

Arborização em praças públicas: um estudo de caso no município de Ananindeua, Pará

RESUMO

A arborização em espaços públicos, como praças, é fundamental para um ambiente urbano sustentável, proporcionando melhoria da qualidade do ar, redução da temperatura e bem-estar aos moradores, além de contribuir para a estética da cidade. Este estudo analisou a arborização em praças públicas do município de Ananindeua, Pará, avaliando sua distribuição e densidade por meio da Estimativa de Densidade de Kernel (KDE) e do Percentual de Cobertura Vegetal (PCV). Foram selecionadas 20 praças com base em sua localização nas macrozonas do município. A metodologia incluiu a análise de imagens de satélite para vetorização das árvores e cálculo das áreas de copa. A análise espacial revelou variações significativas na distribuição das árvores, e o PCV indicou uma cobertura vegetal nas praças variando entre 0,85% e 63,56%. Os resultados indicaram que 25% das praças apresentaram cobertura vegetal "boa", 50% "regular" e 25% "ruim". Conclui-se que há uma necessidade urgente de planejamento urbano estratégico e de políticas de arborização adaptadas às condições locais.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Espacial. Estimativa de Densidade de Kernel (KDE). Planejamento Urbano. Percentual de Cobertura Vegetal (PCV).

Taiane Silva Sousa

s.taiane95@gmail.com

orcid.org/0000-0003-1549-777X

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, Brasil

Alyne Regina Nazaré Alves Maciel

alynemaciel10@gmail.com

orcid.org/0000-0001-7812-4255

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, Brasil

Carolina da Silva Gonçalves

linacrsq@gmail.com

orcid.org/0000-0002-1890-3115

Instituto Federal do Amapá (IFAP), Macapá, Amapá, Brasil.

Mayara Cobacho Ortega Caldeira

mayara.caldeira@ufra.edu.br

orcid.org/0000-0002-2427-9363

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, Brasil

Alan José Salomão Graça

alan.salomao@eng.uerj.br

orcid.org/0000-0002-0580-6746

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

INTRODUÇÃO

A urbanização exerce influência direta sobre a organização socioespacial, transformando e reconfigurando os espaços à medida que avança (RIBEIRO, 2019). No entanto, quando esse processo ocorre de forma acelerada e sem o devido planejamento, frequentemente resulta na redução significativa da cobertura vegetal urbana (ABREU-HARBICH *et al.*, 2014). Essa perda é especialmente preocupante, pois a vegetação local é um componente fundamental para a constituição das áreas verdes nas cidades, como demonstram estudos de Neyns e Canters (2022) e Richards e Belcher (2020), que destacam sua importância tanto para a qualidade ambiental quanto para o bem-estar social.

Conforme o Art. 8º, § 1º, da Resolução CONAMA nº 369/2006 (BRASIL, 2006), entende-se por área verde de domínio público o espaço destinado a desempenhar funções ecológicas, paisagísticas, recreativas e psicossociais. Tais áreas contribuem diretamente para a qualidade ambiental urbana, favorecendo o bem-estar físico e psicológico da população, além de desempenharem papel fundamental na valorização estética e funcional das cidades, conforme destacado por Neyns e Canters (2022). Essas áreas possuem vegetação e espaços permeáveis, incluindo árvores, arbustos e gramíneas, e podem estar integradas a parques, praças e outros espaços de lazer (BARGOS; MATIAS, 2011).

A arborização urbana, por sua vez, complementa a função das áreas verdes ao proporcionar conforto térmico, sequestro de carbono reduzindo a poluição do ar, redução de ruído ou poluição sonora, estabilizar o solo, oferecer abrigo à fauna e atenuação do efeito de ilha de calor urbana (NEYNS; CANTERS, 2022; SCHEUER; NEVES, 2016). Além disso, a vegetação arbórea atua como barreira natural contra os ventos e alta luminosidade, favorecem a retenção hídrica e enriquecem a biodiversidade, melhorando a qualidade de vida e ampliando a conexão das pessoas com o ambiente em que estão inseridas (RICHARDS; BELCHER, 2020; GONÇALVES *et al.*, 2018).

Essas áreas são importantes indicadores de bem-estar e sustentabilidade nas cidades (BORDIM; LONGO; BORDIM, 2022). No entanto, o sucesso da arborização depende de planejamento e manejo adequados, sendo fundamentais a escolha correta das espécies e a manutenção das árvores, bem como a diversificação, limitando a presença de uma única espécie entre 10% e 15% da população arbórea, a fim de prevenir desequilíbrios ecológicos e reduzir a vulnerabilidade a pragas e doenças (SARDINHA *et al.*, 2016). Assim, integrar a arborização ao planejamento urbano de forma estratégica é essencial para garantir cidades mais resilientes, sustentáveis e saudáveis.

Atualmente, os benefícios destes espaços são assegurados por legislações específicas como a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que define o código florestal brasileiro atribuindo aos municípios a responsabilidade de licenciar empreendimentos que afetem a vegetação local e instituir reservas legais nas franjas rurais-urbanas, a Resolução nº 369/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2006), e o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) que obriga os municípios a elaborar em seu plano diretor, medidas para garantir a preservação e ampliação da vegetação urbana (BRASIL, 2001).

No entanto, para que esses se concretizem de forma efetiva, é imprescindível que as prefeituras desenvolvam, em seus planos diretores, documentos

específicos que estabeleçam diretrizes claras para a padronização da arborização, com vistas a mitigar os impactos ambientais decorrentes da urbanização. Esses instrumentos, usualmente denominados Planos Diretores de Arborização Urbana, ainda são incipientes em grande parte dos municípios brasileiros e, quando existem, muitas vezes carecem de aplicabilidade prática, sendo utilizados mais como ferramentas políticas do que como instrumentos técnicos e operacionais (CEMIG, 2022).

No caso de Ananindeua, destaca-se a Lei nº 3.265, de 17 de agosto de 2022, que institui a Política Municipal de Arborização Urbana de Ananindeua (PMAUA) e estabelece como principal instrumento de gestão o Plano Municipal de Arborização Urbana. Conforme o Art. 5º, compete à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) coordenar a elaboração do plano em regime de cooperação técnica com instituições de ensino, pesquisa e extensão, bem como com órgãos de fomento e assistência técnica, de modo a definir critérios e normas técnicas aplicáveis à arborização urbana. Entretanto, embora a legislação represente um avanço significativo para o planejamento ambiental urbano, observa-se que o Plano Municipal de Arborização Urbana ainda não foi efetivamente elaborado e implementado. Tal lacuna compromete a materialização dos objetivos previstos na lei, sobretudo no que se refere à padronização das práticas de arborização, à integração da vegetação ao desenho urbano e à promoção de benefícios ambientais, sociais e paisagísticos indispensáveis para a sustentabilidade do município.

Apesar da legislação em vigor no município de Ananindeua, a expansão urbana tem resultado na substituição de vegetação por áreas edificadas. Estudos de Ribeiro (2019) indicam que as áreas urbanizadas e antropizadas, como construções e solos expostos, estão associadas a temperaturas de superfície mais elevadas. Costa, Bezerra e Oliveira (2016) corroboram essa análise ao observar que o aumento de temperatura ocorreu com mais intensidade nas áreas onde houve substituição das áreas de vegetação densa pelas áreas urbanizadas de Belém e de Ananindeua, após investigarem a dinâmica do uso e ocupação do solo. Esses resultados sugerem que a escassez ou a baixa qualidade das áreas verdes podem ser fatores contribuintes para esse fenômeno.

Segundo o censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apenas 33,2% das vias públicas de Ananindeua são arborizadas. Isso posiciona o município na 5.020ª colocação entre os 5.570 municípios do Brasil e na 126ª entre os 144 municípios paraenses, destacando-o como um dos menos arborizados tanto no cenário nacional quanto estadual (IBGE, 2022). Estudos mais recentes, como o de Silva *et al.* (2022), apontam ainda a precariedade das praças nos conjuntos Cidade Nova, em Ananindeua.

