

Fragmentação socioespacial e clima urbano na Amazônia: análise comparativa entre os bairros Dom Pedro I e Coroado em Manaus (AM)

Socio-spatial fragmentation and urban climate in the Amazon: comparative analysis between the neighborhoods of Dom Pedro I and Coroado in Manaus (AM)

Fragmentación socioespacial y clima urbano en la Amazonía: análisis comparativo entre los barrios Dom Pedro I y Coroado en Manaus (AM)

Bruno Sarkis Vidal

Universidade Federal do Amazonas
bruno.sarkis.v@gmail.com

Fredson Bernardino Araújo da Silva

Universidade Federal do Amazonas
fbernardino1997@gmail.com

Fernando Monteiro Melo

Universidade Federal do Amazonas
fernando.monteirogeo@gmail.com

Ednaldo Bras Severo

Universidade Federal do Amazonas
edsevero.geo@gmail.com

Resumo

Objetiva-se compreender a fragmentação socioespacial a partir de elementos da formação do clima urbano em Manaus (AM), considerando comparativamente a urbanização dos bairros Dom Pedro I e Coroado. Através dos sensores remotos, buscamos analisar as diferenças entre superfícies urbanas a fim de compreender o impacto das formas urbanas e a condição de suas temperaturas na estrutura desses espaços. Optou-se por um estudo comparativo entre os bairros Dom Pedro I (área que agrega maiores centralidades) e Coroado (área com histórico associado à ocupação irregular), a fim de traçar paralelo entre duas formas intraurbanas distintas e que se constituem em fragmentação socioespacial vinculada à infraestrutura, especialmente à moradia. Diferentemente do bairro Coroado, observou-se que o bairro Dom Pedro I apresenta amenidades do ponto de vista do conforto térmico especialmente no setor que concentra as moradias, o que pode ser explicado pelo padrão urbanístico mais próximo de um bairro previamente zoneado e, principalmente por conta de estar associado em geral com uma população socioeconomicamente mais privilegiada que consegue acessar materiais construtivos que amenizam as elevadas temperaturas.

Palavras-chave: Urbanização. Desigualdades socioespaciais. Amazônia. Segregação residencial. Clima Urbano.

Abstract

The aim of this study is to understand socio-spatial fragmentation based on elements of the urban climate formation in Manaus (AM), considering comparatively the urbanization of the Dom Pedro I

and Coroado neighborhoods. Using remote sensors, we sought to analyze the differences between urban surfaces in order to understand the impact of urban forms and their temperature conditions on the structure of these spaces. We opted for a comparative study between the Dom Pedro I (an area with the largest centralities) and Coroado (an area with a history associated with irregular occupation) neighborhoods, in order to draw a parallel between two distinct intra-urban forms that constitute socio-spatial fragmentation linked to infrastructure, especially housing. Unlike the Coroado neighborhood, it was observed that the Dom Pedro I neighborhood presents amenities from the point of view of thermal comfort, especially in the sector that concentrates the housing, which can be explained by the urban pattern closer to a previously zoned neighborhood and, mainly because it is generally associated with a more socioeconomically privileged population that can access construction materials that mitigate the high temperatures.

Keywords: Urbanization. Socio-spatial inequalities. Amazon. Residential segregation. Urban climate.

Resumen

El objetivo de este estudio es comprender la fragmentación socioespacial con base en elementos de la formación del clima urbano en Manaus (AM), considerando comparativamente la urbanización de los barrios Dom Pedro I y Coroado. Mediante sensores remotos, buscamos analizar las diferencias entre las superficies urbanas para comprender el impacto de las formas urbanas y sus condiciones de temperatura en la estructura de estos espacios. Optamos por un estudio comparativo entre los barrios Dom Pedro I (un área con las mayores centralidades) y Coroado (un área con un historial asociado a la ocupación irregular), para establecer un paralelo entre dos formas intraurbanas distintas que constituyen una fragmentación socioespacial vinculada a la infraestructura, especialmente la vivienda. A diferencia del barrio Coroado, se observó que el barrio Dom Pedro I presenta comodidades desde el punto de vista del confort térmico, especialmente en el sector que concentra las viviendas, lo que puede explicarse por el patrón urbano más cercano a un barrio previamente zonificado y, principalmente, porque generalmente se asocia con una población socioeconómicamente más privilegiada que puede acceder a materiales de construcción que mitigan las altas temperaturas.

Palabras clave: Urbanización. Desigualdades socioespaciales. Amazonía. Segregación residencial. Clima urbano.

Introdução

A cidade, em suas múltiplas dimensões de análise, nos leva à possibilidade de diferentes leituras, explicações e compreensões, essas sempre com base na concretude da realidade social e suas dinâmicas de transformações espaciais. Discutir a fragmentação socioespacial, resultante diretamente da urbanização desigual dos espaços, com a formação de ilhas de calor superficial é uma dessas alternativas de compreensão da realidade urbana atual.

Como se deram os processos que materializaram os espaços das cidades contemporâneas? Ou melhor, qual a face desses processos que ainda hoje ditam o caminhar produtivo dos espaços urbanos? E quais as alternativas de compreensão desses processos? São perguntas necessárias para quem se coloca a entender as cidades do hoje, sobretudo as brasileiras, fruto de inúmeras desigualdades espaciais. Nesse contexto, torna-se fundamental considerar também como essas desigualdades se

expressam nas condições ambientais, em especial na formação do clima urbano e das ilhas de calor, elementos que revelam de forma concreta a relação entre a produção social do espaço e a qualidade de vida nas cidades.

Essas são algumas das questões o que nos leva à busca por compreender o processo de fragmentação socioespacial com articulação ao clima urbano em Manaus. Isso porque o conhecimento dos elementos espaciais que compõem a superfície urbana e os efeitos que eles causam à própria temperatura, conforme Ferreira (2019), permite compreender as relações entre formas urbanas e a estrutura térmica espacial. A urbanização desigual e fragmentada resulta também em diferentes contextos e elementos que condicionam a realidade climática nos espaços da cidade.

Face a isso, objetiva-se compreender a fragmentação socioespacial a partir da análise da temperatura de superfície em Manaus (AM), considerando comparativamente a urbanização dos bairros Dom Pedro I e Coroado.

A escolha dos bairros Dom Pedro I e Coroado fundamenta-se em seus perfis urbanísticos e socioeconômicos contrastantes, representando, respectivamente, áreas de urbanização planejada e centralidade consolidada, e áreas marcadas por processos de ocupação irregular e menor acesso à infraestrutura urbana. Essa distinção reflete dinâmicas de expansão urbana desigual em Manaus, especialmente após a implantação da Zona Franca, que impulsionou crescimento desordenado e a formação de ocupações subnormais, gerando impactos socioambientais evidentes na estrutura urbana da cidade (Silva e Scudeller, 2022).

Esse recorte comparativo permite analisar de forma mais precisa como diferentes padrões de ocupação e oferta de serviços urbanos se refletem na formação de fragmentação socioespacial e nas condições de conforto térmico. Assim, o estudo destes bairros demonstra como as desigualdades urbanas se materializam tanto no espaço quanto nos processos ambientais, contribuindo para o entendimento das dinâmicas sociais e climáticas urbanas em Manaus.

A respeito de breve contexto da área de estudo, o atual bairro do Coroado, com 1.142,21 hectares, localizado na Zona Leste da cidade, é uma aglomeração que iniciou por volta do ano de 1971, sob o contexto de acelerada expansão urbana da cidade vinculada à ascensão econômica dada pela Zona Franca de Manaus, e deriva de ocupação irregular das terras da Universidade Federal do Amazonas. A toponímia é oriunda da fictícia “Vila dos Coroados” da novela “Irmãos Coragem” da Rede Globo (BARBOSA, 2009, p. 86), exibida em junho de 1970/71.

Por outro lado, o bairro Dom Pedro I, na Zona Centro-Oeste de Manaus, foi fundado em 1974 e resultou de um zoneamento planejado para conjuntos habitacionais, recebendo seu nome em homenagem à Independência do Brasil. É formado pelos conjuntos Dom Pedro I e II, Kíssia I e II,

Débora. Antes da construção dos produtos imobiliários, a área verde servia para o lazer dos moradores dos conjuntos que compõem o bairro (OLIVEIRA *et al.*, 2022, p. 31).

