Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS
ISSN 2237-8642

PRESERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS: CONTRIBUIÇÃO PARA A PROMOÇÃO DA JUSTIÇA CLIMÁTICA EM ÁREAS URBANAS PERIFÉRICAS

Preservation and restoration of forest fragments: a contribution to promoting climate justice in peripheral urban areas

Preservación y restauración de fragmentos de bosque: contribución a la promoción de la justicia climática en las zonas urbanas periféricas

Lourdes Brazil dos Santos Argueta
Instituto Socioambiental Gênesis Centro de Educação Ambiental
centroambiental.genesis@gmail.com

Samira França Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, Universidade Federal Rural do Rio de janeiro (UFRRJ)
oliveira.sf13@gmail.com

Jupira Farias de Oliveira
Programa de Pós-graduação em Biologia das Interações, Universidade Federal Fluminense (UFF)
jupiraoliveira@gmail.com

Carlos César Gonzalez de Luna
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS
karloscgonzales@gmail.com

Resumo: Os territórios afetados pelas mudanças climáticas apresentam carências de serviços e equipamentos urbanos, degradação ambiental, distintas formas de violência e a escassez de vegetação, sendo um cenário de vulnerabilidade as mudanças climáticas. Considerando que ainda e mitigação dos extremos climáticos nas periferias, a exemplo da experiência desenvolvida em um fragmento de Mata Atlântica no bairro Água Mineral, município de São Gonçalo–RJ. O objetivo do presente artigo é contribuir para a ampliação dos debates e possível replicação da experiência em outros territórios, marcados pelas injustiças ambiental e climática. O modelo de urbanização pode ser compreendido como a intersecção entre justiça ambiental e justiça climática no contexto da sociedade brasileira e no município de São Gonçalo. A justiça climática é um direito presente em diversos instrumentos legais, principalmente na Constituição Federal de 1988, que é necessário um esforço ético, de cuidado e de respeito com o meio

ambiente das gerações presentes com um olhar para o futuro convertendo os espaços injustiça climática em espaços seguros às mudanças climáticas. A experiência do Centro de Educação Ambiental Gênesis demonstra como a restauração de um fragmento florestal urbano de Mata Atlântica se torna uma estratégia nos espaços de injustiça ambiental como uma medida de adaptação e mitigação, diminuindo a vulnerabilidade ambiental diante dos impactos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Áreas verdes urbanas. Alterações climáticas. Restauração ecológica.

Abstract: The territories affected by climate change face a lack of services and urban infrastructure, environmental degradation, various forms of violence, and a scarcity of vegetation, creating a scenario of vulnerability to climate change. Considering that small fragments of green areas still exist in the outskirts, they can become part of the strategy for confronting and mitigating climate extremes in peripheral areas, as illustrated by the experience developed in a fragment of Atlantic Forest in the Água Mineral neighborhood, in the municipality of São Gonçalo–RJ. The objective of this article is to contribute to the expansion of debates and the possible replication of this experience in other territories marked by environmental and climate injustice. The urbanization model can be understood as the intersection between environmental justice and climate justice within the context of Brazilian society and the municipality of São Gonçalo. Climate justice is a right established in several legal instruments, particularly in the 1988 Federal Constitution, and requires an ethical commitment to care and respect for the environment of present generations, with a forward-looking perspective, transforming spaces of climate injustice into safe spaces in the face of climate change. The experience of the Gênesis Environmental Education Center demonstrates how the restoration of an urban forest fragment of the Atlantic Forest becomes a strategy in areas of environmental injustice, serving as an adaptation and mitigation measure that reduces environmental vulnerability in the face of the impacts of climate change.

Keywords: Urban green areas. Climate change. Ecological restoration.

Resumen: Los territorios impactados por el cambio climático evidencian deficiencias en la provisión de servicios e infraestructuras urbanas, procesos de degradación ambiental, múltiples formas de violencia y una marcada escasez de cobertura vegetal. Estas condiciones configuran un contexto de elevada vulnerabilidad socioambiental frente a los efectos del cambio climático. No obstante, la existencia de remanentes de áreas verdes en las periferias urbanas representa una oportunidad estratégica para la mitigación y adaptación a eventos climáticos extremos, como lo ilustra la experiencia de restauración ecológica llevada a cabo en un fragmento de Mata Atlántica ubicado en el barrio Água Mineral, en el municipio de São Gonçalo, estado de Río de Janeiro. El presente artículo tiene como propósito contribuir al fortalecimiento del debate académico y social sobre la replicabilidad de esta iniciativa en otros territorios marcados por situaciones de injusticia ambiental y climática. En este sentido, se propone comprender el modelo de urbanización como una intersección entre justicia ambiental y justicia climática, especialmente en el contexto brasileño y, de manera particular, en el municipio de São Gonçalo. La justicia climática, consagrada en diversos marcos normativos —incluida la Constitución Federal de 1988—, exige un compromiso ético de las generaciones presentes con el cuidado del medio ambiente y con la construcción de un futuro más equitativo. Este compromiso implica transformar los territorios afectados por la injusticia climática en espacios resilientes y seguros frente a los impactos del cambio climático. La experiencia del Centro de Educación Ambiental Génesis evidencia cómo la restauración de fragmentos forestales urbanos de la Mata Atlántica puede constituirse en una herramienta eficaz de adaptación y mitigación en contextos marcados por la injusticia ambiental, contribuyendo así a la reducción de la vulnerabilidad ambiental en áreas periféricas.

Palabras clave: Infraestructura verde urbana; cambio climático; restauración ecológica; justicia ambiental; justicia climática.

Submetido em: 12/03/2025
Aceito para publicação em: 10/06/2025
Publicado em: 10/07/2025

1. INTRODUÇÃO

Os eventos climáticos extremos vêm se intensificando ano após ano em diversas regiões do planeta, incluindo o Brasil, com destaque para o aumento das ondas de calor e a intensificação e frequência de chuvas intensas (Marengo *et al*., 2009; IPCC, 2021). Em 2022, segundo dados da Defesa Civil, 1,5 milhão de pessoas foram atingidas por desastres ambientais relacionados a fortes chuvas na metrópole do Rio de Janeiro. Foram 85 mortos, 358 feridos, 203 desaparecidos, 1994 desabrigados e 15.365 pessoas desalojadas (Observatório do Clima, 2024).

Diferentemente das chuvas, cujos resultados são visíveis e mensuráveis, os efeitos das ilhas de calor formam o que pode ser considerado desastres silenciosos.

Silenciosos, mas perigosos:

Para a saúde humana

> "As ondas de calor causam grande impacto na saúde humana, pois com o aumento excepcional da temperatura de forma repentina, o organismo não consegue se aclimatar às novas temperaturas, desencadeando a ativação do centro de termorregulação do corpo, o que pode sobrecarregar o sistema cardiovascular, respiratório e urinário, contribuindo para uma piora das doenças e agravos relacionados ao calor. O grande tempo de exposição ao sol pode causar risco de insolação, desidratação, queimaduras ou exaustão térmica (Brasil, 2023, p. 3)."

E para as demais formas de vida:

> "Há risco também de causar estresse térmico significativo em todos os organismos vivos como em plantas, afetando a fotossíntese, a respiração, o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução. Também afeta os animais, levando a alterações fisiológicas e comportamentais, como redução da ingestão calórica, aumento da ingestão de água e diminuição da reprodução e do crescimento (Brasil, 2023, p. 3)."