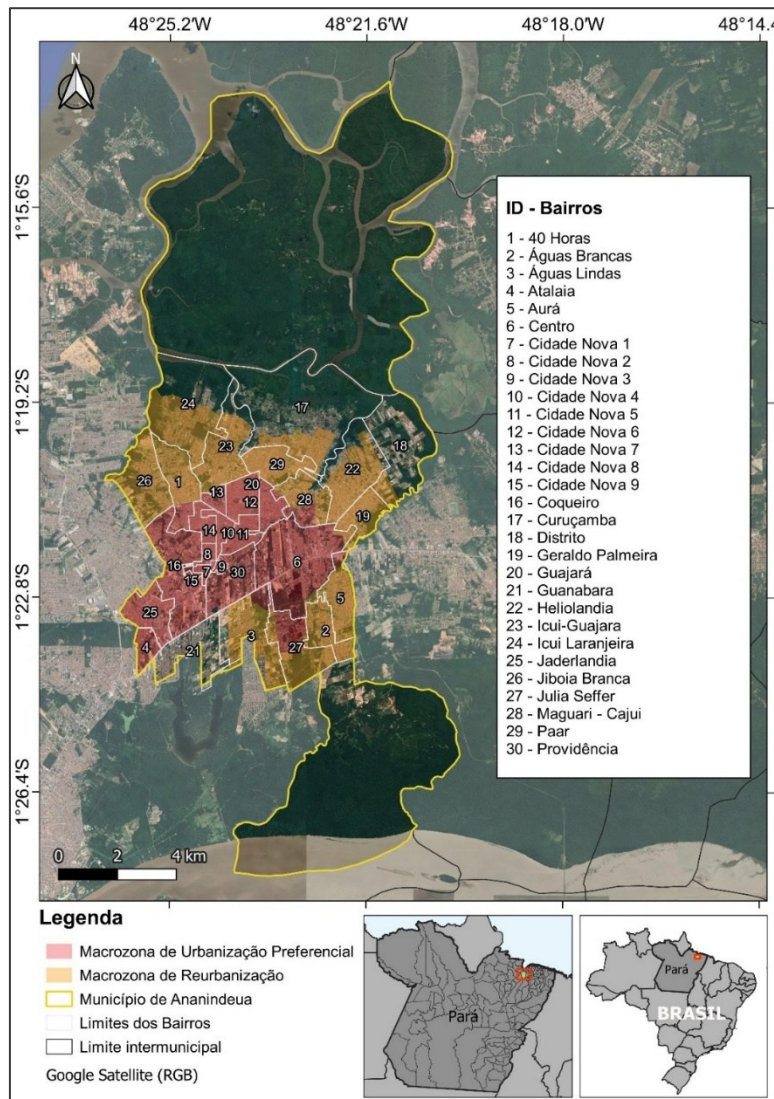
Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar a arborização em vinte praças do município de Ananindeua-PA, utilizando técnicas de geoprocessamento como a vetorização de feições, a análise espacial por Estimativa de Densidade de Kernel (*Kernel Density Estimation* – KDE) e o Percentual de Cobertura Vegetal (PCV). Enquanto o PCV permite quantificar e classificar a cobertura vegetal existente em cada praça, a KDE possibilita a visualização da densidade e a análise de padrões espaciais de distribuição arbórea. A integração dessas metodologias possibilita uma avaliação da distribuição e da qualidade das áreas verdes urbanas. A justificativa para a escolha das praças como alvo deste estudo reside em sua ampla presença na malha urbana, fácil delimitação e papel

essencial como áreas verdes de uso cotidiano. Além disso, são espaços acessíveis à população e cumprem funções ecológicas, recreativas e sociais fundamentais, embora frequentemente sejam negligenciadas no planejamento urbano.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Ananindeua está localizado no estado do Pará, na região Norte do Brasil, integrando a Região Metropolitana de Belém (Figura 1). Suas coordenadas geográficas aproximadas são 1°22' S e 48°22' O. Possui uma extensão territorial de 190,58 km², dos quais 62,75 km² correspondem à área urbanizada. De acordo com o último Censo Demográfico (IBGE, 2022), o município apresenta total de 478.778 habitantes e registra uma densidade populacional de 2.512,20 habitantes/km². Esses dados evidenciam a relevância do presente estudo, considerando a elevada pressão demográfica sobre o espaço urbano e a necessidade de estratégias voltadas à melhoria da qualidade ambiental e ao planejamento urbano sustentável.

Figura 1– Mapa de localização das Macrozoneamento urbano e Bairros de Ananindeua



Fonte: Autoria própria (2025).

Atualmente, o município de Ananindeua está subdividido em quatro grandes macrozonas, das quais três são delimitam a zona urbana: Macrozona de Urbanização Preferencial, Macrozona de Reurbanização, e Macrozona de Urbanização Restrita, conforme estabelecido no Plano Diretor do município (ANANINDEUA, 2020), e pode ser visualizada na Figura 1.

Cada macrozona desempenha um papel específico no planejamento urbano e na arborização da cidade. A Macrozona de Urbanização Preferencial é destinada ao aproveitamento adequado de terrenos não edificadas ou subutilizados, com prioridade para a implantação de equipamentos urbanos e comunitários (ANANINDEUA, 2020). A Macrozona de Reurbanização visa à requalificação da infraestrutura urbana, com foco na melhoria das condições sanitárias e socioambientais, especialmente em áreas de ocupação irregular. Por sua vez, a Macrozona de Urbanização Restrita é dedicada à proteção de zonas ambientalmente sensíveis (ANANINDEUA, 2020).

A Macrozona de Urbanização Preferencial, inclui os bairros de Atalaia, Jaderlândia, Coqueiro, Providência, Centro, Cidade Nova, Guajará, Maguari, Águas Lindas, e Aurá. A Macrozona de Urbanização é subdividida em Norte e Sul, com os bairros do Sul incluindo Águas Lindas, Águas Brancas, Júlia Seffer e Aurá, enquanto os bairros do Norte englobam Geraldo Palmeira, Jiboia Branca, 40 Horas, Icuí, Paar e Heliolândia. No Quadro 1, é possível verificar a composição de cada macrozona.

Quadro 1 – Macrozoneamento urbano do município de Ananindeua, Pará

Macrozona	Descrição		Bairros
Urbanização Preferencial	Aproveitamento adequado de terrenos não edificadas, subutilizados ou não utilizados, observando o disposto nos art. 182, § 4º., I, II e III, da Constituição Federal. - Implantação prioritária de equipamentos urbanos e comunitários.		Atalaia, Jaderlândia, Coqueiro, Providência, Centro, cidade nova, Guajará, Maguari*, Águas lindas* e Aurá*
Reurbanização	Requalificação da infraestrutura urbana para melhoria das condições sanitárias e socioambientais de áreas de ocupação irregular. Produção de habitação de interesse social.	Requalificação da infraestrutura urbana ao norte	Geraldo palmeira, Jiboia branca, 40 horas, Icuí*, Paar*, Heliolândia*
		Requalificação da infraestrutura urbana ao sul	Águas lindas, Águas Brancas, Julia Seffer, Aurá*
Urbanização restrita	Preservação ambiental e programas de recuperação e controle ambiental. Desestímulo, contenção ou controle da ocupação	Restrita destinada à preservação ambiental ao norte	Distrito industrial, Icuí*, Paar*, Heliolândia*
		Restrita destinada à preservação ambiental ao sul	APA Belém Urbanização Restrita Aurá

*Bairros limítrofes com outra macrozona.

