possuem potenciais para promover riscos sociais tanto associados à saúde pública, quanto à segurança pública. Um exemplo icônico foi o fato ocorrido em 2015 na cidade Itu, no estado de São Paulo, quando uma estiagem prolongada promoveu um período de escassez hídrica, gerando saques na cidade e ataques a políticos, com a invasão da câmara municipal (OLIVEIRA, 2015).

2.6 As medidas de adaptação e de mitigação

2.6.1 Contexto nacional

O contexto estatal brasileiro referente às alterações climáticas teve início em 2009 com a criação do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC) (BRASIL, 2009a) e com a instituição da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (BRASIL, 2009b).

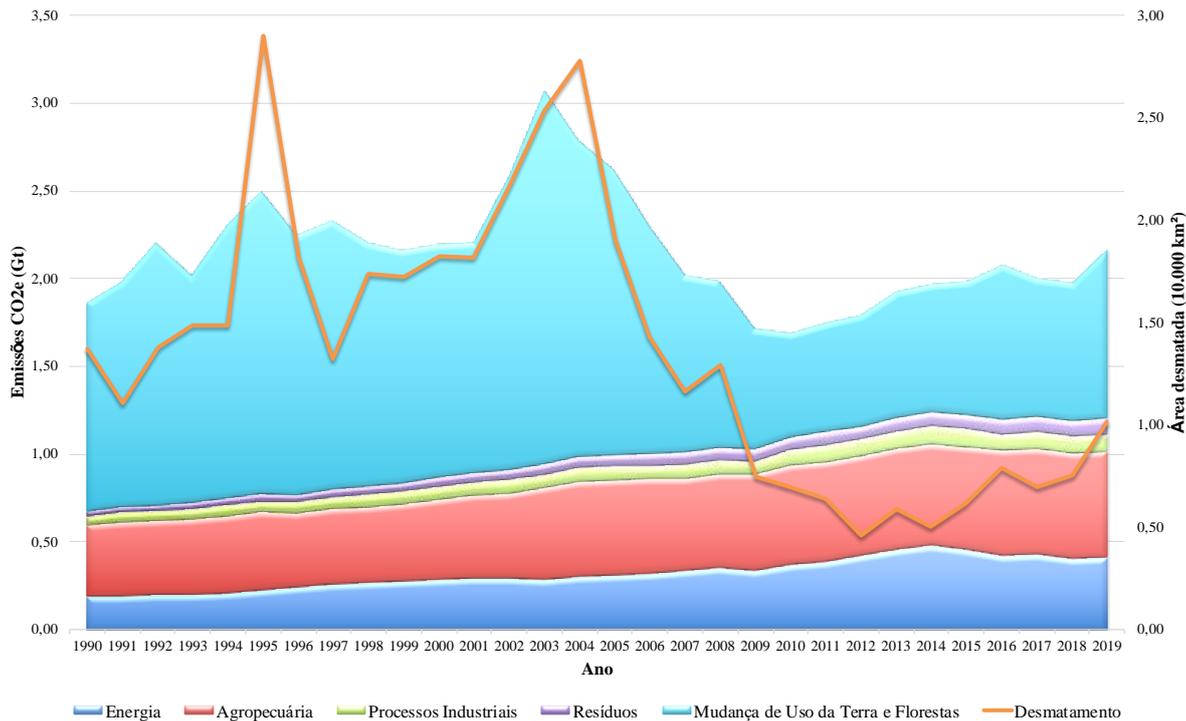
Esses documentos estabeleceram um marco temporal importante quando se trata de entender o contexto brasileiro. O primeiro destinou recursos financeiros para o FNMC, os quais foram administrados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Enquanto o segundo, entre outras coisas, estabeleceu alguns conceitos,

dentre eles o de adaptação e o de mitigação das alterações climáticas, bem como definiu as suas diretrizes, os seus instrumentos e os instrumentos institucionais.