Nesse contexto, destacam-se dois aspectos principais: a escassa atenção dedicada aos impactos das ondas de calor — e, consequentemente, à formulação de estratégias para seu enfrentamento — e a interseção entre injustiça ambiental e injustiça climática. Esses elementos evidenciam a necessidade de refletir sobre formas de enfrentamento específicas para os territórios urbanos periféricos afetados por essas injustiças, que se sobrepõem e se agravam mutuamente. Trata-se, em última instância, de uma violação dos direitos humanos.

Os territórios impactados enfrentam sérias carências de serviços e infraestrutura urbana, além de degradação ambiental e múltiplas formas de violência, questões amplamente abordadas por autores como Maricatto, Santos e outros. Outro problema crucial é a escassez de vegetação, resultante principalmente da destruição de áreas verdes para construção de moradias. Esse processo ocorre tanto por ação do capital imobiliário, que se apropria de vastas áreas para a construção de condomínios luxuosos, onde as áreas verdes são um atrativo, quanto por ações da própria população, fora da dinâmica imobiliária, que avança sobre os remanescentes de vegetação para construir moradias.

A escassez de áreas verdes intensifica os impactos das alterações climáticas, especialmente no que se refere ao fenômeno das ilhas de calor, que se manifesta tanto nas regiões centrais quanto nas periferias urbanas. Nas áreas centrais, a principal causa está na alta concentração de edificações, calçadas e asfaltos, que absorvem e liberam calor de forma mais lenta. Nas periferias, por sua vez, o problema está mais relacionado à supressão da vegetação para dar lugar à construção de moradias.

Com as projeções futuras de aumento das mudanças climáticas e da urbanização as ilhas de calor urbano se intensificaram, especialmente durante ondas de calor (IPCC, 2018). A ilha de calor urbana é uma das mudanças mais significativas na superfície terrestre de áreas urbanas, induzidas pelas atividades humanas, com impactos severos na população urbana que representa mais da metade da população mundial (IPCC, 2007; Zhao *et al*., 2014).

Portanto, a ilha de calor é um fenômeno em que as áreas urbanas e suburbanas apresentam temperaturas superficiais mais altas que as áreas circundantes, principalmente e em relação as áreas rurais vizinhas devido ao uso intensivo de materiais que absorvem e armazenam mais calor na construção das cidades, impermeabilização do solo , degradação de ecossistemas com redução significativa das áreas verdes urbanas, a alta emissão de gases de efeito estufa e poluição, com esse conjunto de fatores, a umidade diminui significativamente devido a diminuição da evaporação (quantidade de vapor) pela resistência a água da chuva que escorre pelas construções urbanas, além da redução drástica de ventilação, impedindo dissipar o calor (IPCC, 2007; 2018; Gartland, 2010; Zhao *et al*., 2014; Maruta; Kawai, 2018)

Como estratégia de mitigação, Solecki *et al.* (2005), Zhao *et al*. (2014), IPCC (2018), Maruta e Kawai (2018) propõem a ampliação da cobertura vegetal nas cidades para mitigação e adaptação a ilha de calor em áreas urbanas. Os autores destacam diversas tipologias de

florestas urbanas capazes de amenizar as temperaturas, tais como ruas arborizadas, canteiros centrais, praças, parques, bosques, jardins públicos e quintais residenciais. Essas estruturas promovem o resfriamento localizado do ambiente urbano, caracterizado como “ilhas de frescor urbano”.

Contudo, apesar dos benefícios amplamente reconhecidos, os mesmos autores alertam para lacunas ainda existentes no conhecimento científico, especialmente no que diz respeito à eficácia comparativa entre os diferentes tipos de áreas verdes e à relação entre a dimensão dessas áreas e a intensidade do efeito de resfriamento gerado.

A pretensão do presente artigo é relacionar a restauração ecológica de fragmentos florestais urbanos aos desafios vivenciados por comunidades periféricas, o estudo ressalta a necessidade de integrar esses remanescentes verdes às estratégias de adaptação climática. Frequentemente negligenciados pelas políticas públicas, esses fragmentos se mostram eficazes na mitigação dos efeitos das ilhas de calor e na criação de microclimas urbanos mais amenos, contribuindo diretamente para a melhoria das condições de vida em áreas socialmente vulneráveis.

Além disso, ao documentar empiricamente os impactos da restauração de um fragmento da Mata Atlântica localizado no bairro Água Mineral, em São Gonçalo (RJ), o trabalho reforça a importância da articulação entre ciência, território e justiça socioambiental. Contribuindo com discussões e reflexões, além da academia, no papel estratégico das áreas verdes urbanas na regulação microclimática e na construção de ambientes urbanos mais saudáveis e equitativos.

2. INJUSTIÇA AMBIENTAL E URBANIZAÇÃO: INTERSECÇÕES COM A CRISE CLIMÁTICA

Conforme apontado na introdução, há uma intersecção entre as injustiças ambientais e climáticas. Considerando a importância de debater esse tema, será discutido, a seguir, as injustiças ambientais no contexto da urbanização brasileira.

> A injustiça ambiental ocorre quando “sociedades desiguais destinam a maior carga dos danos ambientais do desenvolvimento a grupos sociais de trabalhadores, populações de baixa renda, grupos raciais discriminados, populações marginalizadas e mais vulneráveis” (Herculano, 2002, p.19).

Nesse sentido, para compreender os fundamentos da justiça ambiental e seu papel no enfrentamento dessas desigualdades, é necessário analisar suas múltiplas dimensões.

Peralta, Alvarenga e Augustin (2014, p. 17) facilitam a compreensão do conceito de justiça ambiental ao formularem que:

> "[...] um conceito que abrange as dimensões ecológica, ética, social e econômica, buscando resolver conflitos ambientais. Ela enfrenta o desafio de conciliar a realidade da natureza com a realidade da sociedade na era da segunda modernidade, que é caracterizada pela influência da ciência e das relações econômicas. A justiça ambiental procura encontrar equilíbrio entre esses dois aspectos, promovendo uma abordagem sustentável e equitativa em relação ao meio ambiente."

Complementando essa perspectiva, outros autores destacam o papel central da economia e do modelo de desenvolvimento na produção de injustiças ambientais. De acordo com Souza e Gomes (2016), a justiça ambiental está intimamente ligada ao fator econômico, sendo abordada no contexto da sociedade de risco e do modelo consumista predominante. Rammê (2012, *apud* Souza; Gomes, 2016) enfatiza que a expressão justiça ambiental abrange um conjunto de princípios éticos que visam influenciar uma nova racionalidade socioambiental no atual estágio do capitalismo de consumo.

Essa realidade de desigualdade ambiental está diretamente relacionada à forma como os espaços urbanos são organizados. As injustiças ambientais não ocorrem de maneira isolada, mas se entrelaçam com os processos históricos e sociais que moldam o território urbano, refletindo e aprofundando desigualdades sociais e econômicas. Nesse contexto, torna-se fundamental compreender como a urbanização brasileira contribui para a produção e perpetuação dessas desigualdades.