É importante ressaltar que, ao considerar essas duas realidades urbanas distintas de Manaus, o objeto central deste estudo é o processo de urbanização. Nesse sentido, os dados físicos (como a temperatura de superfície obtida por sensoriamento remoto) são mobilizados não como fim em si mesmos, mas como indicadores espaciais que permitem analisar as desigualdades socioambientais e a fragmentação socioespacial. Assim, embora derivados de técnicas tradicionalmente associadas à Geografia Física, esses dados são reinterpretados a partir do arcabouço teórico-metodológico da Geografia Urbana, servindo como suporte para discutir os contrastes entre planejamento urbano, infraestrutura e vulnerabilidade climática nos bairros analisados

Neste sentido, o conceito de fragmentação socioespacial é mobilizado, este se refere à divisão do espaço urbano em áreas com características socioeconômicas distintas, resultado de desigualdades no acesso a serviços, infraestrutura e oportunidades na vida urbana (SPOSITO; SPOSITO, 2020). No contexto das duas realidades urbanas de Manaus, a fragmentação socioespacial é uma ferramenta teórica para interpretar os processos próprios da cidade, que, para além de um economicismo para abordar o espaço, organiza-se de maneira concreta por meio de fatores como ocupação do solo, adensamento, condições ambientais e entre outros.

Procedimentos metodológicos

O estudo parte de levantamento bibliográfico sobre a Geografia Urbana e Geografia do Clima com ênfase na noção de fragmentação socioespacial, no que se refere à infraestrutura urbana. Ressalta-se que não se trata de um trabalho com enfoque em uma abordagem estatística sobre o clima urbano, uma vez que a preocupação é verificar o clima como fator social, particularmente como reflexo no processo de produção do espaço (SANT'ANNA NETO, 2008). Dessa forma, o foco do estudo não está condicionado ao mapeamento da temperatura de superfície, mas busca analisar de que modo essas condições ambientais estão relacionadas aos processos de desigualdade social relacionados à moradia nos bairros Coroado e Dom Pedro I, em Manaus-AM.

De maneira complementar, verificou-se a necessidade de partir de um entendimento preliminar acerca da formação da ilha de calor urbana, a qual é entendida como a “diferença de temperatura entre a área central da cidade e o ambiente rural ou zonas periféricas com baixa densidade de construções [...], é principalmente uma diferença de uso e ocupação do solo” (AMORIM *et al.*, 2009, p. 2, grifo nosso). Neste sentido, nosso interesse é de investigar, os elementos de diferenciação no espaço urbano, o que se interpreta a luz do conceito de fragmentação socioespacial, tendo a questão

térmica como um de seus indicativos, ainda que seja um elemento pouco explorado pela Geografia Humana interessada na esfera da segregação urbana.

Neste trabalho, foca-se nas diferenças térmicas superficiais diagnosticadas através do sensor térmico TIRS (Thermal Infrared Sensor), embarcado no satélite Landsat 8. O TIRS opera em duas bandas do infravermelho termal: Banda 10 (10,60–11,19 μm) e Banda 11 (11,50–12,51 μm), com resolução espacial de 100 m, reprojeta para 30 m nos produtos disponibilizados pelo USGS, e resolução radiométrica de 12 bits (USGS, 2021). Esse sensor permite a detecção das variações de temperatura de superfície em escala intraurbana, possibilitando a identificação de ilhas de calor superficiais (AMORIM, 2019). Segundo Arnfield (2003), essa técnica permite definir um tipo particular de ilha de calor, a de superfície, que possui características próprias e se difere da ilha de calor atmosférica. De acordo com Amorim (2019), as ilhas de calor superficiais são variações térmicas resultantes da troca de energia entre os alvos urbanos e a atmosfera, registradas pelos sensores termais.

A identificação das variações relativas ao calor foi realizada através do mapeamento da temperatura de superfície da área de estudo. Para isso, utilizaram-se dados termais do satélite Landsat 8 TIRS, obtidos em 30 de julho de 2017, às 14h32, horário de passagem do satélite. A escolha dessa cena deve-se não apenas à baixa ocorrência de nuvens, mas também ao fato de julho corresponder ao período seco em Manaus, quando os contrastes térmicos entre áreas construídas e áreas vegetadas tendem a se acentuar. Adicionalmente, o ano de 2017 foi caracterizado por um evento de La Niña fraca no Pacífico, de acordo com o NOAA (2018).

O tratamento da banda termal seguiu a metodologia proposta por Amorim (2018), que consiste na utilização de imagens térmicas, geradas pelo sensor TIRS do satélite Landsat 8. O TIRS é um termovisor que opera com dois canais infravermelhos, possibilitando assim, a distinção entre a temperatura de superfície da terra e a da atmosfera (EROS, 2017). Então, para obter os valores de frequência de intensidade da temperatura de superfície, utilizou-se a Banda 10 da imagem que corresponde ao dia 30 de julho de 2017. Com essas informações, foi realizado o cálculo de Conversão para radiância espectral TOA (Topo da atmosfera), que consiste na equação:

$$L_{\lambda} = M_l * Q_{cal} + A_l \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

L_{λ} = Radiância espectral TOA

M_l = Fator de redimensionamento multiplicativo específico da banda dos metadados

Q_{cal} = Valores de pixel do produto padrão (DN) quantizados e calibrados, ou seja, a banda que será processada

A_l = Fator de redimensionamento aditivo específico da faixa dos metadados

Com os valores convertidos em radiância espectral TOA, para se ter o resultado em Celsius, foi necessário a aplicação da Equação 3:

$$T = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1}{L_\lambda + 1} \right)} - 273.15 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

T = Temperatura da superfície em graus Célsius

K_1 = Constante de conversão térmica específica da banda dos metadados

K_2 = Constante de conversão térmica específica da banda dos metadados

\ln = Função Logaritmo

L_λ = Radiação espectral de TOA (Produto da Equação 2)

- 273.15 = Valor subtraído para conversão de graus Kelvin em graus Celsius

Em vista de considerar a infraestrutura urbana, a análise socioespacial proposta foi de observar, por meio da interpretação de imagem de satélite de alta resolução disponível através da ESRI (Environmental Systems Research Institute). De forma complementar, foram observados elementos do espaço construído a partir de imagens históricas disponíveis no Google Earth, utilizadas apenas como apoio visual para verificar as condições do espaço construído da área de estudo: padrão de arruamento, material construtivo das coberturas das construções e zoneamento urbano (tamanho, disposição e elementos dos loteamentos).

Como proposta de análise comparativa, observaram-se os bairros Coroado e Dom Pedro I. Este recorte espacial se justifica principalmente por se tratar de bairros que apresentam data de gênese semelhante, ambos formados nos primeiros anos da década de 1970, período em que Manaus experimentava uma rápida expansão urbana vinculada à implantação da Zona Franca de Manaus (SILVA; SCUDELLER, 2022), porém, trata-se de dois fragmentos socioespaciais que materializam dinâmicas, grupos sociais e interesses distintos. A questão que se coloca é que, apesar de se tratar do mesmo clima, equatorial, da mesma cidade, Manaus, do mesmo período de início da urbanização, anos 1970, apresentam distintas formas-conteúdo, isto é, fragmentos socioespaciais observáveis (Figura 01).