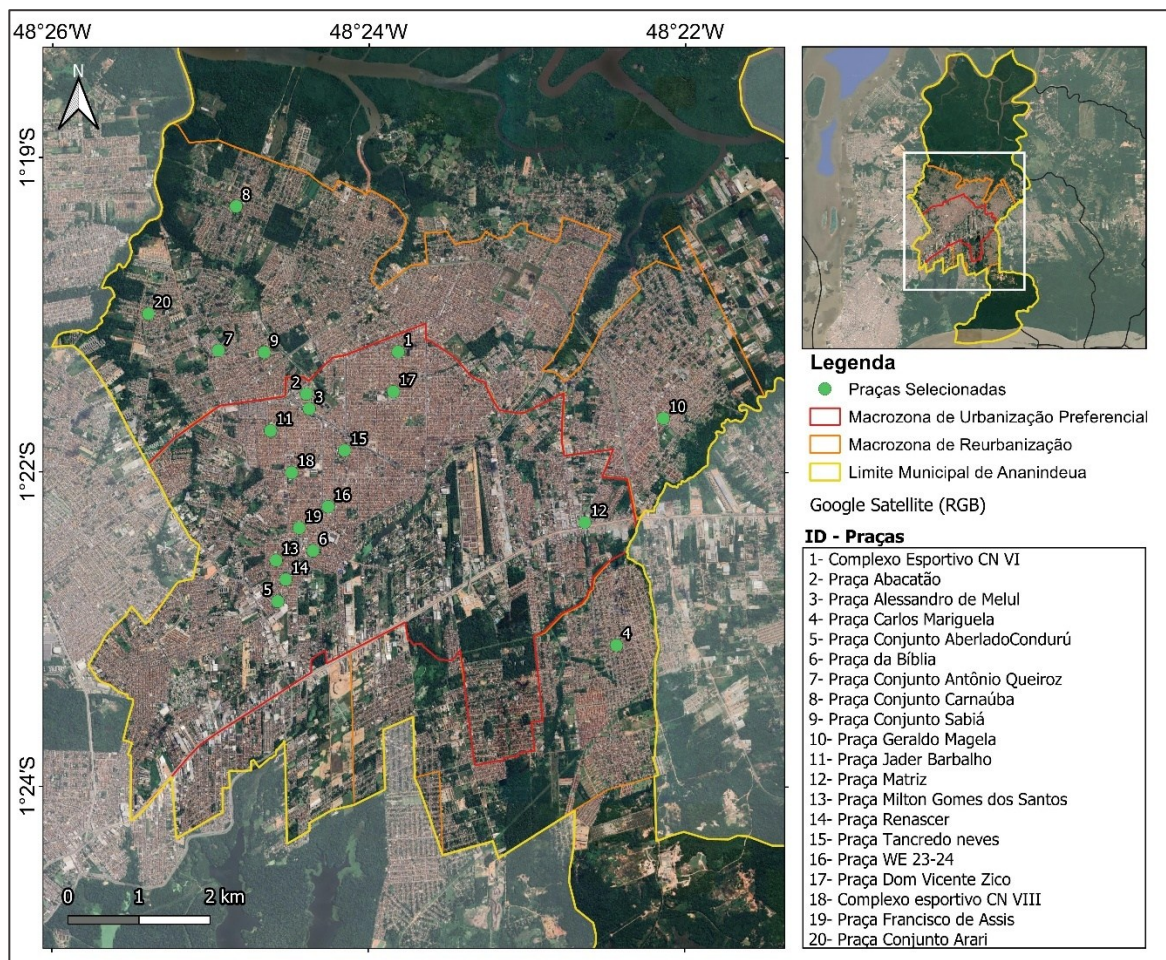
Fonte: Adaptado de Ananindeua (2020).

Com intuito de avaliar somente o espaço em expansão urbana do município, as análises desta pesquisa se limitaram somente em vinte praças urbanas concentradas na Macrozona de Urbanização Preferencial e na Macrozona de

reurbanização. Tendo em vista que, desde a lei nº2.380/2009 (BRASIL, 2009), as macrorregiões de urbanização restrita possuem um viés de proteção ambiental. Vale ressaltar que a seleção das praças foi baseada em critérios para garantir uma representatividade das características urbanas de Ananindeua. Os critérios incluíram a relevância social e cultural, a intensidade de uso pela população, a proximidade a centros comerciais e conjuntos habitacionais, além apresentar distribuição espacial pelo território urbano. Esses fatores asseguraram que as praças escolhidas refletissem de maneira abrangente as diversas dinâmicas e particularidades presentes no município.

As vinte praças selecionadas foram: Complexo Esportivo CN VI, Praça Abacatão, Praça Alessandro de Melul, Praça Carlos Mariguella, Praça Conjunto Aberlado Condurú, Praça da Bíblia, Praça Conjunto Antônio Queiroz, Praça Conjunto Carnaúba, Praça Conjunto Sabiá, Praça Geraldo Magela, Praça Jader Barbalho, Praça Matriz, Praça Milton Gomes dos Santos, Praça Renascer, Praça Tancredo neves, Praça WE 23-24, Praça Dom Vicente Zico, Complexo esportivo CN VIII, Praça Francisco de Assis e Praça Conjunto Arari. A localização destas praças está apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Mapa de localização das 20 praças do Município de Ananindeua selecionadas para o estudo, situadas nas suas respectivas macrozonas

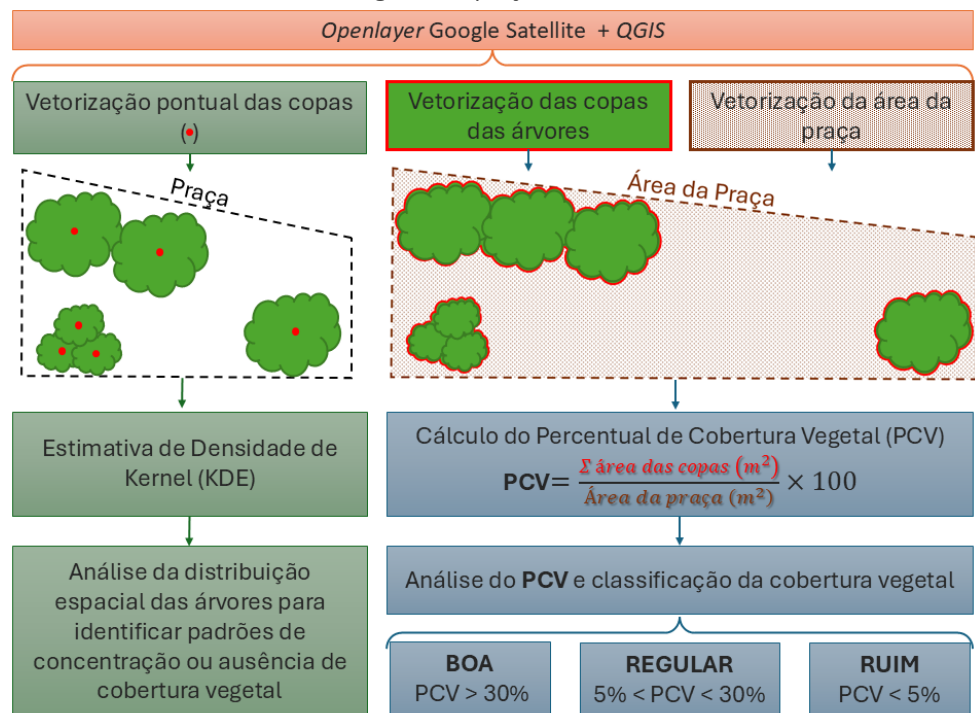


Fonte: Autoria própria (2025).

METODOLOGIA

Para esta pesquisa, a metodologia foi adaptada de Façanha (2024), Feio, Veloso e Herrera (2022) e De Abreu *et al.* (2020), contemplando duas abordagens complementares na análise da vegetação arbórea das praças, conforme apresentado no Fluxograma da Figura 3. A primeira, a Estimativa de Densidade de Kernel (KDE) (capítulo 3.1), possibilita visualizar a densidade e identificar padrões espaciais de distribuição arbórea; a segunda, o Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) (capítulo 3.2), permite quantificar e classificar a cobertura existente.

Figura 3 - Etapas metodológicas para avaliar a distribuição e densidade da cobertura vegetal em praças urbanas



Fonte: Autoria própria (2025).

Os arquivos e as imagens gerados foram configurados conforme recomendações do IBGE, adotando o sistema de referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e o Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator (UTM), para o fuso 22 Sul. Para garantir replicabilidade, acessibilidade e baixo custo, utilizou-se o *software* QGIS 3.28.3 Firenze como principal ferramenta de geoprocessamento, com base em dados do *Google Satellite* obtidos via *plugin QuickMapServices*.

ESTIMATIVA DE DENSIDADE DE KERNEL (KDE)

Para analisar a distribuição espacial da arborização das praças, realizou-se a vetorização pontual das árvores pela sua copa (DE ABREU *et al.*, 2020), conforme ilustração da Figura 3. Este processo envolveu a criação de novos arquivos vetoriais em uma camada com geometria pontual. As geometrias e seus respectivos atributos foram armazenados no formato *shapefile*, compatível com o ambiente do Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e de código aberto.

A próxima etapa consistiu em analisar os eventos ou padrões pontuais, mais precisamente utilizando o método do estimador de densidade, conhecido como Estimativa de Densidade de Kernel (KDE) ou mapa de calor (*HeatMap*) (CONCEIÇÃO *et al.*, 2022; YUAN *et al.*, 2019; NAKAYA; YANO, 2010). Essa técnica de análise espacial foi desenvolvida para estimar uma função de probabilidade empírica suavizada (SILVERMAN, 1986), sendo amplamente aplicada em ambiente de SIG, para visualização e análise de padrões espaciais de pontos em uma superfície de densidade, com base em um conjunto de localizações discretas de eventos amostrais (YUAN *et al.*, 2019; NAKAYA; YANO, 2010). Essa técnica cria uma vizinhança circular ao redor de cada ponto, correspondente ao raio (RADIUS) de influência (SILVERMAN, 1986). Feio, Veloso e Herrera (2022) e Façanha (2024) aplicaram a técnica de KDE em estudos voltados à análise da arborização urbana, demonstrando sua eficácia na identificação de padrões espaciais de distribuição arbórea.