O modelo de urbanização brasileiro é baseado na segregação espacial e exclusão social. É importante ressaltar que a segregação socioespacial consiste na divisão do espaço urbano entre integrados (incluídos) e não integrados (excluídos), sendo percebida com maior clareza nas grandes cidades, pois estas, além de se concentrarem em um maior número de indivíduos, tornam mais explícita a forma desigual com que o espaço é apropriado pelas classes sociais.

> "Nesse sentido, a segregação socioespacial existente nas cidades é indicativa que as premissas, dentro da arquitetura urbana, são previamente estabelecidas e desigualmente adequadas" (Liberato, 2007, p. 16-17).

Espaços de injustiça ambiental e zonas de sacrifício são uma realidade que pode ser vista em diferentes países, na maioria das cidades. O município de São Gonçalo segue a tendência. Segundo Acselrad (2004), áreas caracterizadas por diversos problemas sociais e ambientais, bem como por desigualdade ambiental, são referidas como "zonas de sacrifício". Nessas localidades, ocorre a combinação de decisões de instalação de empreendimentos ambientalmente prejudiciais com a presença de atores políticos e econômicos empenhados em atrair investimentos, independentemente do custo social e ambiental envolvido. Esses dois processos tendem a predominar em regiões onde se concentram residentes de baixa renda, com pouca capacidade de se fazerem ouvir nos meios de comunicação e nas esferas de tomada de decisão.

O enfrentamento da situação climática de São Gonçalo requer, obrigatoriamente, um amplo debate, do qual tomem parte, distintos segmentos, no qual o modelo de urbanização, seja discutido no contexto das injustiças climáticas e ambientais, na construção de novos modelos de organização da cidade, de modo a prover todos os territórios com os serviços e equipamentos urbanos, inclusive a oferta de áreas verdes.

Diversos estudos, incluindo os relatórios do IPCC (2007, 2018), bem como as obras de Gartland (2010), Murata e Kawai (2018), indicam que o modelo de urbanização de uma cidade pode modificar padrões climáticos locais pela formação de microclimas devido a influência de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos como as construções e suas partes constituintes, ruas, praças e áreas verdes urbanas (Andrade, 2005). Essas modificações frequentemente resultam em aumento da temperatura e da precipitação, além de uma redução na umidade do solo em áreas altamente urbanizadas, em contraste com regiões menos urbanizadas e com maior cobertura vegetal (Murata; Kawai, 2018). Uma das estratégias é a restauração, conservação e implementação de áreas verdes urbanas que exercem a função de retenção de água e dissipação do calor (Murata; Kawai, 2018).

3 A JUSTIÇA CLIMÁTICA É UM DIREITO

A severidade dos impactos das mudanças climáticas depende, segundo relatórios do IPCC (2014, 2018), de uma relação entre ameaça, exposição, sensibilidade, capacidade adaptativa, vulnerabilidade, impacto potencial e risco.

A vulnerabilidade se dá pela sensibilidade e capacidade adaptativa, portanto como resultado dos processos políticos e econômicos advindos do capitalismo que culminam em desigualdade socioeconômicas, com pessoas marginalizadas socialmente, economicamente, culturalmente, politicamente e institucionalmente (IPCC, 2014, 2014a). Em sua maioria, são especialmente vulneráveis às alterações climáticas, analfabetos, pobres, homens pretos, mulheres pretas, mulheres pardas vivendo em zonas periféricas, que também são as áreas com menor acesso a ecossistemas de qualidade, sendo altamente degradados ou inexistentes.

Portanto, a justiça climática é também uma reflexão das desigualdades sociais, se deve destacar que os impactos das mudanças climáticas afetam toda a humanidade, porém a parcela da sociedade com maior poder econômico, é consideravelmente menos afetada pelos efeitos devastadores das inúmeras alterações climáticas, tais como as ilhas de calor, as grandes inundações, enchentes, alagamentos, deslizamentos de terra dentre outros impactos, uma vez que, possuem maior oportunidade para adaptação às mudanças climáticas, assim como, acesso a melhores serviços e equipamentos públicos e particulares.

Os autores Milanez e Fonseca (2011), consideram que "o conceito de justiça ambiental surge como um desdobramento do paradigma da Justiça Ambiental e da percepção de que os impactos das mudanças climáticas atingem de forma e intensidade diferentes grupos sociais distintos (Milanez; Fonseca, 2011).

O paradigma da justiça ambiental propõe que as políticas públicas, estratégias de redução de riscos e a construção de infraestrutura sejam fundamentadas em uma abordagem holística, preventiva e orientada por uma governança participativa (MILANEZ; FONSECA, 2011). Sendo uma governança participativa que deve envolver a sociedade, promover o fortalecimento das comunidades, fomentar a cooperação intersetorial e interinstitucional, além de incentivar a colaboração entre setores públicos e privados (MILANEZ; FONSECA, 2011).

> O conceito de justiça climática é utilizado para se referir a disparidades em termos de impactos sofridos e responsabilidades no que tange aos efeitos e às causas das mudanças do clima. Os defensores da Justiça Climática argumentam que aqueles que são os menos responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa serão aqueles que mais sofrerão com os impactos das mudanças climáticas (Milanez; Fonseca, 2011, p. 87).

Contudo, deve-se reconhecer que a crise não é somente ambiental ou climática, porém é também uma crise social tangenciando os direitos humanos que apresenta como princípios: direitos à vida, à saúde, à moradia adequada, à alimentação, à água potável e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado que afetados pelos efeitos das alterações climáticas, são agravados especialmente entre populações vulneráveis e comunidades marginalizadas (Rangel, 2017). Direitos esses em que o Basil é signatário, presente na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB, 1988), que determina em seu artigo 225, o seguinte: “todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, para uso comum, sendo fundamental para a qualidade de vida”.

Nesse contexto, os instrumentos legais no Brasil asseguram a manutenção do direito a um ambiente de qualidade, fundamentado em um compromisso ético, de cuidado e respeito com o meio ambiente, especialmente diante dos efeitos das mudanças climáticas, resultantes de ações antrópicas, cujos impactos sobre a humanidade têm se intensificado de forma acelerada, podendo ser irreversível. Sendo esse um compromisso ético que engloba o estabelecimento de uma noção de solidariedade ambiental. Que envolve a capacidade de crescimento e a reverência pela conservação e salvaguarda dos ecossistemas, uma vez que o grau de devastação em que estão situados contribui para a aceleração da emergência climática (Azevedo, 2023).

São Gonçalo faz parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), ocupando uma área periférica com 228 Km², organizada em cerca de quase 100 bairros e sub-bairros. Segregação espacial, exclusão social, injustiça ambiental e injustiças climáticas podem ser identificadas mediante diversos indicadores.

A partir dos anos 1970, o processo de ocupação do município se intensificou, com a abertura de loteamentos clandestinos destinados a trabalhadores que se deslocavam diariamente, saindo pela manhã e retornando à noite. Devido a essa movimentação cotidiana, o município passou a ser classificado como uma cidade-dormitório. Muitos desses loteamentos foram implantados em áreas remanescentes de Mata Atlântica, contribuindo para sua destruição.

Uma das marcas da cidade era a ausência ou precariedade dos serviços e equipamentos urbanos, o que caracterizava, em certa medida, situações de racismo ambiental — ainda que não constituídas de forma intencional.

