

COBERTURA VEGETAL NA CIDADE: ANÁLISE MULTITEMPORAL DE UM BAIRRO EM BELÉM/PA

VEGETABLE COVERAGE IN THE CITY: MULTI-TEMPORAL ANALYSIS OF A NEIGHBORHOOD IN BELÉM/PA

COBERTURA VEGETAL EN LA CIUDAD: ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE UN BARRIO DE BELÉM/PA

Wanessa Viviane Paixão Farias
Universidade do Estado do Pará - UEPA, Brasil
<http://orcid.org/0009-0004-0030-8264>
wanessafariasgeo@gmail.com

Francisco Emerson Vale Costa
Universidade do Estado do Pará - UEPA, Brasil
<http://orcid.org/0000-0003-1567-8861>
emersonvale@uepa.br

RESUMO

A urbanização em cidades da Amazônia, região mundialmente conhecida por seus elementos naturais, tem gerado significativas transformações socioambientais, especialmente no que tange à perda de cobertura vegetal modificando não apenas a estrutura territorial, mas também os modos de vida da população. Esta pesquisa pretende analisar os impactos socioambientais da produção do espaço urbano em Belém, verificada a partir da quantificação de cobertura vegetal presente no bairro de Canudos. Será feita uma análise multitemporal nos anos de 2013 e 2023, identificando a tendência de queda na porcentagem de áreas verdes ao longo da década. Além disso, foi feita uma revisão bibliográfica sobre o tema, tabulação de dados e aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Como resultado, destaca-se a importância das geotecnologias para a análise socioambiental urbana, evidenciando como essas ferramentas podem apoiar a formulação de políticas públicas alinhadas ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da ONU, que visa cidades e comunidades sustentáveis. Portanto, conclui-se que a produção desigual da cidade e seus rebatimentos socioambientais, reforçam a necessidade de um planejamento urbano que priorize a sustentabilidade urbana, visando a criação de áreas verdes e a importância da arborização, para assim, promover uma cidade justa e sustentável.

Palavras-chave: Urbanização; Geotecnologias; Produção do Espaço Urbano; Análise Socioambiental; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Urbanization in cities in the Amazon, a region known worldwide for its natural elements, has generated significant socio-environmental transformations, especially with regard to the loss of vegetation cover, modifying not only the territorial structure, but also the population's ways of life. This research aims to analyze the socio-environmental impacts of the production of urban space in Belém, verified by quantifying the vegetation cover present in the Canudos neighborhood. A multi-temporal analysis will be carried out in the years 2013 and 2023, identifying the downward trend in the percentage of green areas throughout the decade. In addition, a bibliographical review was carried out on the topic, data tabulation and application of remote sensing and geoprocessing techniques. As a result, the importance of geotechnologies for urban socio-environmental analysis stands out, highlighting how these tools can support the formulation of public policies aligned with the UN's Sustainable Development Goal (SDG) 11, which aims for sustainable cities and communities. Therefore, it is concluded that the city's unequal production and its socio-environmental impacts reinforce the need for urban planning that prioritizes urban sustainability, aiming to create green areas and the importance of afforestation, in order to promote a fair and sustainable city.

Keywords: Urbanization; Geotechnologies; Production of Urban Space; Socio-environmental Analysis; Sustainability.

RESUMEN (caixa alta, negrito, tamanho 11, Times New Roman)

La urbanización en las ciudades de la Amazonía, región conocida mundialmente por sus elementos naturales, ha generado importantes transformaciones socioambientales, especialmente en lo que respecta a la pérdida de cobertura vegetal, modificando no sólo la estructura territorial, sino también los modos de vida de la población. Esta investigación tiene como objetivo analizar los impactos socioambientales de la producción del espacio urbano en Belém, verificados mediante la cuantificación de la cobertura vegetal presente en el barrio de Canudos. Se realizará un análisis multitemporal en los años 2013 y 2023, identificando la tendencia a la baja en el porcentaje de áreas verdes a lo largo de la década. Además, se realizó una revisión bibliográfica sobre el tema, tabulación de datos y aplicación de técnicas de teledetección y geoprocésamiento. Como resultado, se destaca la importancia de las geotecnologías para el análisis socioambiental urbano, resaltando cómo estas herramientas pueden apoyar la formulación de políticas públicas alineadas con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 de la ONU, que apunta a ciudades y comunidades sostenibles. Por lo tanto, se concluye que la producción desigual de la ciudad y sus impactos socioambientales refuerzan la necesidad de una planificación urbana que priorice la sostenibilidad urbana, apuntando a la creación de áreas verdes y la importancia de la forestación, para promover una ciudad justa y sostenible.

Palabrasclave: Urbanización; Geotecnologías; Producción de Espacio Urbano; Análisis Socioambiental; Sostenibilidad.

INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno complexo que altera não apenas o ambiente físico, mas também transforma as dinâmicas sociais e econômicas das áreas afetadas. Além disso, Santos (2005) aponta que a urbanização pode ser entendida como um processo de apropriação do espaço

pela lógica do capital. Diante disso, considerando o contexto em que a natureza frequentemente é subordinada aos interesses econômicos, destaca-se a importância do debate referente às relações entre sociedade e natureza, buscando identificar os limites entre desenvolvimento urbano e preservação ambiental.

No contexto amazônico, a relação entre cidade e natureza se apresenta demarcada principalmente no âmbito hidrológico, dado o vasto potencial hídrico da região. Além disso, a disposição dos rios foi um dos principais condicionantes para a ocupação do território (Cruz, 2018, p.20). Contudo, essa interação também envolve a dimensão do contato com a floresta, ou melhor, com a supressão de cobertura vegetal nos espaços urbanos, verificados a partir dos efeitos dessa relação contraditória que se manifestam a partir das ilhas de calor e poluição do ar, vivenciados nas metrópoles e cidades médias da Amazônia paraense.