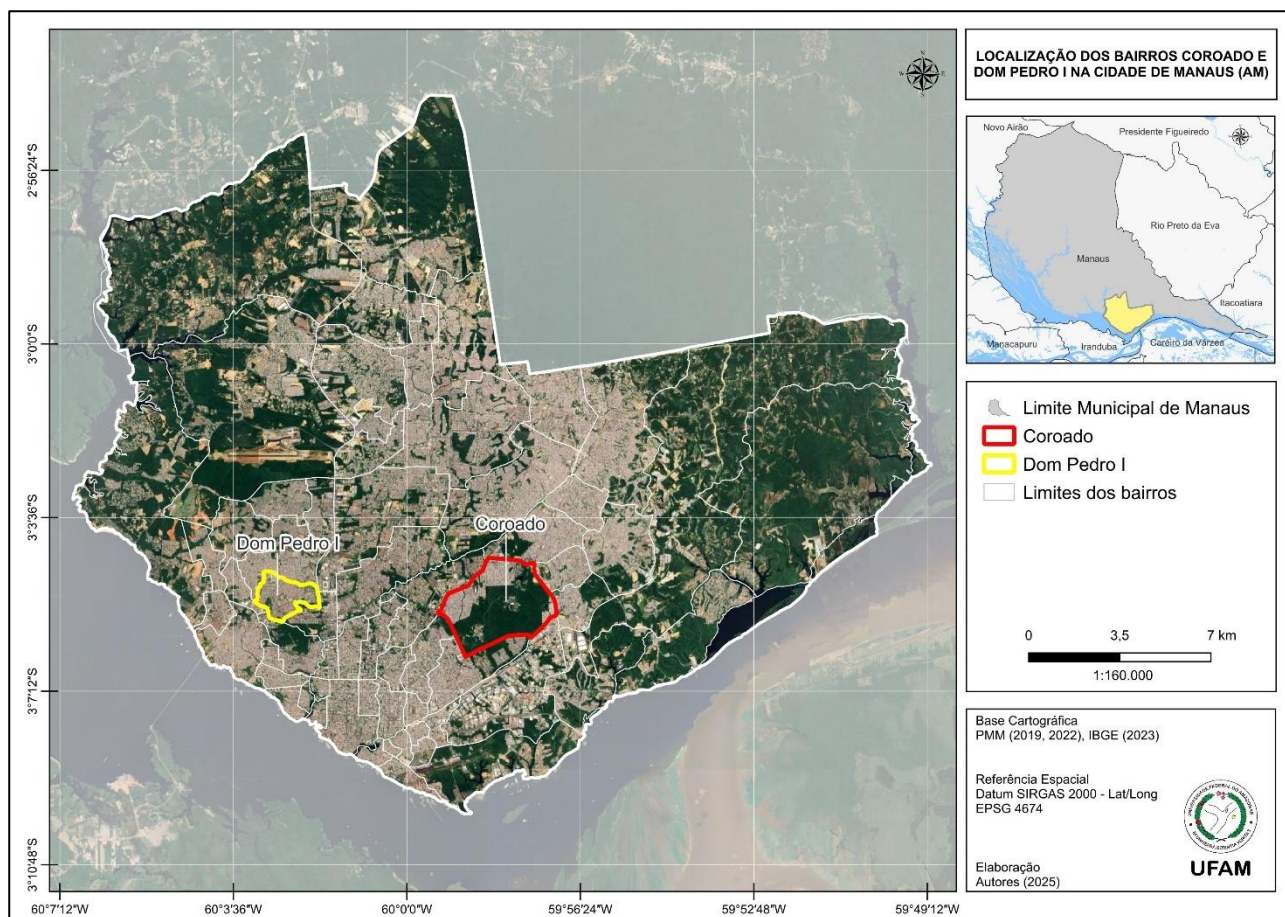


Figura 1 – Mapa da área de estudo.

Fonte: IBGE (2022), PMM (2019).

A partir dos dados de população disponíveis do último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), foi possível relacionar a densidade demográfica (relação entre habitantes e área em hectares), com os dados de perfil socioeconômico do Censo de 2010, e traçar um comparativo entre as duas localidades abordadas. Ressalta-se que os dados socioeconômicos do último Censo de 2022 ainda não estavam disponíveis até o presente desenvolvimento desta pesquisa. Como síntese, utilizou-se de análise espacial em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) para aprofundamento da interpretação dos dados levantados. Os resultados foram apresentados por meio de mapas temáticos elaborados a partir dos setores censitários, que constituem as menores unidades da malha territorial do IBGE.

Urbanização, fragmentação socioespacial e clima urbano: elementos teóricos

Para entender a urbanização para além do aumento populacional das cidades, é necessário entender como se configura o processo urbano que dá as características delas próprias. Assim como em outras realidades, a industrialização brasileira impulsionou o avanço das cidades às suas faces. Para Lefebvre (2001), apesar de não ser possível considerar como subproduto, a urbanização é historicamente relacionada à industrialização, o que resulta na configuração da sociedade urbana,

com uma realidade social resultante direta do processo de industrialização que assim tomou esses espaços.

A compreensão da urbanização brasileira, para Sposito (2015), passa pelo crivo da ideia da completa reestruturação urbana que, a partir do par dialético de intensificação e extensificação, caracteriza a produção e apropriação do espaço das cidades brasileiras. O que, para Santos (1993), a urbanização brasileira resultou numa massiva diferenciação e complexificação dos espaços das cidades, premissa essa que é fundamental para a articulação do entendimento do processo de fragmentação socioespacial e a questão do clima urbano na cidade. A urbanização induz diferenças espaciais nas cidades, a própria ocupação do espaço urbano atende diferentes interesses e possui estruturas desiguais para a sua realização.

Na disputa pela apropriação dos espaços das cidades podemos apontar alguns sujeitos com diferentes interesses, tais como: os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o Estado, os grupos sociais excluídos onde cada um se apropria e produz o espaço conforme seus interesses (CORRÊA, 2002). Ao existirem diversos sujeitos produtivos e interesses em conflito, temos uma produção do espaço fragmentada, o que leva a uma apropriação desigual dessa produção e com isso diferentes formas de se experimentar a condição térmica na cidade.

Nesse sentido, Gomes (2019, p. 18) aponta que,

[...] a fragmentação socioespacial favorece o aparecimento de áreas valorizadas e desvalorizadas imobiliariamente, onde existem diferenças no padrão de uso e ocupação do solo, que se refletem na forma urbana e na qualidade ambiental das localidades e na qualidade de vida de seus moradores, inclusive por afetar o conforto térmico dos habitantes dessas áreas.

No contexto das cidades brasileiras, onde a produção do espaço se dá de forma fragmentada e desigual, os espaços tão diversificados tendem a revelar essa face da produção. Exemplo importante disso pode ser encontrado na “oferta de conforto térmico (condição de satisfação térmica) de seus fragmentos, nas diferentes áreas, nas quais ora manifestam um padrão de uso e ocupação do solo” (GOMES, 2019, p. 19).

No Brasil, a urbanização alcança uma virada demográfica na década de 1960, em que o país passa de rural-agrário para uma maior concentração associado ao sistema urbano-industrial. Em Manaus, por exemplo, esse processo é acentuado pela institucionalização da Zona Franca de Manaus em 1967, o que estimula as firmas e a produção industrial, inclusive de caráter transnacional, a operarem nesse centro em ascensão.

É durante as décadas de 1970, 1980, 1990 e 2010 que a cidade de Manaus apresenta o surto de crescimento populacional e urbano mais relevante (BECKER, 2013). Intensificam-se uma série de processos espaciais, especialmente vinculados às tendências de diferenciação e complexificação das relações de habitação, neste caso, quanto mais cresce, maior a fragmentação socioespacial.

Entende-se que a fragmentação socioespacial é uma proposta conceitual que supera a relação estática de centro-periferia, ou seja, é um processo geral multiescalar e multidimensional que representa o conjunto das dinâmicas fragmentárias das cidades da periferia do capitalismo, a exemplo de segregação, autosegregação, diferenciação, heterogeneidade, desigualdades, disparidades e entre outras (SPOSITO; SPOSITO, 2020).

A área de estudo, os bairros de Coroado e Dom Pedro I, originários do início da década de 1970, são produzidos como fragmentos de uma urbanização acelerada e diferenciadora. Enquanto o Coroado é resultado de uma intensa ocupação por grupos sociais excluídos, o Dom Pedro I é predominantemente planejado na égide ideal do urbanismo, mais próximo da expectativa do projeto burguês da cidade.

Sendo mais visível a partir do modo de vida urbano e pelo conjunto de objetos que constituem a cidade, essa fragmentação se manifesta de diversas maneiras, entre elas, pela dimensão infraestrutural e sua correspondente desigualdade. Tendo em vista que Manaus é uma cidade de clima equatorial, de alta umidade e de alta temperatura, o conforto térmico simboliza um dos mais relevantes fatores de habitação da urbe amazônica.

Nesse sentido, não partimos de uma perspectiva de primeira natureza para analisar o clima e suas diferentes manifestações de temperatura na cidade, e sim de como a natureza está vinculada de maneira diferenciada em relação a uma sociedade estratificada. A questão central é a organização social e o espaço enquanto condição, meio e produto do trabalho humano, isto é, uma natureza alterada, enfim, o clima e demais elementos biogeoquímicos aparecem como segunda natureza, sendo o espaço, ele próprio, uma *natureza socializada*.