Nas décadas de 1980 e 1990, com a crise econômica enfrentada pelo país, muitas pessoas buscaram São Gonçalo como local de moradia. Áreas de mangue, margens de rios e encostas foram alguns dos destinos "escolhidos". Nesse período, também foram implantados condomínios populares em regiões ambientalmente frágeis, como próximo de manguezais.

A partir da segunda metade dos anos 1990, episódios de alagamentos passaram a ser frequentes. O estrangulamento dos rios pela ocupação de suas margens, o aterramento de manguezais e o lançamento de dejetos em encostas e cursos d'água passaram a compor um cenário recorrente de tragédias ambientais.

Nos anos 2000, os impactos dos eventos climáticos extremos se intensificaram na cidade, em decorrência da ocupação de áreas de ecossistemas frágeis, do descarte de resíduos sólidos em rios e encostas e, sobretudo, da ausência de cobertura vegetal.

A área de Mata Atlântica foi intensamente ocupada, restando apenas pequenas manchas de vegetação. Além disso, enchentes, deslizamentos de terra e ondas de calor tornaram-se eventos frequentes na cidade, afetando principalmente os bairros habitados pela população mais empobrecida. Nesse cenário, a injustiça ambiental e a injustiça climática passaram a se interseccionar.

Segundo o sexto relatório do IPCC (2021), se destaca as áreas verdes urbanas como uma estratégia importante na mitigação dos efeitos de ilhas de calor e na redução da vulnerabilidade às ondas de calor. Uma vez que as áreas verdes urbanas contribuem na diminuição de temperaturas urbanas ao fornecer sombra, promover evapotranspiração e melhorar a circulação do ar dissipando o calor das atividades antropogênicas, sendo uma estratégia de adaptação a populações vulneráveis as mudanças climáticas nos efeitos adversos de temperaturas extremas e eventos de calor intenso (IPCC, 2021).

A impermeabilização do solo pelas construções urbanas de prédios, asfalto, pavimentação, edificações etc. altera significativamente o balanço hídrico e a regulação hídrica em escalas locais (Murata; Kawai, 2018). Essa degradação do solo com a degradação das áreas florestadas aumenta a vazão máxima, o volume total de escoamento e a fluidez do fluxo, especialmente durante eventos climáticos extremos e chuvas intensas, agravando problemas de alagamentos e enchentes (Murata; Kawai, 2018).

As áreas verdes urbanas apresentam maior permeabilidade do solo permitindo que parte da precipitação caia infiltre-se pelas estruturas porosas do perfil do solo, evapore

parcialmente para atmosfera e pode ser eventualmente realocada em corpos d'água (Murata; Kawai, 2018).

Em um município com as características socioambientais como São Gonçalo, as ampliações das áreas verdes podem abranger desde a introdução de pequenos pomares nos quintais até a recuperação de áreas nos espaços remanescentes de Mata Atlântica, sejam de pequeno, médio ou grande porte.

4 EXPERIÊNCIA DO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL GÊNESIS

No Brasil, nos últimos anos, principalmente no Estado do Rio de Janeiro, são recorrentes os episódios dos impactos à população pelas mudanças climáticas com aumento da frequência e intensidade dos Eventos Climáticos Extremos (ECE). Segundo o IPCC (2012) e Rodrigues (2013), os ECE são: ondas de calor mais intensas e prolongadas; estiagem e seca severas e prolongadas com o aumento de queimadas e incêndios; tempestades intensas e frequentes com inundações bruscas e graduais, alagamentos, enchentes e deslizamentos; aumento da frequência de raios, ciclones tropicais e extratropicais, tornados e vendavais.

E é nesse contexto de zona periférica que o fragmento florestal urbano de Mata Atlântica abordado no presente artigo tem promovido sua restauração ecológica para garantir à todas as pessoas o acesso a um meio ambiente saudável e seguro, independentemente de sua raça, classe social ou localização geográfica. Sendo necessário se pensar em cidades como uma paisagem multifuncional permeada por áreas verdes urbanas, independente do seu tamanho, deve-se introduzir áreas verdes na paisagem urbana, assim como mobilizar esforços na recuperação e conservação dos fragmentos florestais existentes.

O Centro de Educação Ambiental Gênesis (CEA Gênesis), é uma instituição cuja missão é educar para a sustentabilidade de forma ampliada e progressiva. A instituição está localizada em um fragmento florestal urbano da Mata Atlântica. Com cerca de 100.000m², o fragmento florestal da Mata Atlântica está localizado nas coordenadas latitude 22° 50´ 12.23" e longitude S 43° 1´ 11.28" W no sub-bairro Água Mineral, no município de São Gonçalo-RJ, município faz parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, ver figura 1. O clima no município de São Gonçalo é caracterizado como ameno e seco, variando entre a temperatura máxima anual de 33º e a mínima de 12º (Prefeitura de São Gonçalo, 2023). Segundo Buck (2020, p. 15), "a

estação quente perdura por 2,7 meses no período de 25 de dezembro a 15 de março. A temperatura máxima média diária fica acima de 30 °C.”

Figura 1 - Localização do Fragmento de Mata Atlântica do Centro de Educação Ambiental Gênesis.



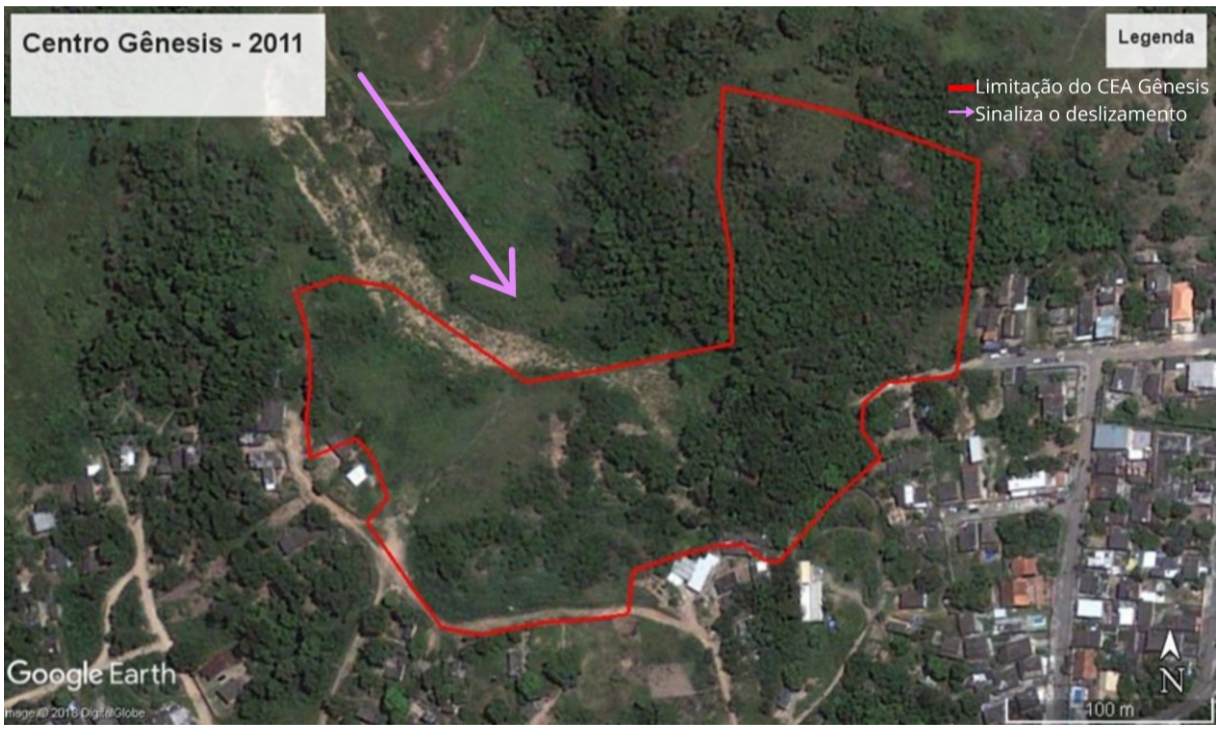
Fonte: Acervo do CEA Gênesis (2025). Org. Autores 2025