No que tange ao processo de produção do espaço urbano da cidade e sua relação com a remoção da cobertura vegetal, este ocorreu de forma paulatina e devido à falta de planejamento adequado. Tal problemática tem rebatimentos diretos na flora e fauna locais, bem como no equilíbrio ecológico da cidade. A diminuição dessa vegetação compromete serviços ecossistêmicos vitais, como a absorção de carbono e a proteção contra enchentes, sobretudo nas zonas ripárias dos rios urbanos que não foram aterradas. Acerca disso, Tundisi pontua que “as árvores e plantas urbanas atuam como filtros naturais, absorvendo poluentes e melhorando a qualidade do ar. Sem elas, as cidades enfrentam um aumento significativo na poluição atmosférica e problemas relacionados à saúde pública” (Tundisi, 2010, p. 132). Essa observação evidencia a importância das áreas verdes para o bem-estar das populações urbanas.

O bairro de Canudos, está inserido na periferia do centro de Belém, onde dispõe de uma estrutura socioespacial fruto da "ocupação desordenada", fator inerente à perda de cobertura vegetal. Neste contexto, a cartografia e o geoprocessamento se configuram como instrumentos fundamentais no diagnóstico sobre tais problemáticas. Pois, através da análise espacial podemos identificar padrões, tendências e relações entre variáveis e fenômenos que afetam as áreas urbanas. Além disso, Ribeiro (2010) aponta que as representações cartográficas permitem a visualização e comunicação de informações geográficas de forma acessível.

Neste íterim, é de importante destaque que o atual modelo de urbanização dos espaços urbanos está imbricado à promoção injustiças socioambientais, evidenciando a relação

contraditória, e por vezes desigual, entre sociedade e natureza. Uma vez que, a expansão da malha urbana que via de regra acontece sem o devido planejamento modifica o ambiente físico das cidades e aprofunda desigualdades sociais. Pois, os resultados da ocupação irregular de áreas ambientalmente vulneráveis geralmente é protagonizado por grupos socioeconomicamente desfavorecidos, aprofundando assimetrias.

Portanto, a presente pesquisa tem por objetivo analisar a correlação entre o processo de produção do espaço urbano e a disposição de cobertura vegetal, tendo como recorte espacial o bairro de Canudos, nos anos 2013 e 2023, utilizando as geotecnologias como ferramentas para análise urbano-ambiental.

Para isso, foi feito um levantamento bibliográfico acerca da temática, além da coleta de imagens aéreas (com drone) e posterior processamento em SIG para quantificação e tabulação de dados quantitativos acerca da presença de cobertura vegetal no referido bairro.

Desta forma, o texto será disposto da seguinte forma: Seção 1: Metodologia – Apresentação das abordagens adotadas para a coleta e análise dos dados, incluindo fontes primárias e secundárias, como censos e relatórios técnicos; Seção 2: Resultados e Discussões – Discussão teórica e análise dos dados sobre a expansão urbana em Belém e seus impactos sobre a cobertura vegetal, além da discussão dos desafios e avanços para atingir os ODS 11; E, Seção 3: Considerações Finais – Reflexões sobre as implicações dos resultados encontrados e sugestões para políticas públicas mais eficazes que integrem preservação ambiental e planejamento urbano sustentável.

METODOLOGIA

A presente pesquisa é pautada em abordagem de natureza quantitativa, uma vez que o emprego de métodos quantitativos definiu os resultados da mesma. Sendo do tipo estudo de caso, por analisar a realidade de um bairro específico da cidade de Belém, tendo como lócus de pesquisa o bairro de Canudos (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os procedimentos metodológicos adotados para essa pesquisa envolveram as seguintes etapas: revisão bibliográfica, coleta e tabulação de dados e análise do dados, as quais serão detalhadas a seguir:

Quanto à revisão bibliográfica, foi realizada uma revisão da literatura acerca da urbanização em Belém e seus efeitos socioambientais, com ênfase na perda de cobertura vegetal. Este procedimento foi realizado em artigos científicos, livros, dissertações e teses.

Quanto à coleta de dados, as geotecnologias foram cruciais, pois, utilizando técnicas de sensoriamento remoto para obtenção de imagens aéreas, através de drone modelo “Phantom 4”, foi possível a construção de um ortomosaico georreferenciado referente à área de estudo. Em seguida, no software Quantum Gis, foi aplicado um índice espectral adequado para o tratamento de imagens de composição RGB (faixas do visível) denominado Green Leaf Index (GLI), por meio da seguinte fórmula:

Figura 2. Fórmula do índice Green Leaf Index (GLI).

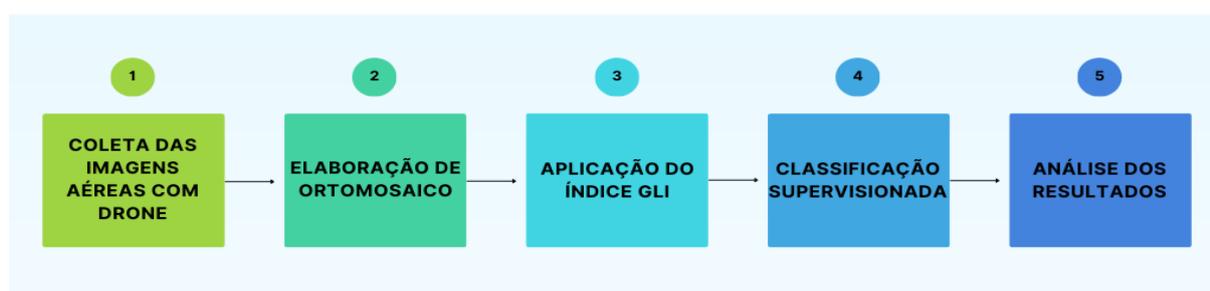
$$GLI = \frac{(2.G - R - B)}{(2.G + R + B)}$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Onde: R corresponde à banda 1 (vermelho), G corresponde à banda 2 (verde), B corresponde à banda 3 (azul).

Quanto à análise dos dados, esta envolveu a interpretação das informações coletadas para identificar as tendências de diminuição de cobertura vegetal e sua correlação com o processo de produção do espaço urbano, em Belém e no bairro analisado. A partir dos mapas elaborados foi destacada a redução dos polígonos verdes, revelando tal problemática socioambiental presente na cidade.