É o que nos leva a busca por compreender essa relação da formação de ilhas de calor com a produção espacial em Manaus, isso porque o conhecimento dos elementos espaciais que compõem a superfície urbana e os efeitos que eles causam à própria temperatura “possibilita identificar o impacto das formas urbanas e a condição de suas temperaturas na estrutura térmica espacial urbana” (FERREIRA, 2019, p. 1). A urbanização desigual resulta também em diferentes contextos e elementos que condicionam a realidade climática nos espaços da cidade. Ou seja, expressões das contradições da produção do espaço que compõem as cidades contemporâneas, como é o caso da cidade de Manaus.

Diferenças térmicas nos bairros Dom Pedro I e Coroado

O uso de dados de temperatura de superfície assume grande importância nos estudos de clima urbano, conforto térmico e qualidade ambiental, nesta abordagem, têm a finalidade de indicar uma potencialidade quanto à produção desigual do espaço em Manaus que está situada em um clima

equatorial, possuindo a característica de elevadas temperaturas e altos índices pluviométricos (Gráfico 01).

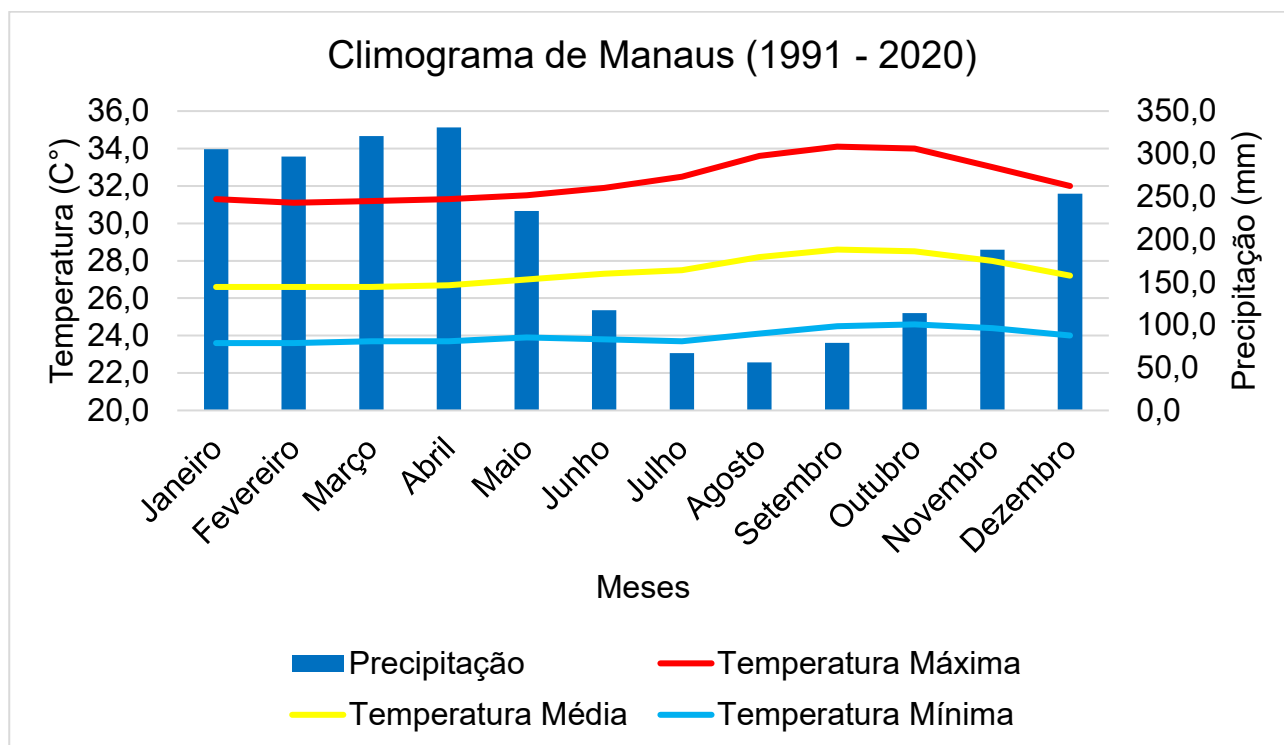


Gráfico 1 – Climograma da cidade de Manaus.

Fonte: INMET (2022).

A cidade de Manaus, conforme dados da última normal climatológica (1991-2020) do INMET (2022), registra uma temperatura média anual de 24°C, com mínimas de 24°C e máximas de 32,3°C, evidenciando uma baixa amplitude térmica. A umidade relativa do ar mantém médias anuais de 81%. As maiores temperaturas são observadas de julho a novembro, enquanto as mais baixas ocorrem de janeiro a maio, com dezembro e junho sendo meses de transição. A precipitação acumulada anual atinge 2.362 mm. Os meses mais chuvosos estendem-se de dezembro a abril, e os mais secos, de junho a outubro, sendo maio e novembro considerados de transição.

A partir da análise deste climograma, considera-se apenas as médias mensais de temperatura e precipitação dos últimos 30 anos em determinada localização de uma cidade, como no caso de Manaus, tendo sua estação meteorológica situada no bairro Adrianópolis, Zona Centro-Sul. É necessário enfatizar que os dados do climograma são pontuais utilizados aqui apenas como referência geral do regime climático de Manaus, sendo pouco eficientes em suscitar reflexões acerca das desigualdades sociais referentes à diferenciação espacial dos bairros estudados, a exemplo das diferenças térmicas, o que está associado aos padrões construtivos e das distintas especializações do espaço.

Neste sentido, o dado climático destacado nesta oportunidade é a temperatura de superfície, este que não foi observado de forma isolada, mas vinculado à apreensão da qualificação urbanística,

compreendendo o desenho das temperaturas intraurbanas subsequentes da distribuição das fontes de calor que contribuem para a geração das ilhas de calor. A temperatura de superfície possui relação direta com o uso do solo urbano. Áreas com cobertura vegetada, como fragmentos florestais, geralmente exibem menores temperaturas superficiais, enquanto zonas densamente construídas (como áreas residenciais e industriais) tendem a apresentar maiores valores de temperatura devido às propriedades térmicas dos materiais e à estrutura urbana (VOOGT; OKE, 2003; WENG, 2009).

Outro importante elemento para visualização de temperatura relativamente baixa comparada ao entorno de determinado local é a presença de áreas verdes que, no planejamento urbano, têm função de serviço ambiental e de amortecimento térmico da estrutura imobiliária próxima (AMORIM, 2019). Há ainda de se considerar o tipo de superfície das construções, tais como a pavimentação asfáltica, coberturas de fibrocimento e alumínio, que possuem baixo albedo e aumentam a capacidade de absorção da radiação ultravioleta, processo já apontado por Voogt e Oke (2003) e Weng (2009) como responsável pelo maior aquecimento das superfícies urbanas.

Dessa forma, o aquecimento da superfície do espaço construído tende a ser mais elevado, caracterizando como ilha de calor superficial, trata-se de um elemento que tem grande impacto na sensação térmica interna dos imóveis, bem como no microclima local (AMORIM, 2019).

Assim, verifica-se duas realidades distintas nesta abordagem. Para o bairro Dom Pedro I, é possível observar um tipo de urbanização mais planejada, com um urbanismo mais “racional” do ponto de vista tecnocrata. Essa compreensão ganha maior ênfase ao observar o desenho do arruamento, que é mais próximo de um modelo denominado “tabuleiro de xadrez”, um tipo de zoneamento em quadriculas. Além dos loteamentos possuírem tamanho pré-definidos, a cobertura das construções apresenta uma presença de material que proporciona amenidades térmicas, como os telhados de cerâmica portuguesa, em tons alaranjados na imagem de satélite (Figura 02).