Água Mineral é um dos sub-bairros do município de São Gonçalo. Já foi chamado de Águas Francesas porque possuía fontes de águas cristalinas. Cortado pelo rio Colubandê, afluente do rio Alcântara, está localizado no que restou do fragmento de Mata Atlântica que até os anos 70 apresentava uma série de nascentes, a maior parte localizada no que hoje é um local conhecido como grotão (Vieira *et al*., 2016; Gouveia, 2017).

Os autores Lima e Armond (2021), numa análise da série histórica de 1970 a 2019 na caracterização de eventos extremos e tendências para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) destaca o ano de 2010 com ocorrência de evento pluviométrico extremo. Que para o município de São Gonçalo se refere aos dias 5 e 6 de abril de 2010 que resultou em um cenário catastrófico no município com registros de alagamentos, enchentes ocasionadas pelo transbordamento dos rios e deslizamentos de terras, refletindo em prejuízos materiais e financeiros e as perdas de vidas que são irreversíveis (Armond *et al*., 2010). Em janeiro de 2011, o Rio de Janeiro registra outro evento climático pluviométrico extremo atinge todo o estado ocasionado impactos severos, principalmente na Região Serrana do estado considerada uma das maiores tragédias ocorridas no Brasil, no município de São Gonçalo não

foi diferente reverberando os impactos desse fático janeiro de 2011, no sub-bairro Água Mineral com enchentes, alagamentos e deslizamentos. Um dos casos de deslizamentos ocorreu próximo à área do fragmento onde se localiza o CEA Gênesis, ao qual se trata de uma área florestada privada em que à prática de remoção da cobertura vegetal é usual (figura 2).

Figura 2 – Deslizamento nas fortes chuvas de janeiro de 2011, área vizinha ao fragmento de atuação do CEA Gênesis.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2025). Org. Autores 2025

Em estudos de ilha de calor na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, realizaram análise considerando a estimativa de temperatura de superfície continental (TSC), por meio de sensoriamento remoto, o que permite uma análise detalhada da distribuição térmica no território, portanto os autores Lucena (2012); Sena, França e Peres (2014); e Meireles, França e Peres (2014) aponta São Gonçalo como um dos municípios da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro que apresentaram um dos TSC mais elevados estimadas tanto na primavera e verão (em torno de 54°C e, por vezes, superando 63°C) como no outono e inverno (entre 39°C a 42°C), correspondem a áreas mais urbanizadas.

> Segundo Lucena (2012, p. 194), Niterói e São Gonçalo formam uma mancha conurbada de temperatura muito elevada, estabelecida principalmente ao longo da BR-101. Em São Gonçalo, além dos bairros ao longo da BR, são incorporados alguns outros, mais interioranos, como Trindade e Colubandê,

desta vez edificados em torno da rodovia Niterói-Manilha e da rua Doutor Nilo Peçanha.

O fragmento de Mata Atlântica no qual o CEA Gênesis está localizado, foi identificado no final dos anos 80, constituído por pequenas manchas de vegetação, pequeno riacho, com grande beleza natural, mas comprometida pelo acúmulo de lixo e degradação provocada por queimadas, corte de madeira, caça e retirada de areia. O local também era utilizado como área de pastagem.

A restauração ecológica do fragmento florestal urbano de Mata Atlântica iniciou-se em 2002, com o plantio intuitivo de sementes coletadas em parques, jardins botânicos e logradouros. Além de mudas doadas por diversas instituições públicas e privadas, e compradas de locais credenciados pelo Sistema Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM). Tanto na aquisição de sementes quanto de mudas, foi priorizada a escolha de espécies nativas da Mata Atlântica.

Posteriormente, com o sucesso de sobrevivência dos primeiros plantios, o processo de restauração ecológica do fragmento de Mata Atlântica foi sistematizado em 2016. O método utilizado para acelerar a recuperação do fragmento, que se apresentava com uma pequena diversidade de espécies, foi realizado o enriquecimento em faixa com plantio alternado em linhas entre espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímáxes nativas da Mata Atlântica, seguindo da base do morro para o topo (Ferretti, 2002; Moraes *et al*. 2013).

Em sinergia com o trabalho técnico na restauração ecológica do fragmento, implementou um sistema de compostagem para a produção de substrato rico em matéria orgânica e a produção de mudas alocadas no viveiro da instituição, sendo preparadas para o plantio. Além disso, se iniciou com a comunidade um trabalho de educação ambiental, por meio de eventos, como o Encontro Amigos da Mata Atlântica, que promove ações de plantio e outras ações para cessar as atividades de degradação.

Como um dos resultados mais significativos, a restauração ecológica no fragmento urbano de Mata Atlântica demonstrou um aumento na cobertura vegetal, comparando os dados de 2003 (Figura 03) com os de 2023 (Figura 04), sendo este último ano posterior às ações de restauração ecológica implementadas na área.

Figura 3 - Fragmento florestal urbano de Mata Atlântica no CEA Gênesis de 2003.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2025). Org. Autores 2025

Figura 4 - Fragmento florestal urbano de Mata Atlântica no CEA Gênesis de 2023.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2025). Org. Autores 2025

Na identificação florística realizada em 2017, que não considerou plantas ornamentais, palmeiras, pteridófitas e briófitas, com o auxílio do livro "Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil" (Lorenzi, 2002) e o Herbário Virtual Reflora foi realizado a identificação de espécies vegetais nativas da Mata Atlântica no fragmento florestal urbano no CEA Gênesis, ver tabela 1.

Tabela 1 – Levantamento florístico no fragmento florestal urbano no CEA Gênesis em São Gonçalo/RJ.