O QGIS implementa a técnica de KDE por meio da ferramenta *Heatmap*, a qual segue o padrão clássico de KDE bidimensional descrito por Silverman (1986) e formalizado na dedução matemática da Equação 1 (YUAN *et al.*, 2019). Essa aplicação é operacionalizada a partir de um processo de conversão vetorial-matricial, incorporado na própria ferramenta (DA CONCEIÇÃO *et al.*, 2022). No procedimento, para cada célula da matriz gerada, a densidade é calculada com base na soma ponderada das contribuições dos pontos localizados dentro de uma largura de banda fixa (*bandwidth*). A influência de cada ponto sobre a célula não é uniforme, mas modulada pela função kernel, que estabelece um decaimento gradual da influência conforme a distância ao centro da célula. No presente estudo, adotou-se a função quadrática (*quartic kernel*), cuja formulação é apresentada na Equação 2 (YUAN *et al.*, 2019) e utilizou a largura (h) ou raio igual a 20 metros.

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{n \cdot h^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{|x - X_i|}{h}\right) \quad (1)$$

$$K\left(\frac{|x - X_i|}{h}\right) = \frac{3}{4} \left(1 - \frac{|x - X_i|^2}{h^2}\right) \quad (2)$$

onde:

$\hat{f}(x)$ é a densidade de probabilidade estimada para a célula do ponto x ;

n representa o número total de pontos (ou soma dos pesos);

h é a largura de banda fixa (*bandwidth* ou RADIUS);

K representa a função de Kernel escolhida;

X_i é a localização do ponto amostral i .

Essa abordagem permite a geração de superfícies contínuas de densidade, facilitando a visualização e a interpretação de padrões espaciais de distribuição arbórea nas praças analisadas, além de oferecer subsídios para a identificação de áreas com maior ou menor concentração de cobertura vegetal.

PERCENTUAL DE COBERTURA VEGETAL (PCV)

Com o propósito de avaliar a qualidade do ambiente urbano à luz dos parâmetros estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), adotou-se

a métrica do Percentual de Cobertura Vegetal (PCV), cuja aplicação foi adaptada a partir da metodologia proposta por Gomes e Queiroz (2011). O PCV, conforme descrito na Equação 3, consiste em um indicador que expressa a proporção da área ocupada das copas das árvores em relação à área total da praça, multiplicada por 100. Dessa forma, este índice permite quantificar a cobertura vegetal existente, bem como, oferece parâmetros comparativos que auxiliam na análise da adequação e da distribuição das áreas verdes em espaços urbanos (FAÇANHA, 2024; FEIO; VELOSO; HERRERA, 2022).

$$PCV = \frac{\Sigma \text{área das copas (m}^2\text{)}}{\text{Área total da praça (m}^2\text{)}} \times 100 \quad (3)$$

Para a obtenção dos dados referentes à projeção das copas arbóreas, realizou-se a vetorização manual da cobertura de cada praça a partir das imagens do *Google Satellite* (2024). A mesma metodologia foi utilizada para a delimitação do perímetro das praças. Assim, foram gerados arquivos vetoriais com os polígonos correspondentes tanto aos limites das praças quanto às projeções das copas das árvores, conforme ilustrado na Figura 3. Em seguida, as áreas das copas e das praças foram calculadas no QGIS, por meio da ferramenta *Field Calculator*, possibilitando a aplicação da Equação 3 do PCV.

A classificação dos resultados do PCV foi realizada em conformidade com as orientações estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU, 1997), as quais fornecem parâmetros de referência para avaliação da qualidade ambiental urbana (Quadro 2).

Quadro 2 – Critérios da ONU para Categorização da estimativa de cobertura vegetal

Condição de Vida	Percentual de Cobertura Vegetal (PCV)
BOA	PCV > 30%
REGULAR	5% < PCV < 30%
RUIM	PCV < 5%

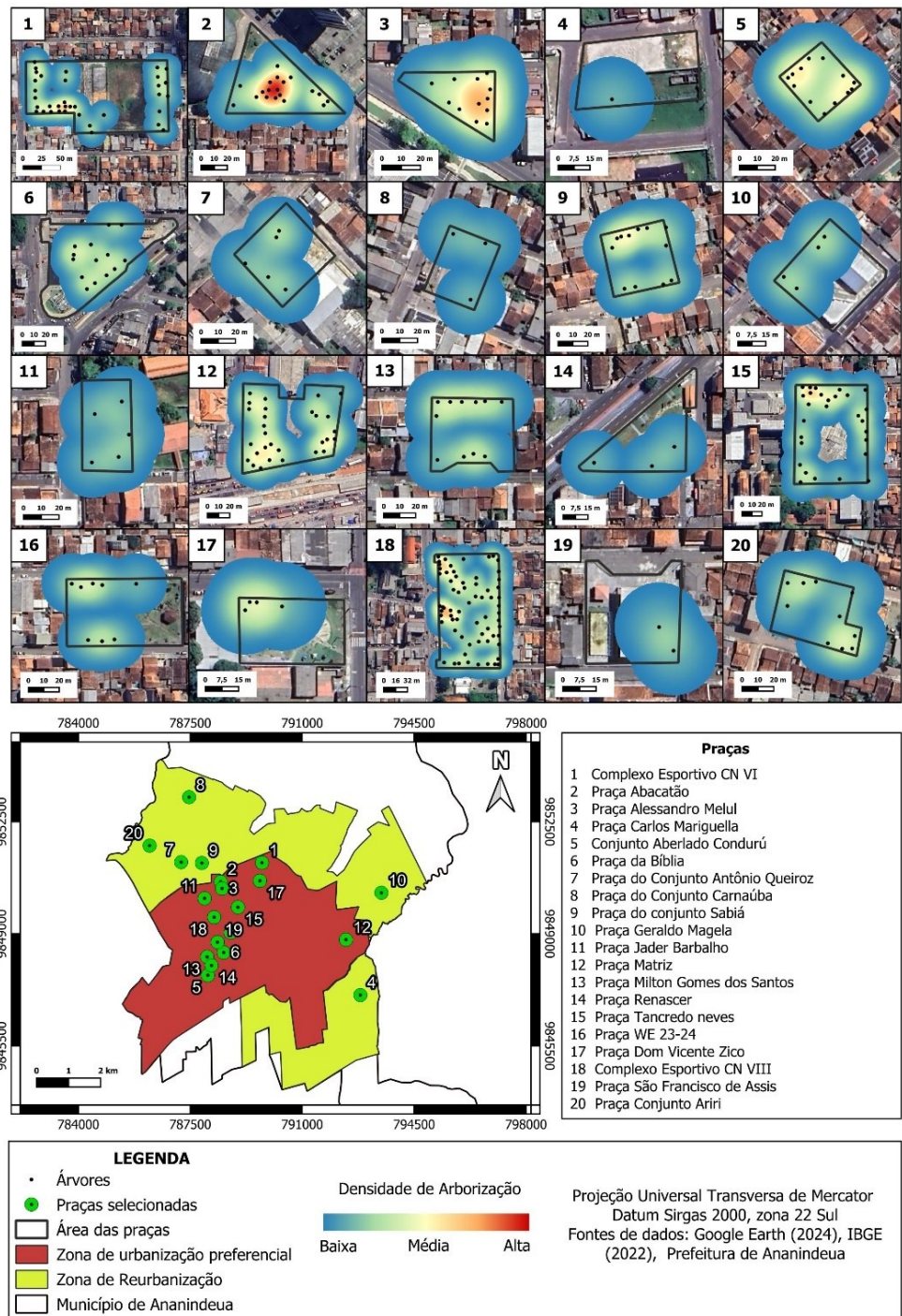
Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de ONU (1997).