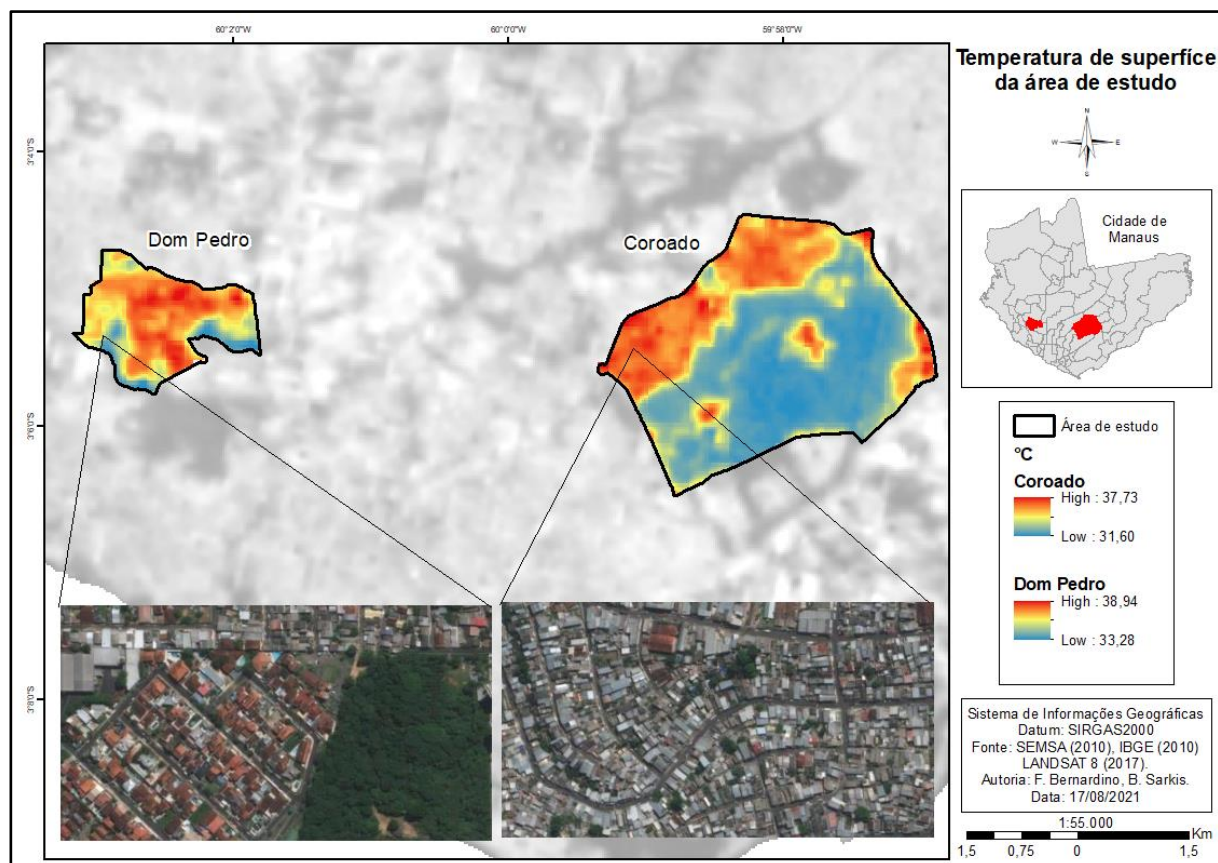


Figura 2 – Mapa de temperatura de superfície da área de estudo - bairros Dom Pedro I e Coroado. Fonte: IBGE (2022), SEMSA (2010), LANDSAT 8 Sensor TIRS (2017).

Entretanto, é importante ressaltar que as menores temperaturas observadas estão mais relacionadas às bordas do bairro Dom Pedro I, com exceção dos limites norte e sudeste que, apesar de também apresentarem loteamentos grandes (muitos com piscina), são setores com poucas grandes construções (igreja, galpões e outros) com materiais de cobertura como o alumínio, que, segundo Amorim (2019), têm propriedades ligadas a baixos índices de albedo e, portanto, alta temperatura de superfície.

Por outro lado, o bairro Coroado apresenta um urbanismo oriundo da ocupação irregular desde a década de 1970, associado ao crescimento acelerado e a ausência do planejamento urbano de médio e longo prazo, o que influencia em maiores diferenças térmicas atualmente. Isso pode ser explicado, a partir da interpretação visual da imagem de satélite, pela alta densidade de moradores nos núcleos residenciais do bairro em comparação com o Dom Pedro I, onde a quantidade de casas, em geral, por quarteirão residencial é superior.

Outro contraste observado é a questão do arruamento, em que, no caso do bairro Coroado, não apresenta padrão pré-definido aparente. De forma geral, observa-se que as coberturas das residências e comércios são de fibrocimento e alumínio, de acordo com Vidal e Silva Neto (2023), são considerados materiais construtivos inadequados para o clima regional (tons acinzentados nas

imagens de satélite). Mais uma característica marcante na comparação entre os dois bairros é que, no Coroadó, não é tão comum a presença de áreas abertas nos loteamentos, tais como os quintais e jardins suficientemente extensos para comportar uma piscina privada, por exemplo.

É importante ressaltar que o bairro Coroadó sedia a APA UFAM (Área de Proteção Ambiental da Universidade Federal do Amazonas), esta que corresponde a mais da metade do seu território. Apesar disso, no que diz respeito à temperatura de superfície, essa área verde tem impacto mais relevante apenas na sua zona de influência mais direta, ou seja, somente nas proximidades de sua borda, o que ganha maior evidência ao observarmos os dois núcleos principais da UFAM que, mesmo sendo internos à APA, alcançam altos índices térmicos em boa parte da superfície do espaço construído.

Não obstante, apesar de Silva e Aguiar (2012) apontarem a área que corresponde a APA UFAM, no bairro Coroadó, como uma ilha de frescor em Manaus, enfatiza-se que esta localidade não sedia moradias, o que leva a um impacto pouco relevante para os residentes do bairro, especialmente àqueles que não estão localizados nas proximidades das bordas da área verde.

Vidal *et al.* (2023), um dos trabalhos mais recentes sobre o bairro Coroadó, identificam que a heterogeneidade da malha urbana exerce influência nas condições termohigrométricas locais. Os autores demonstraram que a presença de vegetação de copa resulta em quedas de temperatura relevantes no período vespertino, evidenciando a eficácia do urbanismo baseado na expansão de áreas verdes para mitigação do efeito de ilha de calor. No mesmo sentido, o estudo correlaciona, a partir de medições *in situ* e com dados secundários, bolsões de calor, tanto de temperatura do ar como de superfície, com áreas de pavimento e tráfego. Destaca ainda uma diferença de até 6°C entre o fragmento florestal da APA UFAM e as áreas povoadas do bairro.

Desta forma, na porção onde está concentrada a maior parte das moradias do Coroadó, setores norte e noroeste, há baixa presença de arborização, o que expõe a população a alta sensação térmica, com raros núcleos amenizados. Essa constatação pode ficar mais evidente ao se observar a densidade demográfica de residentes da área de estudo.

Morfologia da cidade e a questão térmica em Manaus

No bairro Coroadó (Figura 03), identificam-se dois principais aglomerados localizados na faixa norte, além de um núcleo menor no setor sudeste. Quanto à faixa central, preconizada pela APA UFAM — poderia, em tese, atuar como elemento de amenização térmica à população —, é observado que o fragmento florestal não recobre o conjunto residencial mais relevante do ponto de vista da densidade demográfica, havendo um contingente reduzido de moradias mais próximas que se beneficiam do serviço ambiental da APA. Vale ressaltar que a falha no planejamento urbano

sinalizado pelo desequilíbrio na densidade demográfica é o elemento central, não se tratando de determinações naturais.

Nota-se a correlação entre a morfologia urbana e a formação de ilhas de calor, especialmente no caso do Coroado. Essa relação foi identificada a partir da sobreposição dos mapas de temperatura superficial, gerados pelo processamento das imagens Landsat 8 TIRS, com os dados de densidade demográfica obtidos dos setores censitários do IBGE (2022). Utilizou-se análise espacial em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), que permitiu visualizar e comparar as áreas de maior adensamento urbanístico com as zonas de maior temperatura superficial (Figura 02 e Figura 03). Os resultados indicaram que os setores mais densamente povoados e com maior concentração de edificações apresentam, de forma contínua, os maiores valores de temperatura, demonstrando o vínculo entre adensamento, configuração espacial e vulnerabilidade térmica.