Família	Nome Popular	Espécie	N° de indivíduos
Anacardiaceae	Aroeira	*Schinus tarebenthifolius*	45
Bignoniaceae	Ipê verde	*Cybistax antisyphilitica*	01
	Ipê amarelo	*Handroanthus chrysotrichus*	15
Euphorbiaceae	Andá-assu	*Joannesia princeps*	02
Cesalpinioide (Leguminosae)	Pau-ferro	*Caesalpinia leiostachya*	08
	Pau-brasil	*Paubrasilia echinata*	73
	Pau-jacaré	*Piptadenia gonoacantha*	237
Malvaceae	Paineira	*Ceiba speciosa*	17
Melastomaceae	Quaresmeira	*Tibouchina granulosa*	05
Myrtaceae	Pitanga	*Eugenia uniflora*	09
	Jaboticaba	*Myrciaria grandifolia*	21
	Goiabeira	*Psidium guajava*	09
Urticaceae	Embaúba	*Cecropia pachystachya*	41
08		13	483

Com o aumento da cobertura vegetal de espécies nativas da Mata Atlântica, como resultado da restauração ecológica promovida no fragmento, pode-se inferir a criação de um microclima que é uma condição de melhoria da temperatura, circulação de vento e umidade da área, acrescido da qualidade do ar uma vez que a vegetação age como um purificador, segundo Gomes e Soares (2003) pela fixação de poeira e materiais residuais e partículas suspensas e a ciclagem de gases realizadas na fotossíntese.

Segundo Ferreira, Carrilho e Mendes (2015, p. 114), "[...] quanto maior a área vegetada maior é a absorção de energia radiante e menor reflexão de calor para o ambiente". As áreas verdes urbanas funcionam como ilhas de frescor, em contrapartida, às ilhas de calor instaurado pelas edificações no ambiente urbano. O termo ilha de calor foi usado pela primeira vez pelo pesquisador Lucke Howard em um documento produzido a partir do estudo sobre o clima de Londres, em 1818, que detectou um "excesso de calor artificial" (Gartland,

2011). As ilhas de calor são definidas como às áreas urbanas e suburbanas que na mudança de uso do solo de áreas antes florestadas, como as florestas tropicais da Mata Atlântica, convertidas em áreas construídas, aumentam a absorção e retenção de calor devido aos materiais utilizados na construção, geralmente escuros que prontamente absorvem e armazenam mais calor do sol e a poluição atmosférica que modifica o saldo de radiação de uma cidade (Gartland, 2011).

As ilhas de calor têm influência direta na qualidade de vida da população por estarem intimamente relacionado a ambientes propensos a golpe de calor, exaustão pelo calor e síncope por calor, além, das temperaturas elevadas pode ter implicações sérias em quadros de doenças crônicas como diabetes, doenças cardiovasculares e arterial. Esse cenário se agrava em zonas periféricas em que a sensação térmica em temperaturas intensas se potencializa em meio ao crescimento desordenado com construções que não são projetadas para amenizar as altas temperaturas e ausência de áreas vegetadas ou as existentes apresentam baixa qualidade ambiental.

Portanto, as ilhas de frescor formada pelas áreas urbanas verdes oferecem conforto térmico em áreas urbanas pela amenização da temperatura e aumento da umidade relativa do ar devido à cobertura vegetal, principalmente de estrato arbóreo, que reduz a incidência de radiação solar criando sombra, absorvem a radiação solar utilizando em seus processos bioquímicos e atenua as temperaturas do ar ao redor e a sotavento pela evapotranspiração, criando um microclima (Gartland, 2011; Ferreira; Carrilho; Mendes, 2015; Martini; Biondi; Batista 2017).

No fragmento florestal de Mata Atlântica do CEA Gênesis, é possível observar uma fauna diversificada com a presença de anfíbios, répteis, aves, mamíferos, minhocas e formigas, entre as aves os beija-flores já se reproduzem naturalmente no fragmento (figura 4).

Figura 4 - Reprodução de beija-flor no fragmento florestal de Mata Atlântica do Centro de Educação Ambiental Gênesis.



Fonte: Acervo do CEA Gênesis (2025)

Porém, entre a fauna observada a presença das borboletas (figura 5), que inclusive vem se reproduzido no fragmento nos meses de junho a julho, vários autores como Acer (2015), Tenório *et al.* (2021), Murari *et al*. (2020), Furlanetti (2010) e Moreira e Alvarenga (2022), consideram as borboletas bioindicadores da qualidade do ar, por serem altamente sensíveis às alterações ambientais, principalmente as relacionadas a poluição presente no ar.

Figura 5 - Borboletas encontradas no fragmento florestal urbano de Mata Atlântica do Centro de Educação Ambiental Gênesis.



Fonte: Acervo do CEA Gênesis (2025).

Outro elemento que pode ratificar a qualidade do ar encontrado no fragmento florestal é a presença de líquens, são bioindicadores da qualidade ambiental em relação a poluentes do ar consolidados pela literatura. Segundo Klumpp *et al*. (2001), Piqué *et al*. (2005), Spielmann e Marcelli (2006), Raven, Evert, Eichhorn (2007), Maki *et al*. (2013) e Santos (2018), os líquens são constituídos de uma associação simbiótica que ocorrem entre um componente

fúngico e uma população de algas filamentosas ou cianobactérias são sensíveis a qualquer tipo de contaminação atmosférica, em caso de elevados níveis de poluição desaparecem totalmente, fenômeno denominado “deserto liquênico”.

A experiência realizado pelo CEA na restauração de um fragmento florestal urbano de Mata Atlântica, não pretende aqui apresentar um estudo de avaliação ou monitoramento por meio de bioindicadores do sucesso da restauração ecológica realizada na área, porém que investimentos e articulações do governo, empresas privadas, sociedade civil e terceiro setor na conservação, criação e restauração ecológica de áreas verdes urbanas, principalmente de fragmentos florestais de biomas tão ameaçados como a Mata Atlântica são promissores no enfrentamento das mudanças climáticas tanto como medida de adaptação e estratégia de mitigação. São áreas que ao serem restaurados seus processos ecológicos, consequentemente a sua qualidade ambiental, armazenam carbono e propiciam áreas de microclimas com menor temperatura e maior conforto térmico, principalmente diante dos ECE de ondas de calor previstas e ocorridos em 2023.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como mencionado anteriormente, este artigo tem como objetivo contribuir para a ampliação dos debates e para a possível replicação da experiência em outros territórios, também marcados pelas injustiças ambiental e climática.

Diante das chamadas zonas de sofrimento as áreas onde as populações se encontram em extrema vulnerabilidade social e total abandono pelo poder público, as quais costumam ser habitadas pelo enorme contingente de pessoas pobres, eis que surge uma janela de frescor e de verdadeira revitalização.

É importante destacar que as zonas de sofrimento não surgiram do nada, estas foram a escolha que restou aos mais vulneráveis, como opção de moradia, ainda que em espaços altamente degradados.

É estratégico a presença das áreas verdes urbanas em bairros periféricos. A restauração do fragmento florestal urbano de Mata Atlântica no CEA Gênesis, no bairro Água Mineral em São Gonçalo-RJ, onde se concentra uma comunidade vulnerável aos impactos negativos das mudanças climáticas, sendo marginalizados e os mais afetados, com menor

capacidade adaptativa, pode se um modelo de replicação para os bairros periféricos presentes em todo Brasil com características compartilhas ao bairro de atuação do CEA Gênesis, sendo uma estratégia no combate à injustiça ambiental promovendo acesso ao maio ambiente de qualidade e resiliência aos sistemas urbanos aos impactos das mudanças climáticas.