De acordo com tais diretrizes, valores de PCV superiores a 30% são considerados indicativos de boas condições ambientais, enquanto valores entre 5% e 30% refletem condições regulares e valores inferiores a 5% denotam condições ambientais insatisfatórias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da vetorização das copas arbóreas e da aplicação da KDE, foram elaborados mapas que representam a distribuição espacial e da densidade das árvores nas vinte praças analisadas (Figura 4). Identificaram-se 324 indivíduos arbóreos, mapeados a partir da interpretação de imagens de satélite do *Google* (2024). Os resultados evidenciam padrões de arborização, destacando áreas de maior concentração de árvores, representadas por tons quentes (avermelhados), e regiões com menor cobertura vegetal, representadas por tons frios (azulados). De modo geral, observa-se uma tendência de maior presença de indivíduos arbóreos ao longo do perímetro das praças, enquanto as regiões centrais apresentam cobertura reduzida ou até mesmo ausência significativa de árvores.

Figura 4 – Densidade de arborização (KDE) nas 20 praças analisadas. Superfícies de densidade estimadas por KDE (kernel: quartic, largura de banda: 20 m), a partir dos pontos das copas vetorizadas



Fonte: Autoria própria (2025).

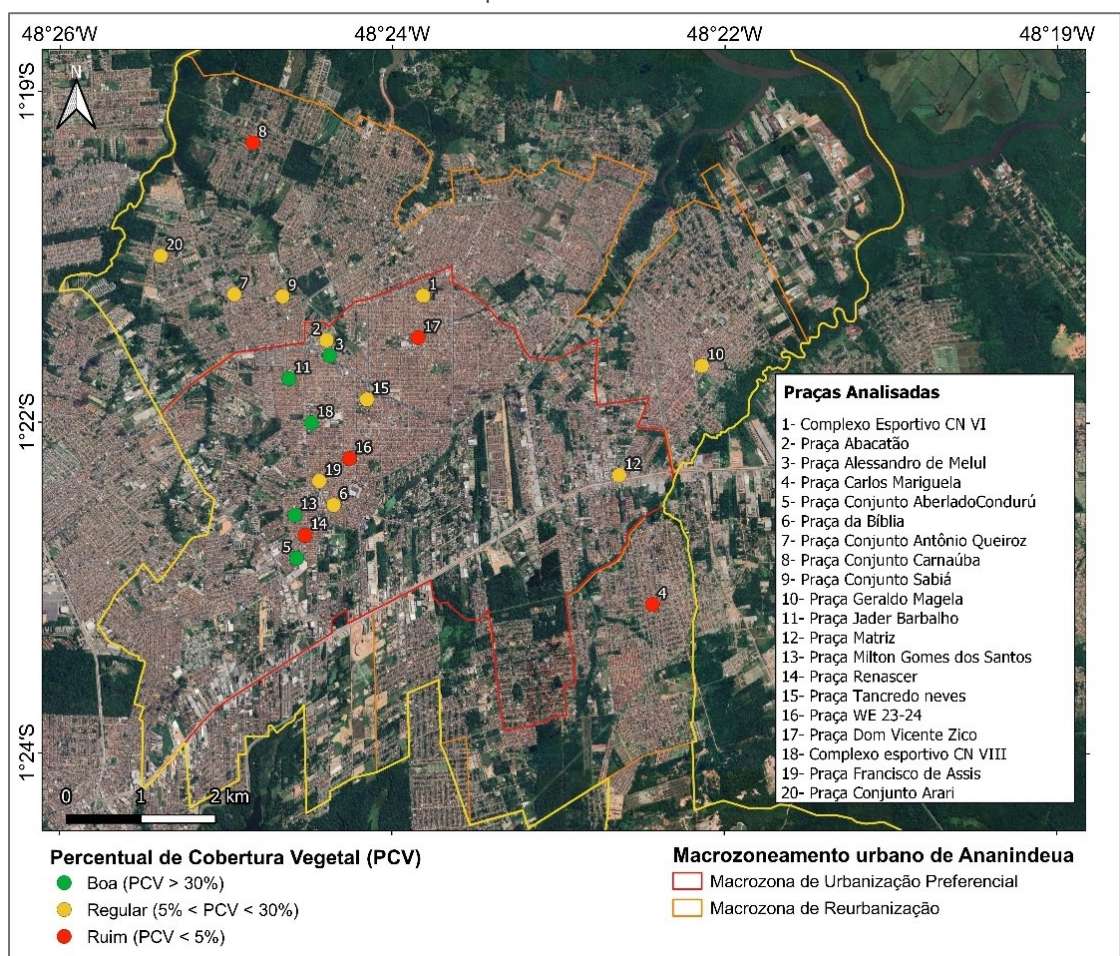
É importante notar que algumas praças, como Carlos Mariguella, Conjunto Carnaúba, Geraldo Magela, Renascer, Dom Vicente Zico e São Francisco de Assis (Figura 4, subfiguras com identificadores (ID) 4, 8, 10, 14, 17 e 19, respectivamente) apresentam uma quantidade e densidade de árvores significativamente baixas (até 4 árvores) e são mal distribuídas pela área da praça. A praça Carlos Mariguella (ID 4), por exemplo, localizada no bairro do Aurá, possui somente uma árvore. E ainda

é possível visualizar pelas imagens recentes capturadas pelo geoserviço do *Google Maps* (2024) que a área está abandonada. É provável que esta árvore tenha surgido devido a regeneração natural da vegetação local.

Já as praças Tancredo Neves, Matriz, o Complexo Esportivo CNVI e o Complexo Esportivo CNVIII (Figura 4, subfigura com ID: 1, 15, 12 e 18, respectivamente), são as praças que possuem maior quantitativo totalizando 28, 29, 35 e 67 árvores, respectivamente. Apesar das praças Alessandro de Melul e Abelardo Condurú (Figura 4, subfigura com ID: 3 e 5) possuírem até 13 árvores, estas apresentam uma melhor distribuição da vegetação em suas áreas.

No que concerne a análise do PCV, os resultados obtidos para PVC (Figura 5) mostraram que as vinte praças estudadas no município apresentam um total de área de 75.389,67 m² (Tabela 1). A praça Complexo Esportivo CNVI teve a maior área com 16.205,43 m² de extensão e a praça Alessandro de Melul teve a menor área com 1.014,64 m². Quanto à área de copa foram somados 16.485,54 m² e alcançando uma média de 824,28 m² por praça. A praça com maior área de copa foi o Complexo Esportivo CN VIII com 5.495,36 m² de copa e a com menor área de copa foi a praça Carlos Mariguela com 15,01 m² de copa.

Figura 5 – Espacialização do Percentual de cobertura vegetal (PCV) nas 20 praças estudadas no município de Ananindeua



Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 1 – Percentual de cobertura vegetal (PCV) nas 20 praças localizadas no município de Ananindeua

ID	Praças	Zona	Área total da praça (m ²)	Área total da copa (m ²)	PCV (%)	Condição
1	Complexo Esportivo CN VI	Urbanização Preferencial	16.205,43	2.641,16	16,30	REGULAR
2	Praça Abacatão	Urbanização Preferencial	3.135,71	621,78	19,83	REGULAR
3	Praça Alessandro de Melul	Urbanização Preferencial	1.014,64	644,88	63,56	BOM
4	Praça Carlos Mariguela	Reurbanização	1.758,04	15,01	0,85	RUIM
5	Praça Conjunto Aberlado Condurú	Urbanização Preferencial	1.018,31	597,38	58,66	BOM
6	Praça da Bíblia	Urbanização Preferencial	5.561,10	333,95	6,01	REGULAR
7	Praça Conjunto Antônio Queiroz	Reurbanização	1.773,04	245,21	13,83	REGULAR
8	Praça Conjunto Carnaúba	Reurbanização	1.185,10	58,46	4,93	RUIM
9	Praça Conjunto Sabiá	Reurbanização	1.905,66	388,14	20,37	REGULAR
10	Praça Geraldo Magela	Reurbanização	1.885,48	165,05	8,75	REGULAR
11	Praça Jader Barbalho	Urbanização Preferencial	1.432,39	442,78	30,91	BOM
12	Praça Matriz	Urbanização Preferencial	5.836,53	1.399,82	23,98	REGULAR
13	Praça Milton Gomes dos Santos	Urbanização Preferencial	2.233,22	758,10	33,95	BOM
14	Praça Renascer	Urbanização Preferencial	2.126,34	56,76	2,67	RUIM
15	Praça Tancredo neves	Urbanização Preferencial	7.258,23	1.927,05	26,55	REGULAR
16	Praça WE 23-24	Urbanização Preferencial	3.283,81	130,59	3,98	RUIM
17	Praça Dom Vicente Zico	Urbanização Preferencial	1.376,04	46,82	3,40	RUIM
18	Complexo esportivo CN VIII	Urbanização Preferencial	12.645,37	5.495,36	43,46	BOM
19	Praça Francisco de Assis	Urbanização Preferencial	1.781,41	92,65	5,20	REGULAR
20	Praça Conjunto Arari	Reurbanização	1.973,81	424,62	21,51	REGULAR
	Total		75.389,67	16.485,54	-	-
	Mínimo		1.014,64	15,01	0,85	-
	Máximo		16.205,43	5.495,36	63,56	-
	Média		3.769,48	824,28	20,44	-

Fonte: Autoria própria (2025).