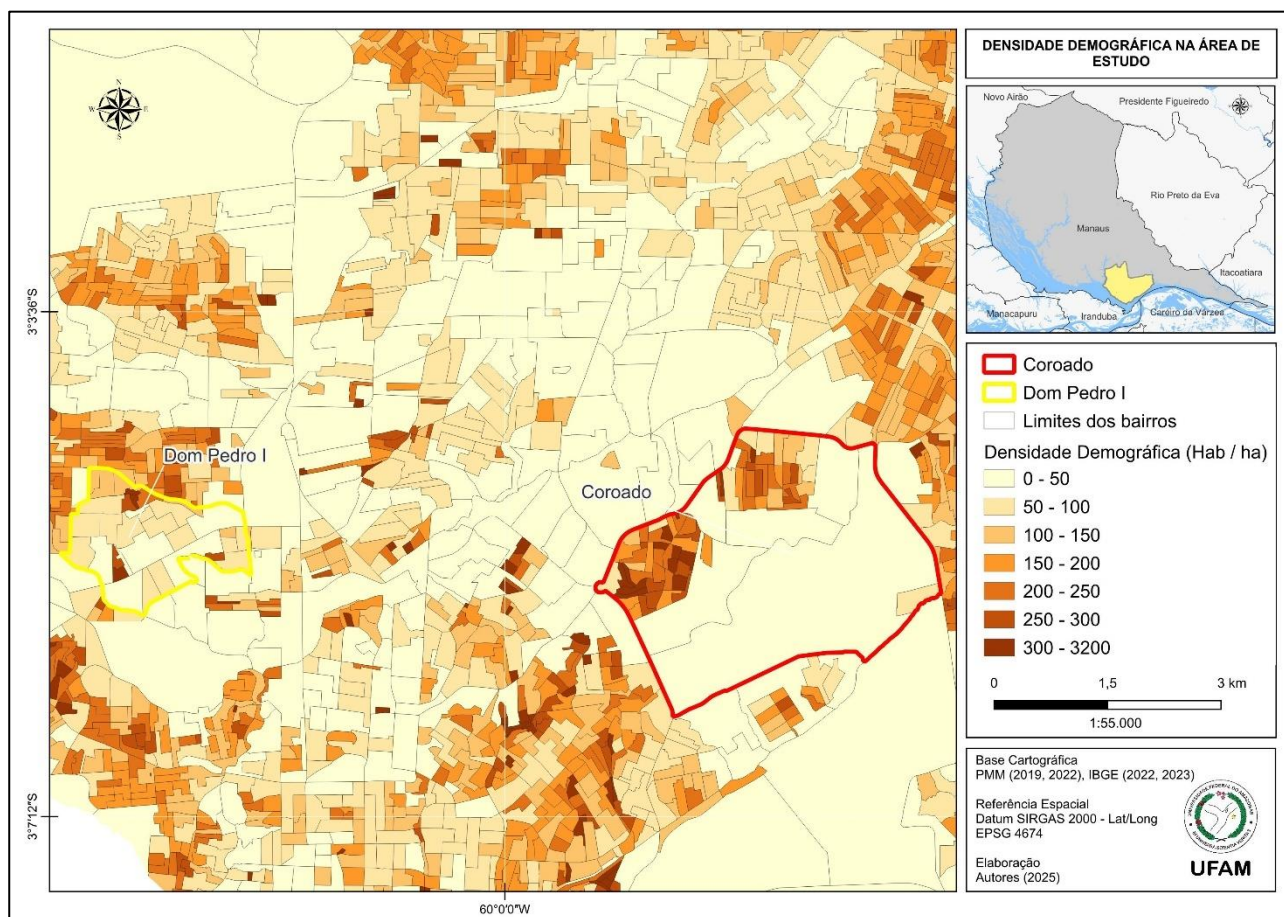


Figura 3 – Mapa de densidade demográfica da área de estudo - bairros Dom Pedro I e Coroado.
Fonte: IBGE (2022), PMM (2019).

De forma comparativa, observa-se que a densidade demográfica do bairro Dom Pedro I apresenta um padrão espacial mais planejado, com tendência de adensamento predominante no eixo sul-norte. Nessa área, a menor densidade demográfica coincide com a borda sul do bairro, onde se verificam os menores índices de temperatura, de maneira espacialmente contínua.

Apesar de ambos os bairros serem oriundos do início da década de 1970 (BARBOSA, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2022), o quadro atual de fragmentação socioespacial da cidade está vinculado às particularidades do processo de urbanização que cada bairro apresentou. O bairro Dom Pedro I se constitui através de uma dinâmica que parte de maior planejamento e racionalização dos traçados urbanísticos com provável destinação a uma classe média crescente do período.

Por outro lado, o bairro Coroado deriva de ocupações irregulares nas terras que compunham o fragmento florestal da APA UFAM, desse modo, havendo pouco planejamento nos elementos que contribuem positivamente às amenidades na questão da moradia. Menciona-se que atualmente essa parcela de ocupação consolidada é oficialmente de jurisdição pertencente ao bairro Coroado e não mais da APA UFAM.

Sobre o termo “amenidades”, diz das condições aprazíveis de dada localidade, podendo ser físico-naturais, como na proximidade com uma área verde ou o mar, ou sendo socialmente construídas, a exemplo de facilitada mobilidade urbana que se tem a dada centralidade da cidade (CORRÊA, 2002).

Os resultados indicam que, embora se trate do mesmo clima equatorial e da mesma cidade, envolvendo bairros de gênese urbana semelhante, verifica-se a fragmentação socioespacial no contexto intraurbano de Manaus. Essa constatação reforça a necessidade de compreender o clima urbano não apenas como elemento natural, mas como parte de um processo socialmente construído. Neste sentido, observa-se o:

[...] o clima como fenômeno geográfico substanciado pelas aplicações de seu conhecimento no entendimento do território, não apenas como elemento natural, determinado pelas leis físicas, mas, também, pelo significado de sua repercussão nas relações entre a sociedade e a natureza mediadas pela ação dos agentes sociais, que produzem espaços concretos nos mais variados níveis de segregação e vulnerabilidade (SANT’ANNA NETO, 2008, p. 62).

Mais do que fatores físico-naturais da paisagem, o que chama atenção nesse quadro comparativo é a produção desigual do espaço urbano entre uma área da cidade caracterizada por reunir maiores centralidades e uma região mais associada a um fragmento periférico na questão da moradia em Manaus, respectivamente, bairros Dom Pedro I e Coroado. Neste sentido, constitui-se uma fragmentação socioespacial no contexto intraurbano do mais importante nó da rede urbana da Amazônia.

Essa fragmentação, isto é, a falta de unidade, se dá particularmente na atenção ao planejamento urbano, indicado pela disparidade de infraestruturas que as duas localidades dispõem. Dos fragmentos do urbano, relaciona-se a participação dos agentes sociais (SANT’ANNA NETO, 2008), mas que na Geografia Urbana aparecem como agentes produtores (e consumidores) do espaço urbano (CORRÊA, 2002).

Insisti-se que o clima urbano aqui trabalhado é derivado da dinâmica territorial da apropriação heterogênea. Nesta perspectiva, a cidade é verificada como forma-conteúdo:

Como não há formas e conteúdos puros, o clima urbano é antes e no fim de tudo, o elemento que qualifica que os impactos sejam DA cidade, não como derivação ambiental ou organismo vivo, mas DA cidade como um projeto de sociedade, como espaço geográfico que é produto-produtor de distintas formas de exposição, mitigação, adaptação e controle de eventos naturais. A análise do clima urbano assim não está voltada à cidade como receptáculo, mas da cidade como paisagem natural apropriada socialmente e território constituído no processo de produção do espaço urbano. Uma construção eminentemente social (NASCIMENTO JÚNIOR, 2020, p. 10).

Desse modo, o bairro Dom Pedro I, a partir do que sua historiografia, demonstra bem como seu padrão urbanístico atual tem em sua morfologia as características de um modelo de produção do espaço comandado pela atuação dos promotores imobiliários, que partem de uma visão corporativa do espaço no sentido de maior lucratividade. São os promotores imobiliários que sistematizam a especulação de terras urbanas e, na consequência mais material, vetorizam o crescimento da cidade. Sob o intento de maior valorização da terra, os promotores imobiliários condicionam uma normatização do espaço vinculando-o a maiores amenidades, esses conjuntos habitacionais são voltados às classes sociais mais favorecidas economicamente.