As ondas de calor que invariavelmente são uma condição climática que se estabelece todas as vezes que as temperaturas estão no mínimo 5 graus acima da média ou acima do normal para determinada época do ano e tal condição se mantém por no mínimo três dias. É um dos impactos das mudanças climáticas, que não é um problema do Brasil, porém um desafio global no seu enfrentamento, principalmente em bairros periféricos que são os mais afetados e possuem sistemas ambientais mais fragilizados. O que torna estratégico e eficaz o investimento na preservação, recuperação e restauração de pequenos, médios e grandes fragmentos florestais garantindo ambientes de qualidade e segura, como ilhas de frescor, principalmente em periferias que têm limitações no enfrentamento das altas temperaturas das ilhas de calor potencializadas pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, H. O clima urbano-natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra**, v. 40, n. 80, 2005.

ARCE, P. A. **Borboletas como indicadores biológicos de qualidade do ar: um estudo nos parques urbanos da cidade de Osasco–SP**. 2015. 115 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Sustentabilidade)–Universidade Nove de Julho, São Paulo.

ARMOND, N. B.; ROSA, L. C. M.; CARVALHO, L. C. de; MOURA, M. P.; SALGADO, C. M. Variabilidade espaço-temporal da precipitação na região do município de São Gonçalo – RJ. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA**, 9., 2010, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2010. v. 1, p. 1-10. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nubia-Armond/publication/301567246_Variabilidade_espaco-temporal_da_precipitacao_na_regiao_do_municipio_de_Sao_Goncalo_-_RJ/links/571a95da08ae7f552a473453/Variabilidade-espaco-temporal-da-precipitacao-na-regiao-do-municipio-de-Sao-Goncalo-RJ.pdf. Acesso em: 9 jan. 2024.

AZEVEDO, N. B. P. de. **A política climática atravessou a praça? Um panorama da judicialização do clima a partir do meio ambiente no Supremo Tribunal Federal**.2023. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Direito Constitucional) - Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, Brasília, 2023.

BLANK, D. M. P**.** O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas: **the context of climate changes and its victims**. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 157–172, maio/ago. 2015.

BOURDIEU, Pierre. **A Miséria do mundo**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1997

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Nota Técnica nº 18/2023-SVSA/MS**.** Ministério da Saúde: Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. 2023. Disponível em: https://www.cosemssp.org.br/wp-content/uploads/2023/12/Nota_Te%CC%81cnica_18_2023.pdf. Acesso em: 05 jan. 2024.

BRASIL. Decreto nº 5.445, de 6 de maio de 2005. **Promulga o Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, de 11 de dezembro de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 maio 2005.Disponível em: https://legis.senado.leg.br/norma/572050#:~:text=PROMULGA%20O%20PROTOCOLO%20DE%20QUIOTO,UNIDAS%20SOBRE%20MUDAN%C3%87A%20DO%20CLIMA. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRASIL. Decreto nº 9.578, de 23 de novembro de 2018. Regulamenta a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, para dispor sobre a composição do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e o Fundo Amazônia, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 nov. 2018.

BRASIL. Decreto nº 99.280, de 6 de junho de 1990. Promulga a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e o Protocolo de Montreal, de 16 de setembro de 1987. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jun. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99280.htm#:~:text=DECRETA%3A,inteiramente%20como%20neles%20se%20cont%C3%AAm. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009**.** Institui o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 dez. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12114.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.114%2C%20DE%209%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202009.&text=Cria%20o%20Fundo%20Nacional%20sobre,Art. Acesso em: 14 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 150, de 19 de maio de 2016. Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)**.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 maio 2016.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187. htm. Acesso em: 17 jan. 2024.

BUCK, C. R. B. **Avaliação de materiais urbanos na melhoria do conforto térmico no bairro de Jardim Catarina em São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro**. 2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura Urbana). Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2020.

FERREIRA, L. F. de; CARRILHO, S. T.; MENDES, P. C**.** Áreas verdes urbanas: uma contribuição aos estudos das ilhas de frescor. **Brazilian Geographical Journal: geosciences and humanities research medium**, v. 6, n. 2, p. 101-120, 2015.

FERRETTI, A. R. **Fundamentos ecológicos para o planejamento da restauração florestal**. A restauração da mata atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo: Embrapa Florestas, p. 21-26, 2002.

FURLANETTI, P. R. R. **A comunidade de borboletas frugívoras de áreas em Processo de restauração, fragmentos de floresta Estacional semidecidual e pastagens**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Estadual Paulista" Júlio de Mesquita Filho, São Paulo.

FURTADO, Fabrina. **De zonas de sacrifício à luta por justiça ambiental: a cidade é feita pra quem?** Coletiva, Recife, n. 24, Coletiva. fev.mar.abr.mai. 2019. Disponível em https://www.coletiva.org/dossie-direito-a-cidade-n24-de-zonas-de-sacrificio-a-lutas-por-justica-ambiental.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de textos, 2011.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**: Revista Eletrônica de Geografia, v. 1, n. 1, p. 19-29, 2003.

GOUVEIA, A. G**. Escassez hidrossocial e abastecimento de água: o caso do município de São Gonçalo, Rio de Janeiro**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

HERCULANO, S. **Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil**.In: I ENCONTRO da ANPPAS, 2002. Disponivel em: https://www.professores.uff.br/selenehercul ano/wp- 145 content/uploads/sites/149/2017/09/Riscos__v4_e_desigualdade_social.pdf Acessado em: 10 maio 2025.

IPCC. **Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. In:Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., Linden van der P.J. and . Hanson C.E, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, p.976. 2007.

IPCC. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. **A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. In:Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D, p. 594. 2012.

IPCC. **Alterações Climáticas: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas**. In: Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea e L.L. White (eds.)]. Organização Meteorológica Mundial (WMO), Genebra, Suíça, 34 págs. 2014. (em Árabe, Chinês, Inglês, Francês, Russo e Espanhol. Disponíve em: <https://www.ipcc.ch/> Acesso em: 18 de nov. 2023

IPCC. **Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.In: Mimura, N., R.S. Pulwarty, D.M. Duc, I. Elshinnawy, M.H. Redsteer, H.Q. Huang, J.N. Nkem, and R.A. Sanchez Rodriguez. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 869-898. 2014a.

IPCC. Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: *Global Warming of 1.5°C.* **An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [**Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Pres. P. 539-562, 2018.

IPCC. **Summary for Policymakers: climate change 2021** – the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [MASSON-DELMOTTE, V., ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S. L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M. I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J. B. R.; MAYCOCK, T. K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU B. (Ed.)]. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

KIKSTRA, J. S. *et al*. The IPCC Sixth Assessment Report WGIII climate assessment of mitigation pathways: from emissions to global temperatures. ***Geoscientific Model Development***, v. 15, n. 24, p. 9075–9109, 2022.

KLUMPP, A. ANSEL, W. KLUMPP, G. FOMIN. A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas 17bioindicadoras (EuroBionet). **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.4 (suplemento), p. 511-518, dez. 2001.

LIBERATO, R. de C. **Cidade e exclusão: o lugar de moradia dos excluídos: o caso de Belo Horizonte**. 2007. 262 f. Tese (Doutorado) -Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_LiberatoRC.pdf. Acesso em: 02 jan. 2024.