Isso foi possível a partir da geração de vetores de classificação dessas áreas. Os quais passaram por classificação supervisionada com o objetivo de ajustar possíveis erros. Desta forma, chegou-se à medida em metros quadrados (m²) de cobertura vegetal dos dois bairros analisados. Conforme sintetiza o fluxograma a seguir:

Figura 3. Fluxograma do processo de obtenção dos dados geoespaciais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, a abordagem metodológica utilizada para este estudo permitiu realizar uma análise urbano-ambiental sólida no bairro de Canudos, obtendo os objetivos propostos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção do espaço urbano, o caso de Belém/PA

A complexa interação entre urbanização e natureza gera diversos desafios ambientais a serem superados. O crescimento urbano desordenado resulta em desigualdades socioespaciais e fragmentação espacial, especialmente evidenciadas pela falta de planejamento urbano, propiciando a formação de favelas em áreas periféricas e comprometendo a qualidade de vida das pessoas que ocupam esses espaços. Angeoletto (2001) destaca com precisão que

idades são conjuntos de ecossistemas onde não apenas influem dinâmicas naturais, mas sobretudo dinâmicas sociais. Essas dinâmicas ou forças são determinantes para a existência de inúmeros problemas ambientais que se manifestam por toda a biosfera. Mas as forças sócio-econômicas que promovem a urbanização também são responsáveis por problemas ambientais inerentes ao âmbito urbano (Angeoletto, 2001, p.119).

Outrossim, Limonad (1999), assinala que este processo pode ser entendido como a estruturação do território sendo moldado por uma série de fatores inter-relacionados, incluindo processos sociais, econômicos, políticos e culturais. Essa perspectiva reconhece que este processo não é isolado, sendo portanto, o resultado da interação de múltiplas forças que definem a organização e o uso do espaço urbano.

No que tange ao conceito de urbanização, enfatiza-se que

A urbanização constitui-se em termo que tem inúmeros sentidos, manifestando-se de diversos modos. Neste ensaio é considerada como forma espacial, cuja manifestação é variável. A forma espacial é vista como reflexo, meio e condição social ou, em outra perspectiva não dissonante, como o resultado de complexas relações entre processo (estrutura em movimento) e função. Em ambas as perspectivas, espaço e tempo estão presentes, isso significando que as formas espaciais traduzem o movimento da sociedade em sua dinâmica espacialidade. (Corrêa, 2018, p. 146).

Em termos de organização espacial da cidade, Borja (1997) destaca duas lógicas deste processo, sendo a social e a econômica. Onde, a primeira lógica produz a cidade dos “excluídos”, de forma informal, como resultado da apropriação do espaço urbano por populações socioeconomicamente vulneráveis e que não tem acesso à terra, através da ocupação de áreas menos valorizadas, pobres e insalubres. Enquanto que a segunda lógica está à disposição dos interesses do capital imobiliário.

Ainda sobre essa divisão no espaço urbano conforme a classe social, Angeoletto (2001) salienta que

o assentamento de moradores em terras impróprias (encostas, manguezais, matas) é uma característica das grandes cidades. Esses assentamentos são gerados pelos altos preços da

terra urbana, que obrigam os pobres a estabelecerem-se em áreas marginais, que via de regra são importantíssimas do ponto de vista ambiental. Há, portanto, uma conexão evidente entre problemas ambientais e sociais das cidades. As classes populares buscam moradia mais barata, avançando sobre áreas frágeis, enquanto na cidade há infra-estrutura já instalada, mas inacessível a elas, porque as cidades crescem excluindo as classes populares (Angeoletto, 2001, p.121).

Tal tendência se aplica à Belém, onde a dinâmica urbana reflete o processo histórico de segregação socioespacial. A cidade apresenta uma ocupação desigual, marcada pela concentração de infraestrutura e certo planejamento nos bairros centrais, ocupados pelas classes mais abastadas. Enquanto a população de baixa renda não teve alternativa senão ocupar áreas ambientalmente vulneráveis, como as baixadas alagáveis. Esses locais, tornaram-se alternativas de habitação para os mais pobres devido à produção capitalista do espaço que se engendrou na cidade.

Ainda, para este trabalho, consideramos o espaço urbano como um mosaico complexo de áreas com usos, formas e conteúdos sociais distintos, simultaneamente fragmentado e articulado, tais formas revelam as diversas relações socioespaciais que nele ocorrem, conforme pontua Corrêa (1995; 2017). Portanto, embora o espaço urbano seja uma construção social, é historicamente apropriado de maneira diferenciada, resultando em desigualdades (Carlos, 2014).

À luz desse cenário, na década de 1940, foi nomeado como prefeito de Belém, o urbanista Jerônimo Cavalcanti, que foi responsável pela elaboração do Plano de Urbanização da cidade. A proposta do plano incide em estratégias para o desenvolvimento de um crescimento ordenado da capital, com a instalação de equipamentos urbanos, mas também considerou a criação de áreas verdes para uma integração da natureza ao tecido urbano (Chaves, 2016). No entanto, as consequências desse planejamento se manifestaram de forma diferenciada em vários bairros da cidade, evidenciando disparidades na distribuição da cobertura vegetal e na qualidade ambiental. Assim, enquanto bairros centrais experimentaram de um certo nível de planejamento urbano, outras áreas, como a que compreende o bairro de Canudos, foram o palco para um processo de ocupação “desordenada”.

Neste contexto, em termos de espaço urbano amazônico, a partir de 1960, a região começou a vivenciar processos de “urbanização extensiva” (Monte-Mór, 1994), vinculados ao projeto de integração nacional. Bem como, é a partir dos anos 60 que Belém e sua região metropolitana começam a dar indícios de metropolização do seu espaço urbano. Tais processos vêm tornando a

dinâmica da cidade cada vez mais complexa, no que tange às relações socioespaciais que ocorrem no espaço urbano entre os agentes que a produzem e seus respectivos usos da terra.