A PNMC também instou as três esferas administrativas de governo (União, estados e municípios) a promoverem às medidas de adaptação. Aquelas leis foram regulamentadas no ano seguinte. Entretanto, em 2018 elas foram consolidadas em um único decreto (BRASIL, 2018). No entanto, esse decreto sofreu uma série de alterações logo depois, as quais reduziram a sua estrutura de governança com a exclusão de setores da sociedade civil do conselho gestor do FNMC, tais como a comunidade científica e as organizações não-governamentais. Além disso, a Secretaria de Mudança do Clima e Florestas, do MMA, foi extinta bem, como engavetaram os planos de prevenção e controle do desmatamento na Amazônia e no Cerrado (ALBUQUERQUE et al., 2020).

A tendência de redução das emissões dos GEE do Brasil se reverteu nos últimos anos. O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) identificou que o viés de alta que persistiu até 2003, passou a reduzir até 2009, quando voltaram a aumentar. Ademais, elas aumentaram em 2019 em cerca de dez por cento em relação ao ano anterior, enquanto o PIB no mesmo ano aumentou em torno de um por cento. Assim, ficou patente que o aumento das emissões de GEE no Brasil não estão associados à geração de riquezas, diferentemente de outros países (ALBUQUERQUE et al., 2020). Contrariamente, elas estiveram fortemente associadas as taxas de desmatamento, em particular na Amazônia Legal, as quais se relacionaram diretamente às mudanças no uso da terra e florestas, conforme se observa na Figura 6.

Figura 6 – Emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil (GtCO₂e) e o desmatamento na Amazônia Legal (10.000 km²) entre 1998 e 2019



Fonte: SEEG (2021), Brasil (2024).

O novo decreto manteve as metas de redução estabelecidas no decreto anterior. Ele previa de 2,06 (36,8%) a 1,98 (38,9%) giga toneladas de CO₂ equivalente (GtCO₂e) de emissões brutas até 2020, bem como uma redução de oitenta por cento no desmatamento da Amazônia, em relação à média verificada entre os anos de 1996 e 2005 (BRASIL, 2018). Isso representaria um desmatamento total de, no máximo, 3.925 km². O Brasil falhou nas suas duas metas: em 2019 as emissões foram de 2,18 GtCO₂e (SEEG, 2021) e projeta-se para 2020 um aumento entre dez e vinte por cento em relação à 2018, quando foram emitidas 1,99 GtCO₂e (SEEG, 2020); e em 2020 foram desflorestados apenas na Amazônica Legal mais de onze mil quilômetros quadrados (INPE, 2021).

Para fins de comparação e de verificação de como o desmatamento influencia o volume de emissões de GEE no Brasil, a média de emissão per capita dos estados amazônicos, tais como Mato Grosso, Rondônia e Roraima, foram de três a seis vezes superiores às emissões per capita dos norte-americanos (ALBUQUERQUE et al., 2020).

Apesar disso, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) (BRASIL, 2016) exortava todos os entes federativos, a sociedade civil e o setor privado a colaborarem com as medidas propostas. Contudo, a adesão dos entes subnacionais ocorreu de forma muito tímida. Dentre os 5.570 municípios do Brasil, menos de um por cento deles (51) se comprometeram de alguma maneira em desenvolver alguma iniciativa climática, um deles foi o Rio de Janeiro (MARGULIS, 2017).

2.6.2 Contexto carioca

A Cidade do Rio de Janeiro estabeleceu como meta ser referência mundial em resiliência até 2035 (RIO DE JANEIRO, 2016). Além disso, ela estabeleceu um planejamento estratégico para os de 2017 a 2020 com uma série de objetivos a serem alcançados, os quais foram sumarizados no Quadro 1.

Nenhum desses objetivos estratégicos foram alcançados na totalidade até o fim do mandato do prefeito, a qual se encerrou no fim do ano de 2016. O detentor do mandato seguinte não deu seguimento ao planejamento elaborado pela administração anterior, que era de uma orientação diferente e de partidos políticos adversários.