Já o bairro Coroado, apresenta uma morfologia vinculada à “ocupação espontânea”, no sentido específico de não haver aparente projeto de indução de nenhum agente hegemônico à dinâmica. Trata-se de uma ocupação que está relacionada às demandas do grupo dos socialmente excluídos, ou seja, uma composição urbanística que nasce da necessidade por moradia dos segmentos marginalizados de baixo poder aquisitivo que não conseguem alcançar produtos imobiliários formalizados que reúnam as melhores condições infraestruturais e de localização.

Apesar da urbanização constatada pelas formas precárias, sobretudo no contexto de gênese da ocupação, é necessário ressaltar que o Coroado apresenta, ao longo de sua historiografia, uma posição de reivindicações e mobilizações sociais relativamente exitosas. Sobre isso, podemos apontar a movimentação social em função de pressionar o Estado pela melhoria das infraestruturas locais, como asfaltamento de vias, instalação de centros de saúde e etc.).

Outra perspectiva importante é que as variações de temperatura superficial, associadas à formação de ilhas de calor urbanas e à configuração morfológica dos bairros, podem indicar padrões de valorização fragmentada do espaço urbano, observáveis, por exemplo, nas diferenças de preço da terra. Os valores de preço da terra utilizados referem-se ao levantamento oficial da Prefeitura de Manaus (PGM-MANAUS, 2022), correspondente ao ano de 2022. Reconhece-se que esses valores refletem o contexto imediato pós-pandemia da Covid-19, que impactou o mercado imobiliário, podendo representar oscilações pontuais. Ainda assim, foram utilizados aqui como indicador

comparativo da valorização fragmentada do espaço urbano entre os bairros Dom Pedro I e Coroadó (Tabela 01).

Tabela 1 – Preço da terra por metro quadrado.

Bairro	Valor médio por m ² (R\$)
Dom Pedro I	331,68
Coroadó	121,12

Fonte: PGM-MANAUS (2022). Org.: a autoria (mai/2022).

O preço da terra representa de maneira generalizada as propriedades do valor das localidades enquanto mercadoria. Na comparação, a despeito de todas as semelhanças historiográficas, o metro quadrado (médio) no bairro Dom Pedro I apresenta uma valoração mais de duas vezes maior que a mesma métrica para o Coroadó. Neste sentido, é possível argumentar que a formação de ilhas de calor, especialmente à luz da noção de amenidades térmicas, está articulada com os demais elementos que condicionam a morfologia da cidade que, por sua vez, compõe o quadro de especulação e acesso à terra, sobretudo na questão da moradia (urbana) enquanto objeto corporativo em paralelo com a demanda social por habitação (que agregue condições mínimas para o exercício da cidadania). O resultado é uma diferenciação espacial que averigua uma desigualdade residencial (CORRÊA, 2022).

Nesse sentido, a abordagem vai para além dos sensores termais de imageamento de satélite, verifica-se o fenômeno natural socialmente apropriado e a forma-conteúdo do urbano, por meio da fragmentação socioespacial, “o que requer trazer para análise do clima urbano, não somente, o sítio e malha urbana, mas também os processos de urbanização, os modos de vida urbanos, o cotidiano social em sua ordem espacial” (NASCIMENTO JÚNIOR, 2020, p. 11).

Para tanto, é necessário também fazer a caracterização da população residente através do perfil socioeconômico dos bairros analisados, pois tende a evidenciar como os processos climáticos estão sendo apropriados, como foram desenvolvidos nos lugares, bem como as particularidades da urbanização em uma mesma cidade (Figura 04).

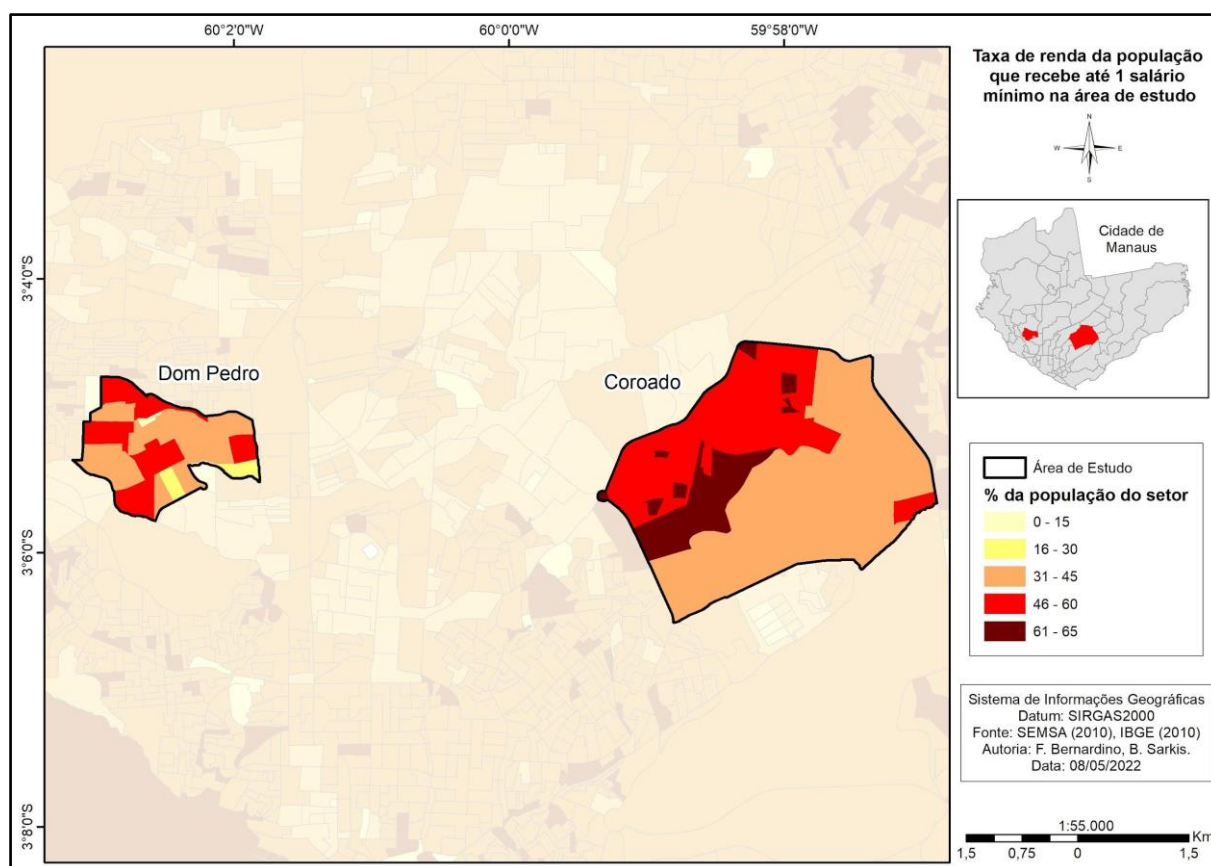


Figura 4 – Mapa de renda: porcentagem da população que recebe até um salário mínimo em 2010 - bairros Dom Pedro I e Coroado.

Fonte: IBGE (2010), SEMSA (2010).

Esclarece-se que não é nosso intento traçar uma relação estatística entre renda e os indicadores espaciais térmicos. A despeito disto, interpreta-se que o bairro Coroado apresenta uma grande faixa central em que 31 a 45% (Laranja) da população total dos setores censitários recebe até um salário mínimo (IBGE, 2010), que em 2010 era de 510 reais. No entanto, como foi possível observar na Figura 03, a ocupação do bairro está concentrada nas porções norte e noroeste, tendo em vista que a porção central está relacionada com os limites da APA UFAM, onde predomina um fragmento florestal.

Por fim, o bairro Dom Pedro I apresenta um quadro de menor densidade demográfica, e maior qualificação urbanística, o que explica os menores índices de temperatura de superfície analisados e, por consequência, a formação de ilhas de calor mais localizadas. Em comparação, o bairro Coroado pode ser caracterizado pela urbanização acelerada, baixa sofisticação técnica, ausência de vegetação arbórea no núcleo habitacional e a alta densidade urbana, elementos que favorecem o desenvolvimento de ilhas de calor superficiais.