No geral, cinco praças estão em condição de cobertura “boa” (Tabela 1) que são as praças: Alessandro de Melul (ID 3), Conjunto Abelardo Condurú (ID 5), Jader Barbalho (ID 11), Milton Gomes dos Santos (ID 13) e o Complexo Esportivo CN VIII

(ID 18), que apresentaram um valor médio de PCV de 46,11%, com destaque para a praça Alessandro Melul com maior percentual de cobertura vegetal (63,56%).

No que se refere a condição classificada como “regular” existem dez praças, representando um valor médio de PCV de 16,23%, que são as praças complexo Esportivo Cidade Nova VI (ID 1), Praça Abacatão (ID 2), Praça da Bíblia (ID 6), Praça Conjunto Antônio Queiroz (ID 7), Conjunto Sabiá (ID 9), Geraldo Magela (ID 10), Praça Matriz (ID 12), Tancredo Neves (ID 15), Francisco de Assis (ID 19), Conjunto Arari (ID 20). Já as praças classificadas como em condição “ruim”, apresentaram um PCV médio de 3,17%, estão cinco praças, a praça Carlos Mariguella (ID 4), praça Conjunto Carnaúba (ID 8), praça Renascer (ID 14), praça WE 23-24 (ID 16) e a praça Dom Vicente Zico (ID 17). A praça Carlos Mariguella teve menor cobertura vegetal com PCV de 0,85%. Dentre as vinte praças estudadas, 14 estão situadas na zona de Urbanização Preferencial e 6 estão na zona de Reurbanização.

Em suma, pode-se observar a disparidade significativa entre as praças em termos de Percentual de Cobertura Vegetal. De acordo com os critérios da ONU, apenas 25% das praças estudadas estão com índice “bom” de qualidade ambiental. Por outro lado, 25% estão na condição “ruim”, bem abaixo do limite recomendado pela organização. E metade das praças estudadas (50%) estão classificadas como “regular”. Estudos realizados em cidades brasileiras, como São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba (COSTA *et al.* 2023; RIBEIRO *et al.*, 2021; RIBEIRO, 2019) apontaram que praças com pouca vegetação podem contribuir para a formação de ilhas de calor, aumento da poluição do ar e redução da qualidade de vida dos moradores.

O estudo de Ribeiro (2019) no município de Ananindeua, identificou picos de até 8,9°C na Temperatura de Superfície Continental (TSC) no ano de 2018. Esse aumento significativo foi observado em bairros com expansão urbana desordenada, que incluíram a perda de vegetação, aumento das áreas construídas e a presença de solos expostos. Esses fatores contribuíram para o aquecimento das superfícies e, como consequência, criaram microclimas mais quentes, comuns em áreas com intensa urbanização e baixa cobertura vegetal. Destaca-se por sua vez, que as praças com um alto PCV proporcionam resfriamento das temperaturas locais por meio de processos naturais como sombreamento e evapotranspiração.

A análise do PCV mostrou uma diversidade significativa nas condições de arborização das praças de Ananindeua. Devido o cálculo do PCV considerar a relação entre a área total da praça e a área coberta pelas copas das árvores, nesse contexto, mesmo um número reduzido de árvores pode gerar uma cobertura vegetal que contribui positivamente para a avaliação. Portanto, essas praças, apesar de terem poucas árvores, mantêm uma porcentagem de cobertura suficiente para evitar uma classificação negativa, mostrando que o PCV leva em conta tanto a quantidade de vegetação quanto a área do espaço avaliado. Nota-se, por exemplo, que as praças Conjunto Carnaúba (ID 8) e Francisco de Assis (ID 19), embora possuam até 3 árvores cada, não foram classificadas como “ruim” na avaliação do PCV. Assim como, a praça Matriz (ID 12) que apresenta visualmente uma boa distribuição de indivíduos na área da praça, foi classificada como “regular”.

Silva *et al.* (2022) evidenciam que as praças de Ananindeua apresentam condições precárias decorrentes tanto do descaso do poder público quanto da ausência de orientação adequada aos usuários. Entre os principais problemas

identificados destacam-se o descarte irregular de resíduos sólidos, a falta de acessibilidade, a desorganização espacial e, sobretudo, a carência de cuidados fitossanitários voltados às espécies arbóreas, como a realização de podas, o controle de plantas invasoras e a adubação. Essa situação reflete um quadro mais amplo de desafios enfrentados por grandes centros urbanos, como Ananindeua, marcado por deficiências de infraestrutura, ocupações habitacionais irregulares e alterações nas condições climáticas (COSTA *et al.*, 2023). Nesse contexto, as mudanças climáticas em curso tornam ainda mais urgente a adoção de estratégias eficazes de arborização e de preservação ambiental, capazes de mitigar os impactos da urbanização desordenada, entre eles a intensificação das ilhas de calor urbano (RIBEIRO, 2019).

Essas informações, até aqui discutidas, podem ser relevantes para futuras ações de planejamento urbano e paisagístico, plantio de novas árvores nas praças com baixa densidade de vegetação, especialmente nas classificadas como "Ruim" (Praça Carlos Mariguella, Conjunto Carnaúba, Praça Renascer, Praça WE 23-24 e a Praça Dom Vicente Zico) e algumas em condição "Regular" (como Praça Abacatão e Praça Francisco de Assis). Um dos instrumentos que pode apoiar essas iniciativas é o Zoneamento Ecológico- Econômico (ZEE), previsto no Plano Diretor através da Lei nº 3.112/2020 do município (ANANINDEUA, 2020). O ZEE auxilia na definição de áreas prioritárias para a conservação ambiental, mitigação de impactos urbanos e promoção de políticas que equilibram o crescimento urbano com a preservação ecológica. O plano prevê que o setor de arborização deve ser desenvolvido até quatro anos após sua publicação, destacando a urgência de ações concretas para reverter os déficits de vegetação em áreas críticas. No entanto, até a data da presente pesquisa, não foram encontradas informações disponíveis sobre esse plano setorial.

A Lei nº 3.265/2022, que institui a Política Municipal de Arborização Urbana de Ananindeua (PMAUA), estabelece a identificação de áreas adequadas para novos plantios, com prioridade para o aumento da cobertura vegetal em regiões menos arborizadas do município. Contudo, observa-se uma inconsistência entre o previsto na legislação e a realidade prática, uma vez que diversas praças recentemente reformadas, já mencionadas, não receberam arborização suficiente para contribuir com a atenuação do desconforto térmico, evidenciando uma lacuna na aplicação efetiva da norma (ANANINDEUA, 2022).

Esta lei institui a Política Municipal de Arborização Urbana de Ananindeua e determina, em seu Art. 5º, que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) deve coordenar a elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAUA), em cooperação técnica com instituições de ensino, pesquisa e extensão, bem como com órgãos de fomento e assistência técnica. O referido plano tem a função de estabelecer orientações e procedimentos técnicos para a implantação, manejo e manutenção da arborização urbana, além de disciplinar intervenções em árvores e plantas ornamentais em logradouros públicos e espaços privados de uso coletivo. Entretanto, embora esta lei represente um marco regulatório importante para o desenvolvimento sustentável do município, observa-se que o PMAUA ainda não foi elaborado nem implantado. Tal ausência compromete a efetividade da política de arborização urbana, dificultando a padronização das ações de plantio e manejo, bem como a integração da vegetação ao planejamento urbano. Assim, torna-se urgente a efetivação do plano, de modo a garantir benefícios ambientais, sociais e paisagísticos à população, em consonância com os objetivos da legislação vigente.

Para fomentar uma arborização urbana mais eficiente e em consonância com o §1º do Art. 5º da Lei nº 3.265/2022, recomenda-se a priorização do uso de espécies nativas da Amazônia, adequadas às condições locais e capazes de promover a biodiversidade. No caso de Ananindeua, destacam-se espécies já identificadas em levantamentos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (ANANINDEUA, 2024), como *Acacia mangium*, *Annona cuspidata*, *Handroanthus serratifolius* e *Clitoria fairchildiana*, que apresentam benefícios ecológicos relevantes, incluindo suporte à fauna, resiliência às condições climáticas da região e potencial de integração em corredores ecológicos.