Quadro 1 – Objetivos da Estratégia de Resiliência da Cidade do Rio de Janeiro

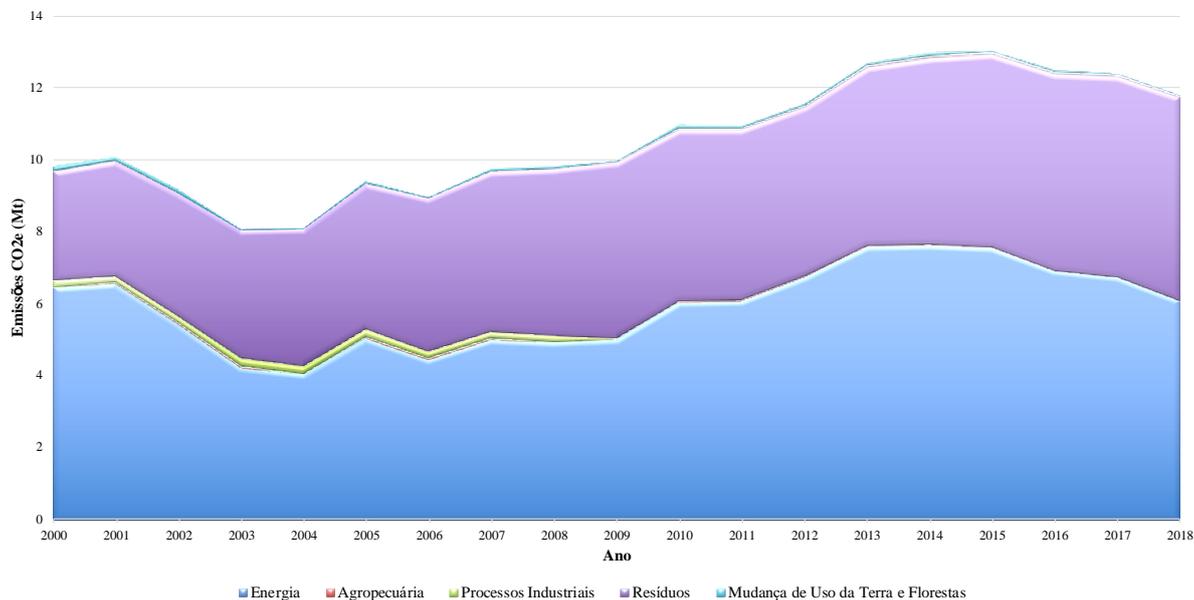
Objetivos	Ação
1. Aprofundar o conhecimento acerca do tema e mitigar os impactos da mudança do clima e de eventos extremos	(i) Fundar o Painel de Mudanças Climáticas do Rio de Janeiro
	(ii) Implementar um portfólio de mitigação e adaptação
	(iii) Monitorar tendências e impactos
	(iv) Integrar mapas de riscos
2. Mobilizar o Rio de Janeiro para se preparar e responder a eventos climáticos extremos e outros choques	(i) Criar o Plano Metropolitano de Recuperação de Desastres
	(ii) Desenvolver o legado operacional olímpico
	(iii) Realizar simulados de respostas às crises
	(iv) Expandir o Programa Comunidades Resilientes
3. Construir e adaptar espaços urbanos verdes, frescos, seguros e flexíveis	(i) Implementar o uso de LED na iluminação pública
	(ii) Revitalizar praças bosques
	(iii) Aprimorar a resiliência na mobilidade
	(iv) Territorializar o fomento à cultura
	(v) Implantar o programa Florestas Cariocas
	(vi) Implementar o programa Rio Sempre Olímpico
4. Prover serviços básicos de alta qualidade a todos os cidadãos, utilizando os recursos de forma resiliente e sustentável	(i) Desenvolver uma estratégia hídrica
	(ii) Implementar a estratégia de energia solar
	(iii) Aperfeiçoar a eficiência energética e hídrica em prédios públicos
	(iv) Ter saneamento universal
	(v) Desenvolver o programa Morar Carioca
	(vi) Criar a Autoridade Pública Metropolitana – Baía de Guanabara
5. Promover uma economia inclusiva, diversificada, circular e de baixo carbono	(i) Instituir a Agência para Promoção da Economia Circular
	(ii) Valorizar resíduos sólidos e orgânicos
	(iii) Realizar projeto que incentiva empresas e redes de negócios a avaliarem e tomarem consciência de seu impacto socioambiental (Rio+B)
	(iv) Impulsionar uma cultura empreendedora
	(v) Avaliar os impactos socioambientais de investimentos
6. Aumentar a resiliência da população promovendo a coesão social	(i) Educar jovens sobre resiliência urbana
	(ii) Criar cursos de educação à distância para resiliência urbana
	(iii) Desenvolver indicadores de resiliência
	(iv) Aumentar a abrangência do programa Saúde da Família
	(v) Criar os Territórios sociais
	(vi) Desenvolver o programa Direito à cidade
	(vii) Escutar para governar

Fonte: RIO DE JANEIRO (2015).