Nesse contexto, o predomínio de coberturas inadequadas, como fibrocimento e alumínio, intensifica o aquecimento das superfícies, em concordância com Voogt e Oke (2003), que

demonstram como materiais urbanos de baixo albedo ampliam a absorção de radiação solar e elevam as temperaturas superficiais, favorecendo a intensificação das ilhas de calor. De modo semelhante, Weng (2009) ressalta que o sensoriamento termal apresenta os contrastes intraurbanos de temperatura diretamente relacionados à morfologia urbana, dinâmica que se confirma no comparativo entre Dom Pedro I e Coroadó.

Considerações finais

Este trabalho dialoga com a virada epistemológica da Geografia do Clima que compreende o clima urbano como projeto da sociedade. Desse modo, o clima é visto como um elemento do espaço e, portanto, aparece como natureza socializada. A temperatura, portanto, deixa de ser apenas um dado pontual e homogêneo, muitas vezes restrito ao elemento estatístico (como no Climograma) e passa a ser mobilizada como indicador de fragmentação socioespacial.

Reconhece-se que a utilização de apenas uma cena de satélite constitui limitação do estudo, uma vez que não permite captar a variabilidade sazonal e interanual. Pesquisas futuras poderão avançar incorporando séries temporais ou imagens representativas de diferentes estações do ano, fortalecendo a análise do clima urbano em Manaus.

A proposta de verificar a temperatura de superfície como indicador da produção desigual do espaço mostrou-se pertinente ao debate ambiental e ao planejamento urbano, particularmente na perspectiva da fragmentação socioespacial. O trabalho buscou contribuir para a compreensão da urbanização na Amazônia, oferecendo novos ângulos e maior complexidade ao objeto das ciências sociais.

A metodologia adotada, baseada no sensoriamento remoto e na análise de dados censitários, foi eficaz para identificar padrões espaciais de temperatura e relacioná-los à morfologia urbana e aos indicadores socioeconômicos dos bairros estudados. No entanto, a análise se restringiu ao uso de imagens de satélite e dados secundários, não abrangendo medições diretas de conforto térmico, variáveis microclimáticas detalhadas ou a percepção dos moradores. Além disso, a utilização de dados censitários de 2010 pode não refletir as transformações urbanas mais recentes, sendo justificada pela indisponibilidade de informações mais atualizadas até a conclusão desta pesquisa.

Nesta abordagem, observou-se que o bairro Dom Pedro I, resultado de uma urbanização planejada, apresenta menores extensões de áreas com altas temperaturas superficiais. Já o Coroadó, marcado por ocupação acelerada e alto adensamento, exibe maiores fragilidades térmicas, traduzidas na ausência de condições mais aprazíveis de habitação. Ressalta-se que a importância da pesquisa não se limita aos exemplos dos bairros citados ao decorrer do texto, pois, o horizonte da investigação

é o próprio *processo urbano* e seus agentes, bem como suas qualificações e contradições históricas que produzem as especificidades no clima urbano da cidade manauara.

Como perspectivas para trabalhos futuros, sugerem-se estudos que integrem medições em campo, aplicação de índices de conforto térmico e entrevistas com a população local, de modo a aprofundar a compreensão das relações entre clima urbano, vulnerabilidade social e fragmentação socioespacial. Recomenda-se, também, ampliar o recorte espacial para incluir outros bairros e diferentes escalas de análise, além da atualização dos dados socioeconômicos. Por fim, destaca-se a importância de integrar o debate sobre ilhas de calor e fragmentação socioespacial ao planejamento urbano, como estratégia para mitigar desigualdades e melhorar a qualidade ambiental das cidades amazônicas.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão de bolsas de doutorado dos três primeiros autores do artigo.

Referências

- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor superficiais: frequência da intensidade e variabilidade espacial em cidade de clima tropical continental. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 34, 2019.
- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, Edição Especial, p. 22-46, 2019. DOI: 10.5380/abclima.v25i0.65743.
- _____. Spatial variability and intensity frequency of surface heat island in a Brazilian city with continental tropical climate through remote sensing. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**. v. 9, 2018.
- _____.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; SANT'ANNA NETO, J.L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes. **Confin** [Online], 7,2009, p. 1-16, 31 out. 2009.
- ARNFIELD, A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal of Climatology**. V.23 n.1, p. 1-26, 2003.
- BARBOSA, T. R. **Ocupações urbanas e a (re) produção das moradias populares em Manaus: estudos no bairro do Coroado e loteamento Rio Piorini**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.
- BECKER, B. Surtos de crescimento de Manaus. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, V. 3, N.1, p. 19-44, 2013.
- CORRÊA, R. L. Notas sobre a diferenciação espacial. **GEOUSP - Espaço e Tempo** (Online), [S. l.], v. 26, n. 1, p. e-193069, 2022. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2022.193069. Disponível: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/193069>>. Acesso em: 3 maio. 2022.
- _____. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 2002.

FERREIRA, H. V. L. **A organização do espaço urbano e a estrutura térmica da cidade de Cuiabá-MT**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2019.

GOMES, J. H. **Fragmentação socioespacial e conforto térmico: um estudo na zona norte da cidade do Recife - PE**. 2019. 164 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022**. 2022.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil: 1991 - 2020**. 2022.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. O clima urbano como risco climático: contribuição da geografia do clima aos estudos sobre os climas das cidades. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 33, 2018.

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2017. National Centers for Environmental Information, 2018. Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201713>. Acesso em: 5 set. 2025.

OLIVEIRA, A. M. C.; SANTOS, A. C.; DIAS, B. S.; ROSA, C. A.; SILVA, L. G.; GASPAR, M. C. S.; SANTOS, M. A. **Bairros de Manaus em Língua Brasileira de Sinais**. Manaus: Quipá, 2022.

PGM-MANAUS - PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO - MANAUS. **Valores básicos dos bairros - Em R\$ - Validade de 01 de abril a 30 de junho de 2022**. Pólos de valorização (valor máximo do custo unitário básico. Manaus: SRIAP, 2022. Disponível: <<https://pgm.manaus.am.gov.br/valores-basicos-dos-bairros-r/>>. Acesso em 01 de mai. de 2022.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Rev. da ANPEGE**, v. 4, 2008. Disponível <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6599>>. Acesso em 01 de mai. de 2022.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Editora Hucitec, 1993.

SEMSA - SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE MANAUS. **Bairros - shapefile**. 2010.

SILVA, D. A.; AGUIAR, F. E. O. Ilha de calor na cidade de Manaus: especulação ou realidade? **Geonorte**, v. 1, n. 6, p. 49-65, 2012. Disponível: <<https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1129/1022>>. Acesso em 01 de mai. de 2022.

SILVA, J. R. C.; SCUDELLER, V. V.. The amazon rubber booms and the Free Trade Zone of Manaus: urban expansion and watersheds degradation. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. 1-30, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29103>.

SPOSITO, E. S. SPOSITO, M. E. B. Fragmentação socioespacial. **Mercator** (Fortaleza. Online), v. 19, p. 1-12, 2020.

SPOSITO, M. E. B. Metropolização do espaço: cidades médias, lógicas econômicas e consumo. In: FERREIRA, Alvaro. RUA, João. MATTOS, Regina Célia de. **Desafios da metropolização do espaço**. Rio de Janeiro: Consequência, 2015. p. 125-151.

Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. **Landsat 8 Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor Level-1, Collection 1 [dataset]**. U.S. Geological Survey, 2017. <https://doi.org/10.5066/F71835S6>

USGS. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. Version 5.0. Sioux Falls: Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2021. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>

VIDAL, B. S.; SILVA NETO, J. C. A. da. Sensoriamento remoto e clima urbano na Amazônia: Análise de Alvarães, Amazonas, Brasil. **Revista Geonorte**, v. 14, n. 43, 2023. DOI: doi.org/10.21170/geonorte.2023.V.14.N.43.43.62

VIDAL, B. S.; ANDRADE, K. O. F.; SOUZA, B. S.; CASTRO, L. F. O clima urbano na metrópole manauara: diferenças termohigrométricas no bairro do Coroadó, Manaus-AM. **Revista Verde Grande**, Montes Claros, v. 5, n. 2, 2023.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**, v. 86, n. 3, p. 370-384, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8).

WENG, Q. Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: methods, applications, and trends. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 64, n. 4, p. 335-344, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.03.007>.