Além disso, conforme estudos de Biz *et al.* (2015), o aumento da densidade de árvores pode resultar em maior sombreamento, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos residentes ao entorno das praças, e seus usuários. De acordo com Fadhlurrahman e Nasrullah (2020), uma sensação de maior conforto térmico pode ser experimentada sob a cobertura das árvores. Dessa forma, a falta de árvores em certas áreas pode causar um aumento no estresse térmico da população.

Aliada à seleção criteriosa das espécies e o aumento da densidade de árvores, torna-se imprescindível a implementação de programas de educação ambiental voltados à sensibilização e ao engajamento da comunidade. Tais programas podem incluir atividades práticas de plantio, manejo e monitoramento de árvores em praças, escolas e associações de moradores, fortalecendo a consciência coletiva acerca dos benefícios da arborização. Essas iniciativas, ao mesmo tempo em que ampliam a cobertura vegetal, consolidam a arborização como política pública participativa, integrando dimensões ecológicas, sociais e educacionais no planejamento urbano de Ananindeua.

Neste contexto, é possível verificar, através do Plano Municipal de Arborização de Belém (BELÉM, 2012), algumas medidas que poderiam ser adotadas em Ananindeua. Uma das recomendações é a execução de um inventário atualizado da arborização urbana, fundamental para fornecer uma base de dados sobre a quantidade, localização e estado de conservação das árvores, contribuindo para o monitoramento e planejamento da distribuição de árvores nas praças e ações de plantio e manejo mais eficientes nos espaços públicos. Com essas informações, é possível identificar áreas com deficiência de cobertura vegetal, praças com baixa densidade arbórea e direcionar esforços para melhorar essas condições. Em suma, o estudo em questão destaca que a distribuição das praças é desigual, com maior concentração nos bairros planejados. Para reverter esse cenário, é fundamental uma abordagem integrada que envolva a sociedade civil, o setor privado e o governo no planejamento, conservação e proteção das áreas verdes, garantindo adaptação às mudanças climáticas e melhoria da qualidade de vida no centro urbano de Ananindeua.

A utilização integrada do PCV e da KDE demonstrou-se vantajosa para a gestão urbana, pois ambas as metodologias permitem a atualização periódica do banco de dados pelas prefeituras com baixo custo, sem a necessidade de levantamentos de campo contínuos, além de possibilitar o monitoramento sistemático das áreas verdes. A análise espacial via KDE fornece uma visualização clara dos padrões de distribuição arbórea, orientando o planejamento urbano e a identificação de áreas críticas com baixa arborização, enquanto o PCV, por ser um índice simples de calcular e interpretar, facilita a comunicação dos resultados a gestores e tomadores de decisão, permitindo análises rápidas e comparativas. Além disso, a

possibilidade de replicar o método em diferentes períodos temporais torna-o uma ferramenta eficaz para acompanhar a evolução da cobertura vegetal em ambientes urbanos, reforçando seu potencial para subsidiar políticas públicas de sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida da população. Entre outras vantagens, destacam-se a escalabilidade da aplicação em diferentes recortes espaciais (de praças a municípios), a integração com indicadores socioambientais e a utilidade em processos participativos, dado que os mapas e índices produzidos são de fácil compreensão por diferentes públicos.

Apesar da utilidade do PCV e KDE, algumas limitações devem ser consideradas. A vetorização manual das copas das árvores está sujeita à subjetividade do pesquisador, podendo gerar variações na delimitação das feições. Além disso, a qualidade e a resolução das imagens utilizadas influenciam diretamente a precisão dos resultados, podendo levar à omissão de árvores menores ou à superposição de copas. Outro aspecto é que o PCV, por ser uma medida proporcional, pode apresentar valores aparentemente elevados em praças menores, o que pode distorcer comparações entre áreas de dimensões diferentes. No caso da KDE, a principal limitação está na escolha da largura de banda, que pode resultar tanto em padrões artificiais quanto em perda de detalhes. Além disso, a técnica não considera aspectos qualitativos das árvores (como espécie ou estado fitossanitário) e depende fortemente da precisão dos pontos vetorizados. Também é importante ressaltar a limitação das métricas, que mensuram apenas presença física das árvores, sem considerar diretamente os serviços ecossistêmicos prestados, como sequestro de carbono ou sombreamento efetivo. Esses fatores apontam para a necessidade de cautela na interpretação dos resultados e reforçam a importância de estudos complementares, integrando inventários arbóreos, análises de campo e indicadores de qualidade ambiental.

CONCLUSÃO

A análise das praças públicas de Ananindeua, utilizando técnicas de geoprocessamento como vetorização de feições, Estimativa da Densidade de Kernel (KDE) e Percentual de Cobertura Vegetal (PCV), permitiu uma avaliação da distribuição e qualidade das áreas verdes do município. Os resultados revelaram uma variação na cobertura vegetal, destacando tanto áreas bem arborizadas quanto regiões que demandam melhorias, o que evidencia a necessidade de estratégias de planejamento e manejo capazes de promover um ambiente urbano mais equilibrado, funcional e ambientalmente sustentável. O estudo fornece subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas à arborização urbana, destacando a relevância de um monitoramento contínuo e de estratégias consistentes para a manutenção e ampliação das áreas verdes, como a seleção criteriosa de espécies adaptadas ao clima local e a implementação de programas de educação ambiental voltados à conscientização e ao engajamento comunitário. Tais iniciativas são fundamentais para aprimorar a qualidade de vida da população, oferecendo benefícios ambientais, sociais e estéticos a longo prazo, enquanto contribuem para a construção de um espaço urbano mais sustentável.

Embora a pesquisa atual não tenha investigado as causas da ausência de árvores nas praças analisadas, por ter sido fundamentada em análises geoespaciais para mapear a arborização urbana, recomenda-se essa abordagem em estudos futuros. A aplicação de questionários junto à população e a realização de visitas in

loco permitirão identificar se a ausência de árvores decorre da inexistência original, da depreciação causada por ações humanas ou da mortalidade devido à falta de cuidados e manutenção.

Urban greening in public squares: a case study in the municipality of Ananindeua, Pará

ABSTRACT

Tree planting in public spaces, such as squares, is essential for a sustainable urban environment, improving air quality, reducing temperature, and enhancing residents' well-being, while also contributing to the city's aesthetics. This study analyzed tree coverage in public squares in Municipality of Ananindeua, Pará, assessing its distribution and density using Kernel Density Estimation (KDE) and the Vegetation Cover Percentage (VCP). Twenty squares were selected based on their location within the city's macrozones. The methodology included the analysis of satellite images for tree vectorization and canopy area calculation. Spatial analysis revealed significant variations in tree distribution, with VCP ranging from 0.85% to 63.56%. The results indicated that 25% of the squares had "good" vegetation coverage, 50% "regular," and 25% "poor." It is concluded that there is an urgent need for strategic urban planning and tree-planting policies adapted to local conditions.

KEYWORDS: Spatial Analysis. Kernel Density Estimation (KDE). Urban Planning. Vegetation Cover Percentage (VCP).

REFERÊNCIAS

ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Thermal bioclimate as a factor in urban and architectural planning in tropical climates: the case of Campinas, Brazil. **Urban Ecosystems**, Vol. 17, no. 2, p. 489-500, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0339-7>.

ANANINDEUA. Lei nº 2.237, de 6 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Ananindeua e dá outras providências. Gabinete do Prefeito Municipal de Ananindeua- PA, Ananindeua, 2006. Disponível em: <http://leismunicipa.is/egfka>. Acesso em: 5 set. 2024.

ANANINDEUA. Lei nº 2380, de 09 de julho de 2009. Institui as Macrozonas Urbanas no Território Municipal de Ananindeua, definindo seu Perímetro Urbano, E Dá Outras Providências. Gabinete do Prefeito Municipal de Ananindeua- PA, Ananindeua, 2009. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pa/a/ananindeua/lei-ordinaria/2009/238/2380/lei-ordinaria-n-2380-2009-institui-as-macrozonas-urbanas-no-territorio-municipal-de-ananindeua-definindo-seu-perimetro-urbano-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 22 dez. 2024.

ANANINDEUA. Lei nº 3.112, de 22 de dezembro de 2020. Dispõe sobre o Novo Plano Diretor de Ananindeua - Pará. Diário Oficial, Ananindeua, 2020. Disponível em: ananindeua.pa.gov.br/midias/midias/6646_diario_de_dezembro_22.pdf. Acesso em: 22 nov. 2024.