As emissões de GEE do Rio de Janeiro diferiram diametralmente das do Brasil, tanto no que se refere à categoria das emissões, quanto às suas tendências. Os cariocas, por exemplo, emitiram 678,91 kgCO₂e per capita em 2018, enquanto as emissões per capita médias nacionais giraram em torno de dez tCO₂e (SEEG, 2021; IBGE, 2021). Além disso, quase todas as emissões de GEE da cidade se concentraram nos setores de

energia e de resíduos, os quais somaram 11,79 MtCO_{2e}. Ademais, se observou uma tendência de queda no volume de emissões a partir de 2015, conforme vislumbra-se no Figura 7.

Figura 7 - Emissões brutas de gases de efeito estufa no na cidade do Rio de Janeiro entre 2000 e 2018 (MtCO_{2e})



Fonte: SEEG (2021).

Essas características são fruto da evolução histórica da cidade, a qual se apoiou basicamente na produção de serviços. Porém, a razão da redução das emissões verificadas a partir de 2015 estão relacionadas às mudanças no cenário macroeconômico local, em vez de qualquer outra medida de adaptação ou de mitigação das alterações climáticas.

O fim do aporte de investimentos para os Jogos Rio 2016 retardaram os impactos na economia carioca. Eles amenizaram a redução do PIB local em pelo menos dez por cento. Sem os jogos olímpicos, o patamar econômico do Rio de Janeiro teria retornado aos níveis de 2007. Eles mantiveram o PIB per capita nos níveis de 2012, quando se iniciaram os investimentos dos jogos (ROCHA; ARAÚJO; CODES, 2018).

Todavia, o problema da destinação dos resíduos são um grande problema dos centros urbanos e não tem sido encarado com a devida atenção pelos administradores públicos brasileiros. Há descarte irregular de resíduos urbanos, os quais não somente servem de criadouros e fontes de alimentos para vetores de doenças, tais como roedores e insetos, mas também agravam a situação dos logradouros quando da ocorrência de chuvas, mesmo as mais moderadas, uma vez que esses resíduos são carregados com a precipitação para os bueiros que ficam entupidos, aumentando o nível das inundações.

Outro fator relevante em relação aos resíduos reside na falta de estímulo e de campanhas que estimulem a coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos e a baixa taxa de reciclagem. Embora exista um dia na semana em que a companhia de limpeza urbana local faz a coleta domiciliar de resíduos recicláveis, contra quatro dias

da coleta regular, são raros ou inexistentes os pontos de depósito nos bairros. Por essa razão, a cidade apenas recicla em torno de dois por cento de seus resíduos (ALVIM, 2017).

O Rio de Janeiro conta a seu favor ter um equipamento operacional que monitora a toda cidade em tempo real: o Centro de Operações Rio (COR). Ele foi construído em 2010 visando os Jogos Olímpicos que ocorreram em 2016. Ele é dotado de modernas instalações com tecnologia de gerenciamento de informações fornecidas por diversos órgãos, agências integradas, sensores e câmeras de vídeo dispersos pela cidade. Ademais, ele também conta com um radar meteorológico dedicado exclusivamente à cidade, o qual é um equipamento fundamental para a detecção de precipitações atmosféricas, permitindo antever o volume e intensidade de chuvas e tempestades, permitindo a emissão de alertas precoces para os cidadãos e para os moradores de áreas de risco, o que minimiza o risco de perda de vidas humanas (RIO DE JANEIRO, 2021).