Essa disparidade entre a presença ou não de planejamento urbano na produção da cidade pode ser entendida ao considerarmos o espaço urbano como um reflexo da sociedade, visto que, a divisão de classes ao se espacializar gera um espaço urbano desigual no qual, diversas injustiças espaciais e ambientais comprometem o direito à cidade da parcela menos favorecida da população. No que tange à Belém, tendo em vista suas condições climáticas (clima equatorial quente e úmido e altos índices pluviométricos) e essa ocupação “desordenada” de áreas topograficamente baixas, alagadas e de várzea verifica-se a intensificação de injustiças socioambientais, evidenciadas a partir de frequentes inundações nessas áreas

Acrescenta-se a isso que a análise espacial da disposição e quantidade de cobertura vegetal pode ser utilizada como um indicador de planejamento urbano e/ou a falta deste, como pontuam Rodrigues & Luz (2019). Uma vez que em bairros planejados, existe uma maior preocupação com a taxa de arborização, sobretudo nas vias, enquanto que os bairros periféricos apresentam uma taxa inferior. Este fato aponta para a produção desigual do espaço urbano. Acrescenta-se a isso o fato de que a presença de cobertura vegetal nos bairros periféricos de Belém é predominantemente nos quintais, que ao longo dos anos, foram removidas pelos próprios moradores devido às demandas por habitação.

Conforme Amaral *et al.* (2009), até o ano de 1986, aproximadamente 50% do território de Belém já havia sido desmatado. Entre 1986 e 2006, a cidade perdeu mais 211,2 km² de vegetação. Esse cenário reflete a crescente demanda por habitação diante do aumento populacional, com Belém alcançando mais de 1,6 milhão de habitantes em 2022 (IBGE, 2022).

Portanto, compreender o espaço urbano como um produto social em constante transformação, conforme apontado por Lefebvre (2001), reforça a urgência de políticas urbanas que priorizem a função social da cidade, equilibrando interesses econômicos, justiça social e preservação ambiental, especialmente em contextos amazônicos marcados por especificidades históricas e ambientais.

Notas sobre Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal desempenha diversas funções que são cruciais para o equilíbrio dos ecossistemas. Uma das mais importantes é a produção de oxigênio por meio da fotossíntese.

Durante esse processo, as plantas absorvem dióxido de carbono e liberam oxigênio, contribuindo significativamente para a qualidade do ar. A vegetação atua como um filtro natural, capturando partículas poluentes e melhorando a qualidade do ar que respiramos, resultando na promoção de um ambiente mais saudável para todas as formas de vida.

Lima e Amorim (2011, p.1) destacam que “as áreas verdes são importantes para a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente”.

Segundo Nucci (2001, p.32), a cobertura vegetal pode ser descrita como "manchas de vegetação visualizadas a olho nu em foto aérea na escala 1:10.000". Por sua vez, Cavalheiro et al. (1992, p.6) propõem a seguinte definição para cobertura vegetal: "projeção do verde em cartas planimétricas que podem ser identificadas por meio de fotografias aéreas, sem auxílio de estereoscopia". Ainda, Machado et al. (2010, p.101) definem as áreas verdes urbanas como “locais, dentro do perímetro urbano de uma cidade, que apresentam cobertura vegetal”.

Ademais, Machado et al., acerca de áreas verdes urbanas, assinalam que

o porte das plantas (se herbáceas, arbustos ou árvores) e a origem da vegetação (natural ou implantada pelo homem) não têm em si maior relevância, mas a presença da vegetação é que realmente interessa na determinação de uma área verde urbana (p.101).

Lombardo (1985) estima que o valor do Índice de Cobertura Vegetal (ICV) considerado adequado para áreas urbanas seja de 30% da área do bairro, proporcionando balanço e conforto térmico. Áreas urbanas que apresentam ICV inferior a 5% podem ser consideradas como desertos florísticos.

A importância da cobertura vegetal urbana

A cobertura vegetal tem um papel pontual para a regulação do clima urbano, controle da poluição, e preservação da biodiversidade. Além disso, as áreas verdes urbanas contribuem diretamente para a melhoria da qualidade de vida, oferecendo espaços de lazer, absorção de gases poluentes e regulação térmica, funcionando como um amortecedor natural contra o fenômeno das ilhas de calor (Souza, 2012).

Em Belém, as áreas verdes são essenciais para combater as altas temperaturas observadas em diversas áreas da cidade, especialmente nas regiões mais urbanizadas e com menor presença de

vegetação. De acordo com os estudos de Romero *et al.* (2020), a urbanização tem exacerbado a formação de ilhas de calor, um fenômeno onde essas áreas se tornam significativamente mais quentes devido à concentração de construções, impermeabilização do solo e a falta de vegetação.