ANANINDEUA. Lei Nº. 3.265 de 17 de agosto de 2022. Dispõe sobre a Política Municipal de Arborização Urbana de Ananindeua, e dá outras providências. Ananindeua, 2022. Disponível em: www.ananindeua.pa.gov.br/midias/legislacao/1135_lei_n_3.265-_arborizacao_urbana_de_ananindeua_-_pl_035.pdf. Acesso em: 22 nov. 2024.

ANANINDEUA. Agência de notícias da prefeitura de Ananindeua. Prefeitura entrega a 32ª praça pública reformada em Ananindeua. Ascom Sesan, 2023. Disponível em: <https://ananews.com.br/pauta/1803/prefeitura-entrega-a-32-praca-publica-reformada-em-ananindeua>. Acesso em: 16 dez. 2024.

ANANINDEUA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Conheça as espécies de árvores em Ananindeua. Sema, Ananindeua, 2024. Disponível em: <https://www.ananindeua.pa.gov.br/sema/conteudo/258>. Acesso em: 28 nov. 2024.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 172- 188, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v6i3.66481>.

BELÉM. Lei nº 8909, de 29 de março de 2012. Dispõe Sobre o Plano Municipal de Arborização Urbana de Belém, e dá Outras Providências. Belém, 2012. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pa/b/belem/lei-ordinaria/2012/891/8909/lei-ordinaria-n-8909-2012-dispoe-sobre-o-plano-municipal-de-arborizacao-urbana-de-belem-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 10 dez. 2025.

BIZ, S.; PASTÓRIO, A.P.; BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J.; WATZLAWICH, L. F. Indicadores de Diversidade para a Arborização Viária do Bairro Centro Norte da Cidade de Dois Vizinhos – Paraná. **REVSBAU, Piracicaba – SP**, v.10, n.3, p. 1-13, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v10i3.63208>.

BORDIM, M. H. S.; LONGO, R. M.; BORDIM, B. S. Sustentabilidade ambiental urbana: Análise da influência da vegetação em parâmetros ambientais. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 11, n. 1, e19447, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5585/geas.v11i1.19447>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 369/2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486>. Acesso em: 22 jan. 2025.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS ARBORIZAÇÃO URBANA (CEMIG). Considerações Sobre Planejamento, Implantação, Manejo e Gestão. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), 391p, 2022.

COSTA, A. M. S. da; BEZERRA, P. E. S.; OLIVEIRA, R. S. D. Análise da temperatura da superfície terrestre associada à dinâmica do uso e ocupação do solo nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará, Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 6., 2016, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2016. p. 957-967.

COSTA, F. G.; GARCIA, L. H. Do C.; RIBEIRO, A. P.; OLIVEIRA, A. D. O fenômeno de ilhas de calor e o papel da arborização urbana para mitigá-lo: Um estudo em Ituverava, região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 11, n. 30, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17271/23178604113020233737>.

DA CONCEIÇÃO, E. S.; GRAÇA, A. J. S.; DE FRANÇA, L. L. S.; SILVA, S. M. L.; DOS SANTOS ARAUJO, I. Análise de mercado potencial para a expansão de uma empresa de aquisição empregando Geomarketing e Sistemas de Informações Geográficas. In: SENHORAS, E. M. (Org.). **Administração: Gestão, Liderança e**

Inovação. São Paulo: Atena Editora, 2022. p. 56-72. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.3652211105>.

DE ABREU, W. W. N.; CALDEIRA, C. R. T.; CALDEIRA, M. C. O.; GRAÇA, A. J. S.; VICTORINO, H. S.; PONTES, P. D. S. V.; CEREJA, S. S. A.; PEREIRA, J. A. A.; CORREA, I. C. A.; DA SILVA, M. V. S.. Extração vetorial automática de corpos hídricos a partir de imagens orbitais, utilizando a linguagem python sobre o rio paranapanema. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 24418-24439, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-045>.

FADHLURRAHMAN, M. M.; NASRULLAH, Nizar. Study of Thermal Comfort under the Shade of Varied Tree Canopy Form and Distance from the Stem. In: IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/501/1/012048>.

FAÇANHA, A. C. M.. **Índices espaciais da arborização na cidade de Marituba, Região Metropolitana de Belém.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2024.

FEIO, E. F.; VELOSO, G. A.; HERRERA, R. C.. Índices espaciais da arborização na cidade de Altamira – Pará. **Revista GeoAmazônia**, v. 10, p. 172, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18542/geo.v10i20.13671>.

GONÇALVES, L. M.; MONTEIRO, P. H. D. S.; SANTOS, L. S. D.; MAIA, N. J. C.; ROSAL, L. F. Arborização Urbana: a Importância do seu Planejamento para Qualidade de Vida nas Cidades. **Ensaio Ciências**, v. 22, n. 2, p. 128-136, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2018v22n2p128-136>.

GOMES, M. F.; QUEIROZ, D. R. E. Avaliação da Cobertura Vegetal Arbórea na Cidade de Birigui com Emprego de Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. **Revista Geografar (UFPR)**, v. 6, p. 93-117, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5380/geografar.v6i2.21579>.

GOOGLE. Google Earth. Versão 7.3.6. Imagens do Município de Ananindeua-Pa. Google, 2024. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Base de informações do Censo Demográfico 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/ananindeua/panorama>. Acesso em: 5 set. 2024.

NAKAYA, T.; YANO, K.. Visualising crime clusters in a space-time cube: An exploratory data-analysis approach using space-time kernel density estimation and scan statistics. **Transactions in GIS**, v. 14, n. 3, p. 223-239, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2010.01194.x>.

NEYNS, R.; CANTERS, F.. Mapping of urban vegetation with high-resolution remote sensing: A review. **Remote sensing**, v. 14, n. 4, p. 1031, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14041031>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Nossa diversidade criativa. Comissão Mundial de Cultura e Desenvolvimento. Brasília: UNESCO, 1997.

RIBEIRO, K. C. de A. **Análise da temperatura da superfície continental para o estudo da ilha de calor na Região Amazônica: O caso de Ananindeua/PA**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 108 f, 2019.

RIBEIRO, A. P.; BOLLMANN, H. A.; OLIVEIRA, A. D.; RAKAUSKAS, F.; CORTESE, T. T. P.; RODRIGUES, M. S. C.; QUARESMA, C. C.; FERREIRA, M. L. The role of tree landscape to reduce effects of urban heat islands: A study in two Brazilian cities. **Trees**, 37, 17–30, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02230-8>.

RICHARDS, D. R.; BELCHER, R. N.. Global changes in urban vegetation cover. **Remote Sensing**, v. 12, n. 1, p. 23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12010023>.

SARDINHA, M. A.; CRUZ JUNIOR, F. D. O.; SILVA, S. K. A. D. As Praças e Arborização Urbana: O Caso de Macapá. **Revista Científica ANAP Brasil**. v.9, n.17, p.1-14. 2016. DOI: <https://doi.org/10.17271/1984324091720161444>.

SCHEUER, J. M.; NEVES, S. M. Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 11, n. 05, 22 dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.22292/mas.v11i05.587>.

SILVA, F. M.; PIMENTEL, J. dos P.; SOUSA, L. A. S. D. Análise paisagística, estrutural e fitossociológica de praças em Ananindeua, Pará, Brasil. **Agroamazon**, Belém, vol. 1, n.1, p. 162-174, 2022. Disponível em: <<https://agroamazon.ufra.edu.br/index.php?journal=agroamazon&page=article&op=view&path%5B%5D=106>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. Nova York: Chapman and Hall, 1986.

YUAN, K.; CHENG, X.; GUI, Z.; LI, F.; WU, H.. A quad-tree-based fast and adaptive Kernel Density Estimation algorithm for heat-map generation. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 33, n. 12, p. 2455-2476, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1555831>.

Recebido: 18 jun. 2025

Aprovado: 30 set. 2025

DOI: 10.3895/rbgeo.v13n2.20416

Como citar: SOUSA, T. S.; MACIEL, A. R. N. A.; GONÇALVES, C. DA S.; CALDEIRA, M. C. O.; GRAÇA, A. J. S. Arborização em praças públicas: um estudo de caso no município de Ananindeua, Pará. **R. bras. Geom.**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 304-326, jul./dez. 2025. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>.

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Mayara Cobacho Ortega Caldeira

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Instituto Ciberespacial (ICIBE), Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, CEP 66.077-830, Belém, Pará, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