3 Material e Método

Neste artigo, discutiu-se os diversos desafios de adaptação e mitigação de uma metrópole sul-americana a partir de uma perspectiva exploratória, a cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro. A pesquisa se apoiou principalmente na revisão da literatura. Ela foi realizada por meio de uma pesquisa bibliográfica e documental, oriunda de fontes primárias e secundárias, tais como base de dados científicas (e.g. *Scopus* e *Web of Science*), sítios eletrônicos (*websites*) de instituições estatais, científicas e de pesquisa, bem como foram pesquisadas literaturas cinzentas, como, por exemplo, relatórios governamentais da cidade do Rio de Janeiro.

4 Resultados

Este ensaio teve por objetivo identificar os principais fatores de risco associados às alterações climáticas, bem como analisar as políticas públicas de mitigação e de adaptação desenvolvidas pelos decisores políticos da cidade do Rio de Janeiro. Para alcançar esses objetivos foi realizada uma busca exploratória por meio de uma ampla pesquisa bibliográfica e documental.

A cidade do Rio de Janeiro tem uma evolução histórica peculiar. Ela passou por todas as categorias administrativas que se poderia imaginar de uma cidade, desde uma simples vila até ser capital do Império e da República, retornando depois à categoria de cidade-estado e capital estadual. Essa trajetória foi determinante para que ela alcançasse o status de “Cidade Maravilhosa”. Em contrapartida, gerou enormes problemas sociais e urbanos que a vem fazendo padecer até os nossos dias, os quais não foram devidamente endereçados pelas diversas administrações que se sucederam na cidade nos últimos sessenta anos.

Hodiernamente foram identificados quatro principais fatores de risco associados às alterações climáticas. Primeiro, as chuvas fortes que assolam a cidade, particularmente os meses de dezembro a abril. Elas promovem alagamentos e inundações, as quais disseminam doenças, além de promoverem corridas de massa que ocasionam perdas de vidas humanas e de bens.

Segundo, as ondas e ilhas de calor, os quais têm aumentado, nomeadamente, nos últimos trinta anos. Esses eventos, além do desconforto térmico, são letais para algumas pessoas, bem como reduzem a capacidade laborativa daqueles que trabalham ao ar livre. Terceiro, o aumento do nível do mar. Para se ter uma dimensão do impacto, significa dizer que um aumento de cinquenta centímetros ocasionará uma perda territorial de aproximadamente trinta quilômetros quadrados. Esse evento promoverá inundações, migrações, redução na mobilidade urbana, salinização de aquíferos, impactos econômicos negativos e perda de ecossistemas.

Finalmente, as secas prolongadas têm origem não somente nas alterações climáticas, mas também em virtude do desmatamento na Amazônia. Elas estão a intensificar as estiagens e a aumentar a frequência em que elas ocorrem. Mais de noventa por cento dos cariocas são abastecidos uma única bacia hidrográfica e não há nenhuma alternativa em andamento até o momento no sentido de aumentar as ofertas de água potável à população, tampouco medidas para conservar esse importante manancial.

O planejamento estratégico da cidade de 2015 prevê o endereçamento de todos esses riscos. Todavia, nenhum dos objetivos estabelecidos para mitigação e adaptação das alterações climáticas foram totalmente alcançados ou sequer desenvolvido nos últimos cinco anos pelas diferentes administrações municipais.

No âmbito nacional, as medidas de adaptação e de mitigação têm sido um completo fracasso. O país está falhando em todas as metas estabelecidas, tanto no que diz respeito à quantidade de emissões de GEE quanto a redução das taxas de desmatamento. Com efeito, isso tem aumentado as quantidades de emissões brutas nacionais, as quais são fortemente influenciadas pelas taxas de desmatamento. Além disso, há uma baixa adesão dos entes federativos subnacionais ao PNA, onde menos de um por cento deles aderiram a ele.

Felizmente, a cidade do Rio de Janeiro é uma das aderentes desse plano. De fato, embora as emissões brutas de GEE estejam apresentando um viés de queda e as *per capita* sejam bem inferiores à média nacional, poder-se-ia atribuir isso às estratégias para mitigação e adaptação das alterações climáticas.