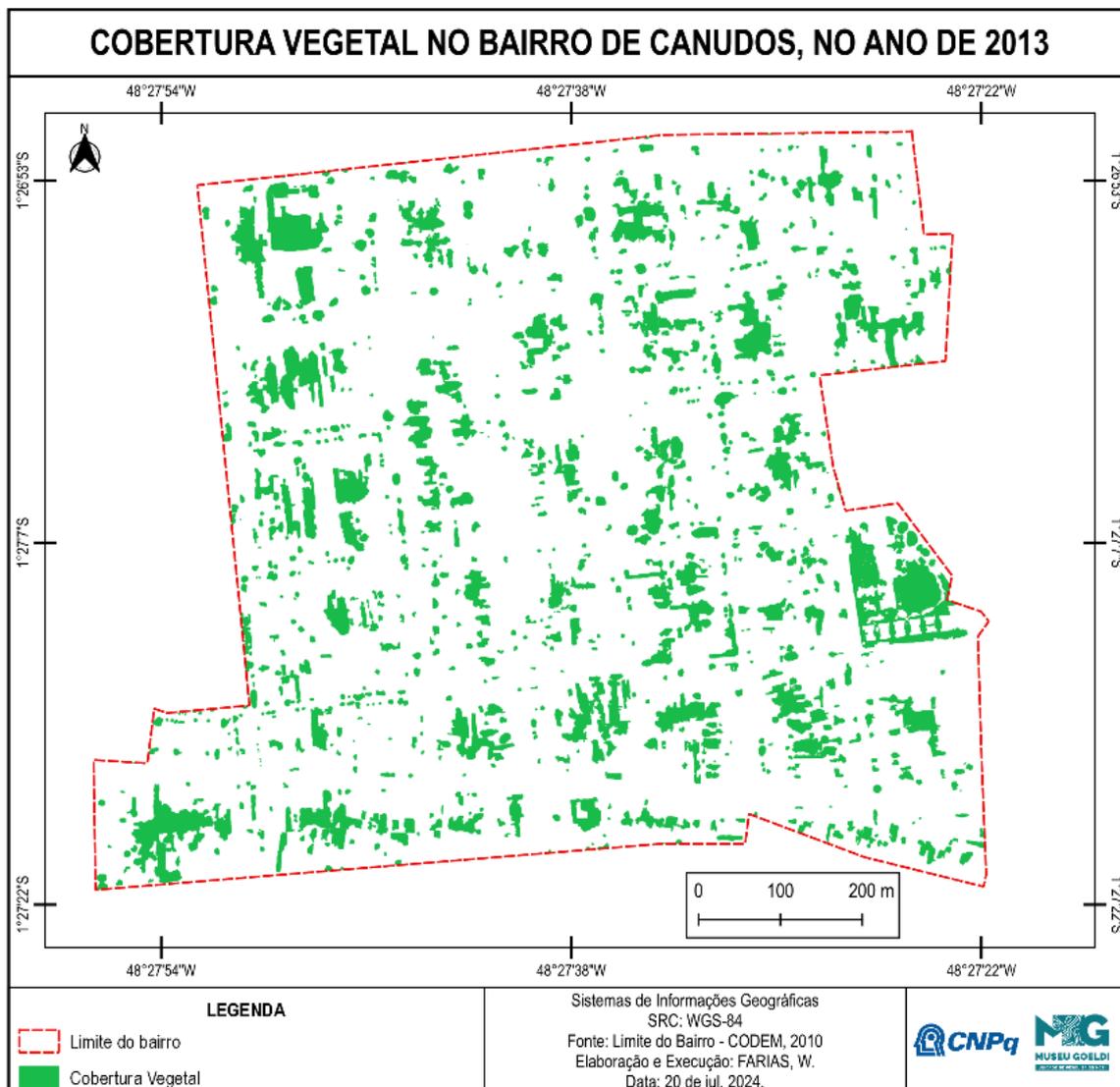
Além disso, as áreas de vegetação nativa, como as florestas de várzea desempenham funções ambientais vitais, como a proteção contra erosões e a manutenção da biodiversidade local, que são diretamente afetadas pela expansão urbana descontrolada (Vikou *et al.*, 2023).

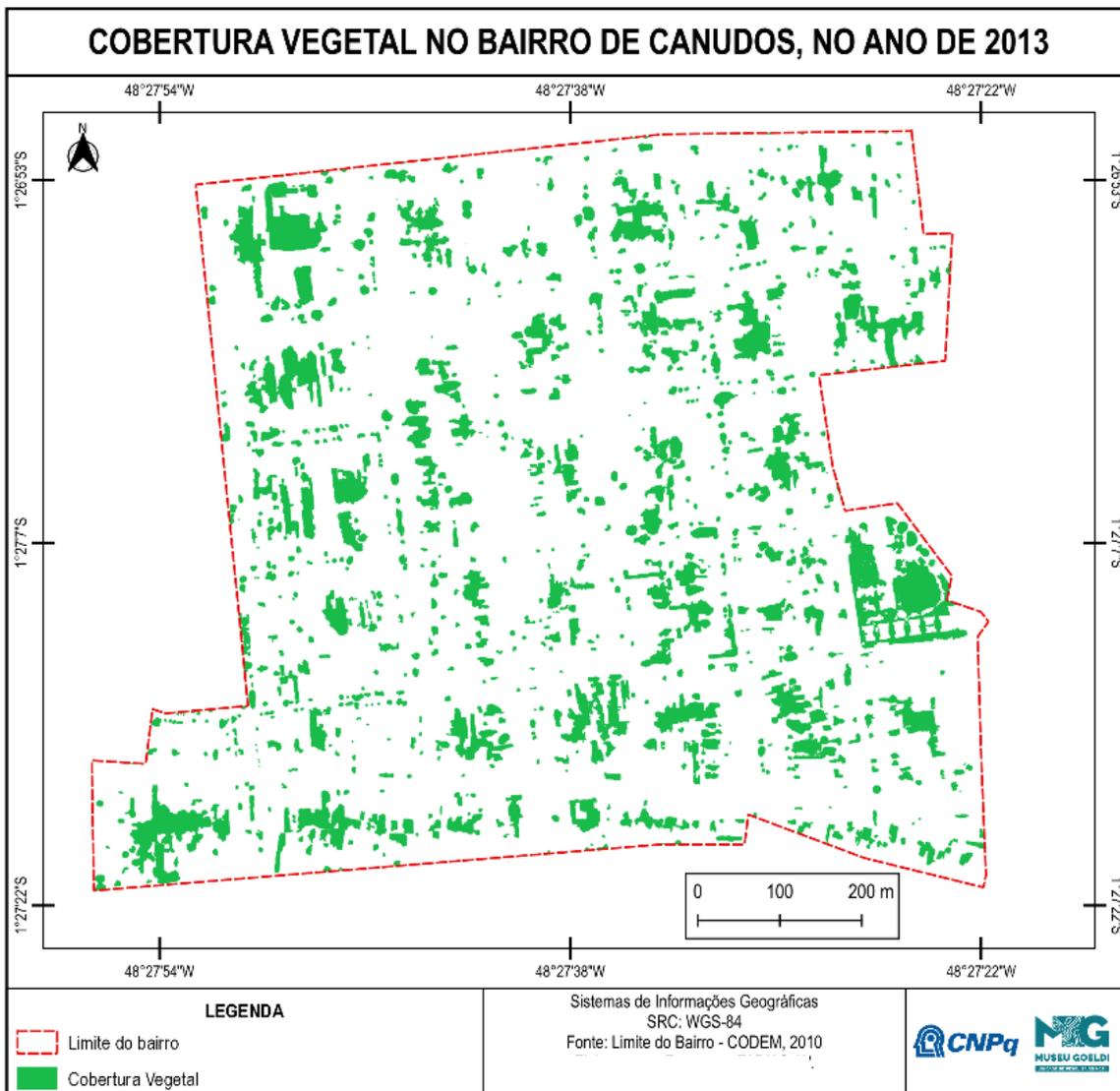
Acerca do bairro pesquisado, Rodrigues & Luz (2019) apontam que até o ano de 1977 a taxa de cobertura vegetal era de 13,71%. A partir de 1998, o bairro passou a apresentar perdas significativas na vegetação de forma que em 2013 apresentava um ICV de 6,24%, segundo o estudo feito por esses autores.