LIMA, S. S.; ARMOND, N. B. **Chuvas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: caracterização, eventos extremos e tendências**. Sociedade & Natureza, v. 34, 2022. Disponível em: https://www.redalyc.org/journal/3213/321370368040/321370368040.pdf. Acesso em: 13 jan. 2024.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

MAKI, E. S.; SHITSUKA, R.; BARROQUEIRO, C. H.; SHITSUKA, D. M. Utilização de bioindicadores em monitoramento de poluição. **Biota Amazônica**. v.3, n.2. 2013. Disponível em: https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/705/v3n2p169-178.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2007.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S., ZEE, D. M. W. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil.Fbds - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável**, p. 76., 2009.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Influência das diferentes tipologias de floresta urbana na atenuação dos extremos meteorológicos. **Advances in Forestry Science**, v. 4, n. 3, p. 125–129, 2017.

MEMON, R. A.; LEUNG, D. Y. C.; CHUNHO, L. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. **Journal of Environmental Sciences, Beijing**, v. 20, p. 120–128, 2008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074208600194. Acesso em: 20

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. Justiça climática e eventos climáticos extremos: uma análise da percepção social no Brasil. **Revista Terceiro Incluído**, v. 1, n. 2, p. 82-100, 2011.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; PEREIRA, T. S.; LUCHIARI, D. C. Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no estado do Rio de Janeiro**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro**. 2013.

MOREIRA, L. R.; ALVARENGA, C. E. J. *12* Borboletas Frugívoras. **Amostragem e monitoramento de fauna e flora na floresta estacional**, p. 125, 2022.

MURARI, L. **Dinâmica da massa corpórea em borboletas da tribo Ithomiini (Lepidoptera, Danainae) ao longo do ciclo anual.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP; Instituto Butantan, São Paulo, 2020. Disponível em: https://repositorio.butantan.gov.br/handle/butantan/3738. Acesso em: 11 jan. 2024.

NOBRE, Carlos *et al.* Capítulo 13 – As metrópoles brasileiras no contexto das mudanças climáticas: entrevista com Carlos Nobre. In: **COSTA, Marco Aurélio** (org.). *50 anos de regiões*

metropolitanas no Brasil e a política nacional de desenvolvimento urbano: no cenário de adaptação das cidades às mudanças climáticas e à transição digital. v. 6. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2024. Disponível em: https://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-068-4/capitulo13.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Chuvas no Rio repetem tragédia anunciada e acentuam desigualdades. 2024**. Disponível em: https://oc.eco.br/chuvas-no-rio-repetem-tragedia-anunciada-e-acentuam-desigualdades . Acesso em: 12 maio 2025.

OLIVEIRA, J. H. Professor utiliza imagens da Nasa para avaliar 'ilhas de calor' no RJ. **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica, 2017. Disponível em: https://portal.ufrrj.br/rio-70c/. Acesso em: 10 jan. 2024.

PERALTA, C. E.; ALVARENGA, L. J.; AUGUSTIN, S. **Direito e justiça ambiental: diálogos interdisciplinares sobre a crise ecológica**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

PIQUÉ, M. P. R. *et al.* Biomonitoramento, instrumento pedagógico a serviço da sustentabilidade urbana. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**, 33., 2005, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: Abenge, 2005. Disponível em: http://198.136.59.239/~abengeorg/CobengeAnteriores/2005/artigos/SP-5-92636934804-1118243323383.pdf. Acesso em: 27 dez. 2023.PREFEITURA SÃO GONÇALO. *Cidade*. Disponível em: https://www.saogoncalo.rj.gov.br/sao-goncalo/. Acesso em: 11 jan. 2024.

RAMÍREZ, H. R. L. **Redes locais em ambientes metropolitanos:** estudo de caso de São Gonçalo/RJ. [s. d.]. Disponível em: https://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2015/06/17/D21DF556-73B8-4708-965B-89C3D9DD29D9.pdf. Acesso em: 07 jan. 2024.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. 7. ed. Coord. trad. KRAUS, J. E. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

REYNOLDS, L. **Uma Introdução às 'Ilhas de Calor' Urbanas do Rio**. Tradução : Mayã Furtado. 2023. Disponível em: https://rioonwatch.org.br/?p=17193. Acesso em: 19 jan. 2024.

RODRIGUES, C. de S. Mapeamento de suscetibilidade a escorregamentos de Nova Friburgo-RJ por meio de inferência fuzzy e elaboração de cenários de alerta com uso do TerraMA2. 2013. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.

SANTOS, B. de S. "Da sociologia da ciência à política científica", **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 1, 11-56. 1978. Disponível em: https://www.ces.uc.pt/publicacoes/rccs/001/BSousa_Santos_pp11-56.pdf. Acesso em: 07 jan. 2024.

SANTOS, R. K. dos; GOMES, A. C.; OLIVEIRA, G. de A.; SILVA, J. J. R.; OLIVEIRA, C. A.; BELARDI, R.-M.; Líquens utilizados como bioindicador da qualidade do ar na cidade mineira de Itabira. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 7, n. 12, p. e4712480, 2018. DOI:

10.33448/rsd-v7i12.480. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/480. Acesso em: 27 jan. 2024.

SOLECKI, W. C.; ROSENZWEIGB, C.; PARSHALLB, L.; POPEC, G.; CLARKC, M.; COXA, J.; WIENCKED, M. **Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey**. *Environmental Hazards*, Oxford, v. 6, p. 39-49, 2005. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1016/j.hazards.2004.12.002. Acesso em: 21 dez. 2023.

SOUZA, C. E. S.; GOMES, K. D. O Acesso À Justiça Ambiental: Entraves e Perspectivas. **XXV ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI - BRASÍLIA/DF**. ACESSO À JUSTIÇA II. 2016 Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito.

SOUZA, L. C. L. Ilhas de calor. **Jornal Unesp, São Paulo**, v.18, n.186, p.11, 2004.

SPIELMANN, A. A.; MARCELLI, M. P. Fungos liquenizados (liquens). **Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente: Instituto de Botânica, São Paulo**, out.2006.

TENÓRIO, M. A. M.; ROCHA, T. J. M.; DOS SANTOS, A. F.; PAVÃO, J. M. D. S. J. Modelos de jardins verticais como bioindicadores da qualidade atmosférica em área urbana em Maceió–Alagoas-Brasil. ***Diversitas Journal*****,** v. 6, n. 1, p. 291-310, 2021.

VIEIRA, C. D. *et al.* Avaliação dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio Alcântara, São Gonçalo, Leste Metropolitano do Rio de Janeiro. In: **SIMPÓSIO DE GESTÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE**, 5., 2016. Anais [...]. Sessão Temática: Recursos Hídricos. p. 590. Disponível em: https://www.itr.ufrrj.br/sigabi/wp-content/uploads/5_sigabi/Sumarizado/88.pdf. Acesso em: 11 jan. 2024.

ZHAO, L.; LEE, X.; SMITH, R. B.; OLESON, K. Strong contributions of local background climate to urban heat islands. **Nature**, v. 511, n. 7508, p. 216-219, 2014.

MURATA, T.; KAWAI, N. Degradation of the urban ecosystem function due to soil sealing: Involvement in the heat island phenomenon and hydrologic cycle in the Tokyo metropolitan area. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 145-155, 2018.

ACSELRAD, Henri. Apresentação: De “bota foras” e “zonas de sacrifício” – um panorama dos conflitos ambientais no Estado do Rio de Janeiro. **Conflito social e meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Relume Dumará**, p. 07-18, 2004.