Na verdade, tal fato está diretamente relacionado às mudanças no cenário macroeconômico carioca em razão do fim dos investimentos financeiros que viabilizaram os Jogos Olímpicos Rio 2016. Tais investimentos mantiveram o nível econômico estável entre 2012, início dos aportes financeiros, até 2015, quando foram encerrados. Sem esses investimentos o PIB da cidade teria recuado aos padrões de 2007.

Além disso, os administradores da cidade não estabelecem como uma prioridade o tratamento dos resíduos, os quais quando mal destinados e reciclados, causam sérios prejuízos sociais e econômicos aos cariocas. A cidade recicla somente cerca de dois por cento de todos os resíduos produzidos. Fruto da falta de

estímulos e campanhas de esclarecimento, da coleta domiciliar de reciclados que é esparsa, e da falta ou inexistência de pontos de coleta de resíduos recicláveis nos bairros. Contudo, a cidade conta com um equipamento tecnológico de apoio operacional fundamental, um centro de operações dotado de alta tecnologia e apoio interagências, o COR.

Conclui-se que a cidade possui vários fatores de riscos climáticos, tais como as chuvas e ventos fortes, as ondas e ilhas de calor, o aumento do nível do mar e a seca prolongada. Todavia, ela não adota atualmente nenhuma medida efetiva de mitigação e de adaptação, tampouco elas estão devidamente endereçadas, embora haja um planejamento estratégico para isso. Uma administração pública responsável deve ter horizonte voltado para futuro, e assim sendo, não pode desconsiderar as alterações climáticas nesse cenário, o que, infelizmente, não tem se constatado uma atenção dos gestores nesse sentido.

5 Considerações finais

As cidade necessitam se tornar mais resiliente às alterações climáticas. Para isso, se faz necessário que, além dos objetivos traçados no planejamento, sejam consideradas e praticadas outras soluções, como aquelas baseadas na natureza, em que a renaturalização de rios, o aumento da permeabilidade do solo e o plantio de mais árvores, são um bom exemplo.

Do presente estudo emergem algumas questões, as quais podem servir de importantes pontos de pesquisa no futuro. Um deles, certamente, seria analisar o peso das fontes móveis de emissões GEE no balanço das emissões, em particular aquelas relacionadas aos transportes públicos, no sentido de verificar a viabilidade da substituição daqueles movidos por derivados de combustíveis fósseis por veículos elétricos. Um segundo ponto de interesse seria pesquisar a relação custo *versus* benefício das soluções baseadas na natureza (*nature based solutions*) como instrumentos de mitigação e de adaptação e, conseqüentemente, aumento da resiliência da cidade às alterações climáticas.

Referências

ALBUQUERQUE, I. et al. **SEEG 8: Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019**. [s.l.] SEEG, 2020. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf. Acesso em: 30 mar. 2021.

ALVIM, M. No Rio, apenas 1,9% do lixo é reciclado. **O Globo**, 13 abr. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências**. Brasília, DF: Diário Oficial [da] União, Poder Executivo, 2009a.

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, DF: Diário Oficial [da] União, Poder Executivo, 2009b.

BRASIL. **Portaria nº 150, de 10 de maio de 2016. Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e dá outras providências.** 89. ed. Brasília, DF: Diário Oficial [da] União, Poder Executivo, 2016.

BRASIL. **Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018. 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: Diário Oficial [da] União, Poder Executivo, 2018.

BRASIL. **Matriz energética.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 27 out. 2024.

BRITTO, A. L.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; CARNEIRO, P. R. F. Water supply and hydrosocial scarcity in the Rio de Janeiro Metropolitan Area. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 183–206, mar. 2016.

CLIMATE ACTION TRACKER. **Warming Projections Global Update.** [s.l.] CAT, dez. 2019. Disponível em: https://climateactiontracker.org/documents/698/CAT_2019-12-10_BriefingCOP25_WarmingProjectionsGlobalUpdate_Dec2019.pdf. Acesso em: 13 jun. 2021.

CLIMATE CENTRAL. **Climate Central.** Disponível em: https://coastal.climatecentral.org/map/11/-43.4814/-22.8677/?theme=sea_level_rise&map_type=year&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2100&pathway=rcp45&percentile=p50&refresh=true&return_level=return_level_1&slr_model=kopp_2014. Acesso em: 22 set. 2024.