Portanto, essa tendência de perda da cobertura vegetal, ao longo de 36 anos, corrobora com a discussão feita ao longo deste estudo. Nota-se que, em 1977, a cobertura vegetal ocupava 12% da área do bairro e em 2013, a mesma ocupa 6,22%. O que representa, portanto, uma perda de 5,78% ao longo de quase quatro décadas.

Para fins desta pesquisa, considerou-se os dados supracitados do ano de 2013 mas também elaborou-se um produto cartográfico com imagens de satélite. Onde, os resultados foram próximos, visto que, a variação em relação ao dado de Rodrigues & Luz (2019), foi de 0,2%. Assim, segue o mapa elaborado, o qual apresenta ICV para o ano de 2013 de 6,22% (Figura 5):

Figura 5. Mapa com a disposição de cobertura vegetal em 2013.

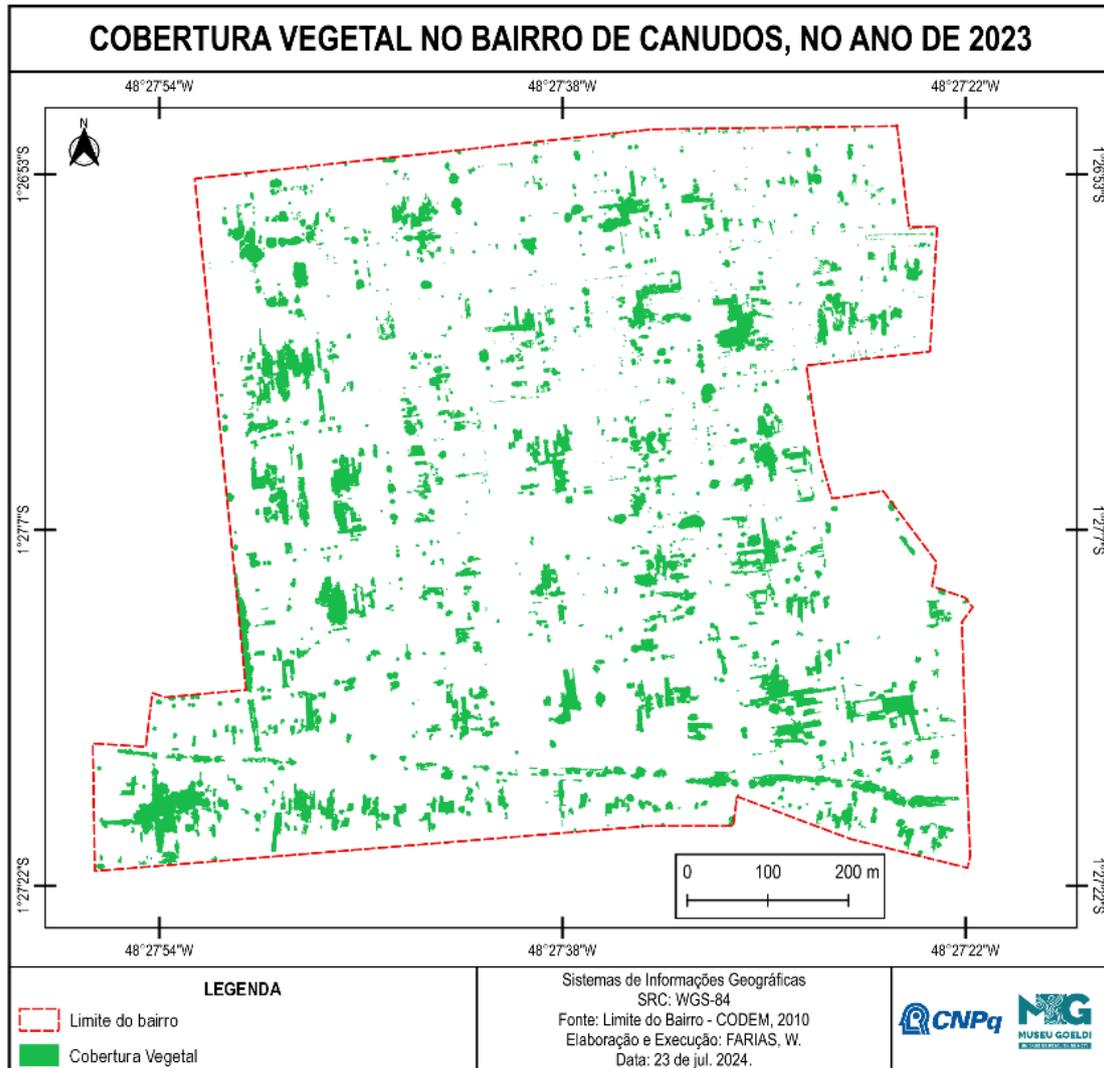




Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ademais, ao analisarmos o ano de 2023 a cobertura vegetal manteve o padrão de queda. A continuidade da análise é essencial para compreender as tendências mais recentes na cobertura vegetal do bairro e para avaliar o impacto das políticas urbanas atuais. Dados recentes de 2023 revelam que a cobertura vegetal caiu ainda mais, atingindo ICV de 4,5% em relação à área total do bairro, como pode-se observar no mapa a seguir (Figura 6). Esta nova redução destaca a necessidade urgente de monitoramento contínuo e de intervenções estratégicas para reverter a tendência de declínio.