COSTA, L. F. DA et al. Crise hídrica na bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Ineana**, v. 3, n. 1, p. 83, dez. 2015.

ENDERS, A. **História do Rio de Janeiro.** Tradução: Joana Angélica D'Ávila Melo. Rio de Janeiro: Gryphus, 2015.

FERREIRA, M. S. A Terceira “Transposição” de Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: Um Conflito Federativo em Meio à Escassez Hídrica. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 9, n. 1, p. 7–34, 30 jun. 2015.

IBGE. **Produto Interno Bruto - PIB | IBGE.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 2 jun. 2019.

IBGE. **IBGE Cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2021.

INPE. **Terrabrasilis – Plataforma de dados geográficos.** Disponível em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates. Acesso em: 21 jul. 2021.

IPCC. **Climate change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** New York: Cambridge University Press, 2014.

LOVEJOY, T. E.; NOBRE, C. Amazon Tipping Point. **Science Advances**, v. 4, n. 2, p. eaat2340, fev. 2018.

MANDARINO, F. C.; ARUEIRA, L. R. **Vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro (RJ): Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos, 2012.

MARGULIS, S. **Guia de adaptação às mudanças do clima para entes federativos**. WWF-Brasil, , nov. 2017. Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/guia_adaptacao_wwf_iclei_revfinal_01dez_2.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

OLIVEIRA, M. Estiagem em Itu levou a saques e ataques a políticos. **VEJA SÃO PAULO**, 11 fev. 2015.

RIO DE JANEIRO. **Estratégia de Resiliência da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro (RJ): Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/Network/Rio-de-Janeiro-Resilience-Strategy-Portuguese.pdf. Acesso em: 8 jun. 2021.

RIO DE JANEIRO. **O Rio do amanhã: Visão Rio 500 e Planejamento Estratégico 2017 - 2020**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, , 2016. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4108948/4171016/VisaoRio500.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2021

RIO DE JANEIRO. **Centro de Operações da Prefeitura Rio**. Disponível em: <http://cor.rio/>. Acesso em: 15 jun. 2021.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). **Bacias hidrográficas e rios fluminenses: síntese informativa por macrorregião ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). **História do abastecimento d'água no Rio de Janeiro**. Disponível em: https://www.cedae.com.br/Portals/0/historia_abastecimento.pdf. Acesso em: 14 jan. 2021a.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). **História do abastecimento d'água no Rio de Janeiro**. Disponível em: https://www.cedae.com.br/Portals/0/historia_abastecimento.pdf. Acesso em: 14 jan. 2021b.

ROCHA, G.; ARAÚJO, H. E.; CODES, A. L. M. DE. Impactos econômicos dos Jogos Rio 2016 no município e na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. **Texto para discussão**, n. IPEA, p. 28, 2018.

SEEG. **Nota Técnica SEEG: impacto da pandemia de COVID-19 nas emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. SEEG, , maio 2020. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/OC_nota_tecnica_FINAL.pdf. Acesso em: 3 jun. 2021.

SEEG. **Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: <http://seeg.eco.br/>. Acesso em: 24 jun. 2021.

UNITED NATIONS. **The Paris Agreement | UNFCCC**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em: 1 jan. 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Adaptation Gap Report 2020**. Nairobi: UNEP, 2021.

UNIVERSITY OF READING. **Show Your Stripes**. Disponível em: <https://showyourstripes.info/>. Acesso em: 15 set. 2024.

WALTON, D.; VAN AALST, M. **Climate-related extreme weather events and COVID-19. A first look at the number of people affected by intersecting disasters**. Geneva, Switzerland: IFRC, 2020.

XIMENES, L. A.; JAENISCH, S. T. **As favelas do Rio de Janeiro e suas camadas de urbanização. Vinte anos de políticas de intervenção sobre espaços populares da cidade**. Anais XVIII ENANPUR 2019. **Anais...** Em: XVIII ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL. Natal (RN): Utopias, maio 2019.

Disponível em: <https://habitacao.observatoriodasmetroles.net.br/wp-content/uploads/2020/02/ENANPUR-2019.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2023.