Figura 6. Mapa com a disposição de cobertura vegetal em 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Avaliar essas mudanças recentes permitirá não apenas um entendimento mais profundo das dinâmicas atuais, mas também a implementação de medidas eficazes para preservar e recuperar a vegetação urbana, fundamental para a qualidade ambiental e o bem-estar da comunidade.

O desafio de implementação do ODS 11 em Belém/PA

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 visa tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis até 2030. No entanto, Belém enfrenta desafios significativos para atingir este objetivo, especialmente no que tange à gestão do espaço urbano e à preservação ambiental.

Sendo a expansão urbana desordenada, a falta de planejamento territorial e a ocupação irregular obstáculos fundamentais para a implementação do ODS 11. Uma vez que, a pesquisa mostra que a cidade precisa de uma maior articulação entre os planos de urbanização e as políticas ambientais para promover um desenvolvimento urbano sustentável. O crescimento populacional e a escassez de áreas para construção de moradias agravam a pressão sobre as áreas verdes remanescentes, dificultando a implementação de estratégias de preservação e o planejamento de espaços verdes urbanos.

Outro desafio é a falta de infraestrutura adequada nas áreas periféricas, onde a população mais vulnerável vive. A urbanização nessas regiões muitas vezes ocorre sem o devido acesso a serviços públicos essenciais, como drenagem, saneamento e coleta de lixo, além da dificuldade de implementação de políticas públicas de proteção ambiental. De acordo com Cunha e Rodrigues (2024), a falta de integração entre as políticas públicas de habitação e meio ambiente agrava a degradação ambiental e dificulta a transição para uma cidade mais sustentável.

Ainda sobre os desafios, a cidade apesar de enfrentar crescentes desafios relacionados às mudanças climáticas, ainda não dispõe de um plano estruturado para mitigar seus impactos ou adaptar-se às transformações ambientais em curso. Belém, caracterizada por sua vulnerabilidade socioambiental, sofre com alagamentos frequentes, inundações devido ao aumento das marés elevação e consequente intensificação de eventos climáticos extremos, como chuvas torrenciais. Contudo, a ausência de um plano municipal específico para enfrentar essas questões evidencia a carência de políticas públicas integradas e direcionadas à resiliência climática, o que agrava as desigualdades sociais e a degradação ambiental em áreas mais vulneráveis, como baixadas alagáveis e margens de rios.

Sem uma estratégia clara de enfrentamento às mudanças climáticas, Belém permanece exposta aos riscos associados à crise ambiental global. A falta de investimentos em infraestrutura verde, programas de manejo sustentável e iniciativas de educação ambiental limita a capacidade do município de se preparar para o futuro. Além disso, a ausência de uma articulação entre os

diferentes níveis de governo e a sociedade civil impede ações coordenadas que poderiam reduzir os impactos climáticos sobre a população, especialmente os mais pobres. Essa lacuna reflete a necessidade urgente de incorporar a agenda climática no planejamento urbano de Belém, garantindo que o desenvolvimento da cidade seja sustentável e inclusivo.

Caminhos para a Sustentabilidade Urbana em Belém

Para o alcance das metas do ODS 11, Belém precisa adotar uma abordagem mais integrada no planejamento urbano, que envolva tanto a preservação de áreas verdes quanto a mitigação de práticas que visem atenuar as injustiças socioambientais nas áreas mais vulneráveis da cidade. Estratégias como a ampliação de áreas verdes, fomentação de educação ambiental, incentivo ao uso sustentável do solo, e a criação de corredores ecológicos urbanos podem ajudar a diminuir os efeitos negativos da urbanização desordenada e promover a resiliência ambiental.

Iniciativas como a revitalização de áreas degradadas, o aumento da arborização nas zonas urbanas e a recuperação de áreas de várzea são passos importantes para restaurar os serviços ecossistêmicos da cidade e melhorar a qualidade de vida da população. A promoção de uma governança urbana participativa, que envolva a sociedade civil na gestão do território, também é essencial para promover mudanças sustentáveis no espaço urbano de Belém (FRANZ *et al.*, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, ressalta-se a importância fundamental do Sensoriamento Remoto e das Geotecnologias na análise de problemáticas socioambientais e no planejamento urbano. Essas técnicas oferecem uma visão detalhada e abrangente das dinâmicas espaciais e das mudanças na cobertura vegetal, proporcionando dados cruciais para a tomada de decisões acertadas. Uma vez que, a utilização dessas tecnologias não apenas melhora a precisão das análises, mas também contribui significativamente para a formulação de políticas públicas alinhadas com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11.

O Sensoriamento Remoto permite o monitoramento contínuo das alterações no espaço urbano, enquanto as Geotecnologias facilitam a integração e a análise de dados espaciais para

entender as complexas interações entre os aspectos urbanos e ambientais. Sendo ferramentas necessárias na identificação de áreas degradadas, avaliação dos impactos das políticas urbanas e planejar intervenções eficazes na promoção da sustentabilidade urbana.

Tendo em vista que a produção do espaço urbano como um processo desigual frequentemente resulta em uma degradação ‘urbano-ambiental’, onde as áreas mais vulneráveis sofrem desproporcionalmente com a perda de cobertura vegetal e o aumento da poluição, evidencia-se a pertinência de um planejamento urbano que vá além das soluções paliativas e se comprometa com o efetivo emprego da justiça socioambiental. Portanto, é imperativo adotar um planejamento urbano que incorpore uma abordagem holística e integradora, visando a redução das desigualdades espaciais e a promoção de um ambiente mais equilibrado e saudável.

Além disso, é crucial implementar ações contínuas e eficazes nas áreas verdes da cidade, como a criação e manutenção de parques urbanos, corredores ecológicos e iniciativas de arborização. Essas ações não apenas melhoram a qualidade ambiental, mas também contribuem para a equidade social, promovendo um ambiente urbano mais justo e sustentável. Investir em soluções baseadas em evidências e tecnologias avançadas é um passo vital para construir cidades que sejam não apenas mais verdes, mas também mais resilientes e inclusivas.

A construção de cidades sustentáveis, especialmente em regiões com forte presença de ecossistemas sensíveis como a Amazônia, exige uma abordagem séria entre crescimento urbano e sustentabilidade, obtida somente por meio da implementação de um planejamento urbano-ambiental.

AGRADECIMENTOS

Prestamos agradecimento a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) pelo fomento à pesquisa desenvolvida.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D.; VIEIRA, I. C.; ALMEIDA, S.; SALOMÃO, R.; SILVA, A. S.; JARDIM, M. A. Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 4, n. 3, p. 231-289, 21 dez. 2009.

- ANGEOLETTO, F. Urbanização e Degradação Ambiental. In: SERPA, A (Org). **Fala, Periferia! Uma reflexão sobre a produção do espaço periférico metropolitano**. Salvador: UFBA, 2001.
- BORJA, P. C. Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana: Uma Contribuição Metodológica. **Dissertação de Mestrado**. Salvador: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da UFBA, 1997.
- CARLOS, A. F. A. “Da organização” à “Produção” do espaço: no movimento do pensamento geográfico. In: CARLOS, A. F. A; SOUZA, M. L. de; SPOSITO, M. E. B. (Org). **A Produção do Espaço Urbano: agentes, escalas e processos**. São Paulo: Contexto, 2014.
- CAVALHEIRO, F; DEL PICCCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: **IV Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana**. Vitória-ES, p. 29-38, 1992.
- CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. 3 ed. São Paulo: Ática, 1995.
- _____. Sobre agentes sociais, escala e produção do espaço: um texto para discussão. In: CARLOS, A. F. A et al (Org.). **Justiça espacial e o direito à cidade**. São Paulo: Contexto, p.167-178. 2017.
- _____. **Caminhos paralelos e entrecruzados**. São Paulo: Editora Unesp, 2018.
- CUNHA, B. A.; RODRIGUES, N. Planejamento Urbano Eficiente: Redução de Emissões, Mobilidade e Co-Benefícios da Aglomeração Urbana. **Ensaio Energético**. 2024. Disponível em: <https://ensaioenergetico.com.br/planejamento-urbano-eficiente-reducao-de-emissoes-mobilidade-e-co-beneficios-da-aglomeracao-urbana/>. Acesso em: 14 nov. 2024.
- CRUZ, C. C da C. S. **Uso e ocupação do solo nas Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Belém: uma análise urbanístico-ambiental**. 181 p. Dissertação de Mestrado. Belém: Mestrado em Arquitetura e urbanismo da UFPA, 2018.
- CHAVES, T. A. P. V. **O plano de urbanização de Belém: cidade e urbanismo na década de 1940**. 217p. Tese (Doutorado em História Social da Amazônia) - Programa de Pós-graduação em História Social da Amazônia, Universidade Federal do Pará, Belém. 2016.
- FRANZ, N. M; ANDREOLI, C.V; SILVA, C. L. Gestão participativa, práticas de governança e o desenvolvimento sustentável em cidades turísticas de pequeno porte. **Revista EURE**, vol. 47, núm. 141, pp. 95-115, 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/196/19666824005/html/>. Acesso em: 28 nov. 2024.
- IBGE. **Censo Demográfico 2022: dados preliminares sobre população e urbanização em Belém/PA**. Brasília: IBGE, 2022.

- MACHADO, R.R.B., PEREIRA, E. C. G., ANDRADE, L. H. C. Evolução temporal (2000-2006) da cobertura vegetal na zona urbana do município de Teresina – PIAUÍ – BRASIL. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.5, n.3, p.97-112, 2010. Disponível em: https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/USP-42_cf89ce2f41bddaea34ecc8bf4e378e7d. Acesso em: 27 mar. 2024.
- MONTE-MÓR, R. L. Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental. In: SANTOS, M. et. al. (orgs.) **Território, globalização e fragmentação**. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1994.
- NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano - Um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. São Paulo: Humanitas/FAPESP. 2001.
- LIMA, V.; AMORIM, M. C. da C. T. **A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades**. Formação (Online), v. 1, n. 13, 2011. DOI: 10.33081/formacao.v1i13.835. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/835>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. Tradução Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2001.
- LIMONAD, E. **Reflexões sobre o espaço, o urbano e a urbanização**. GEOgraphia, v. 1, n. 1, p. 71-91, 1999.
- LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.
- RIBEIRO, J. C. **Geografia – Contexto & interlocução**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- RODRIGUES, J. E. C., LUZ, L. M. **Análise temporal da perda da cobertura vegetal dos bairros da área central da cidade de Belém-PA**. Revista GeoAmazônia, v.7, n.14, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/12552>. Acesso em: 25 jun. 2023.
- ROMERO, C. W. S; SILVA, H. R; MARQUES, A. P.; *et al.* Relação entre as ilhas de calor e uso e ocupação do solo em centros urbanos de pequeno porte utilizando o sensoriamento remoto. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 39, n. 1, p. 253 - 268, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/sol/Downloads/geociencias,+19_14399_final_FINAL.pdf. Acesso em: 10 nov.

2024.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. Edusp, 2005.

SOUZA, D. O. **Influência da ilha de calor urbana nas cidades de Manaus e Belém sobre o microclima local**. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: 2012.

TUNDISI, José Galizia. **Ecosistemas Urbanos**. Campinas: Editora ABC, 2010.

VIKOU, S. V. de P.; DA PAZ, O. L. de S.; PILATTI, D. M. Análise da Pressão Antrópica sobre Manguezais Urbanos: Subsídios à Proteção Ambiental e ao Ordenamento Territorial. **Sociedade & Natureza**, v. 35, n. 1, 2023. DOI: 10.14393/SN-v35-2023-67515. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/67515>. Acesso em: 14 nov. 2024.