



Análise das áreas de vegetação e da temperatura de superfície de Jundiaí – SP

Analysis of green areas and surface temperature of Jundiaí – SP

***Análisis de áreas de vegetación y de la temperatura superficial de
Jundiaí – SP***

ROSENBERGER, Corine Armagne ¹

WERNECK, Daniela Rocha ²

³ MOLENA, Caio

¹ Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF, Brasil.
coarosen@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4644-1122

² Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF, Brasil.
daniela.werneck@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0054-3868

³ Centro Universitário Padre Anchieta, Faculdade de Engenharia Ambiental e Sanitária, Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Jundiaí, SP, Brasil.
caiomolena1991@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4748-6816

Recebido em 06/09/2022 Aceito em 01/06/2023



Resumo

Diante das tendências de crescimento da população urbana no Brasil e no mundo, da aceleração de processos de urbanização, e da emergência climática, torna-se necessário debater sobre como reverter ou mitigar os impactos negativos provenientes do desenvolvimento urbano, os quais são potencializados pelo planejamento inadequado. A supressão de vegetação pode ser determinante na elevação da temperatura do ar na cidade e acarretar problemas que ameaçam o bem-estar da população. Este trabalho tem como objetivo compreender a relação entre a presença de vegetação e a temperatura de superfície de Jundiaí-SP. Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para conceber mapas de uso e ocupação do solo e de temperatura de superfície do município. Verificou-se que a temperatura média de superfície das áreas com vegetação densa foi 4,56°C mais baixa do que a temperatura média de superfície das áreas urbanizadas no verão do ano de 2020. Os pontos com as temperaturas mais elevadas do município associam-se à presença de galpões industriais ou comerciais. As áreas de vegetação adjacentes a esses pontos apresentaram temperaturas até 18°C mais baixas no verão. Destaca-se a importância de elaborar e regulamentar ferramentas, em esfera municipal, que promovam com maior intensidade a arborização de áreas urbanas.

Palavras-Chave: clima urbano; vegetação urbana; uso do solo; sensoriamento remoto; plano diretor.

Abstract

Given the trends of urban population growth in Brazil and in the world, the acceleration of urbanization processes, and of the climate emergency, it is necessary to debate on how to reverse or mitigate the negative impacts emerged from urban development, which are aggravated by inadequate planning. Vegetation suppression can be decisive in raising the air temperature in the city and cause problems that threaten the well-being of the population. This work aims to understand the relationship between the existence of green areas and the surface temperature of Jundiaí-SP. Remote sensing tools were used to produce maps of the city's land use and occupation and surface temperature. The average surface temperature of areas with dense vegetation was found to be 4.56°C lower than the average surface temperature of urbanized areas in the summer of 2020. The spots with the highest temperatures of the city are correlated with the presence of industrial or commercial warehouses. Vegetated areas adjacent to these locations had temperatures up to 18°C lower in summer. The importance of elaborating and regulating tools which promotes more intensely the arborization of urban areas at a municipal level stands out.

Key-Words: urban climate; urban vegetation; land use; remote sensing; master plan.

Resumen

Dadas las tendencias de crecimiento de la población urbana en Brasil y en mundo, de la aceleración de los procesos de urbanización, y de la realidad climática, es necesario debatir cómo revertir o mitigar los impactos negativos derivados del desarrollo urbano, que se potencian con una planificación inadecuada. La remoción de vegetación puede ser determinante para generar un clima urbano y implicar problemas que amenacen el bienestar de la población. Este trabajo tiene como objetivo comprender la relación entre la presencia de vegetación y la temperatura superficial de Jundiaí-SP. Se utilizaron herramientas de teledetección para diseñar mapas de uso y ocupación del suelo y de temperatura superficial del municipio. Se verificó que la temperatura media superficial de las áreas con vegetación densa fue 4.56°C menor que la temperatura media superficial de las áreas urbanizadas en el verano del 2020. Los puntos de mayor temperatura del municipio han estado asociados a la presencia de galpones industriales o comerciales. Las áreas de vegetación adyacentes a estos puntos tuvieron temperaturas de hasta 18°C más bajas en verano. Se destaca la importancia de desarrollar y regular herramientas, a nivel municipal, que promuevan de una manera más intensa la forestación de áreas urbanas.

Palabras clave: clima urbano; vegetación urbana; uso del suelo; teledetección; plan maestro.



1. Introdução

A lógica expansionista e do crescimento urbano sem planejamento leva ao consumo insustentável de recursos naturais. Aliados ao modo de produção e de consumo da sociedade capitalista, o intenso processo de urbanização reflete em alterações significativas nos serviços ecossistêmicos e na dinâmica do clima. O Brasil está no continente com maior porcentagem de população vivendo em áreas urbanas do mundo, e é o país mais urbanizado da região (ONU, 2016). Conforme censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), em 2010, a população urbana no Brasil era de 160.925.792 pessoas, ou seja, 84,36% da população.

De acordo com relatório da Organização do Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UNHABITAT, 2020), em 2020, 87,1% da população brasileira vivia em áreas urbanas. Para 2030, a projeção é que a população residente em áreas urbanas seja de 201.296.000, representando 89,3% da população.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021) relata que a influência humana nas mudanças do clima é inegável. O documento indica que a temperatura de superfície global entre 2011 e 2020 já foi 1,09°C mais alta do que no período entre 1850 e 1900. De acordo com o relatório (IPCC, 2021) a temperatura de superfície global irá continuar a subir pelo menos até a metade do século XXI. No cenário de emissões muito baixas, é esperado que a temperatura de superfície média global esteja entre 1°C e 1,8°C mais alta até 2100, quando comparada com o período entre 1850 e 1900. Já no cenário de altas emissões, o aumento da temperatura de superfície global esperado seria entre 3,3°C e 5,7°C.

Além das mudanças do clima em escala global, fatores como retirada de vegetação arbórea, geometria urbana, densidade das edificações e populacional, e as funções sociais e econômicas desenvolvidas no local são determinantes na geração de um clima propriamente urbano, já que estes aspectos são capazes de modificar o padrão de troca de energia entre a superfície e a atmosfera, afetando o funcionamento dos componentes climáticos e condicionando o que se denomina na literatura de clima urbano (OKE, 1987; CARDOSO e AMORIM, 2014). Aliadas aos efeitos das mudanças climáticas, estas alterações podem acarretar problemas urbanos como escassez de recursos hídricos, poluição, desbalanceamento dos ecossistemas, entre outros, que ameaçam a própria estabilidade das cidades e o bem-estar da população, principalmente em áreas vulneráveis.

A vegetação urbana tem sido apontada como indispensável para a adaptação das cidades frente aos efeitos da mudança do clima (ROMERO, 2021). De acordo com Oke (1987) a presença de áreas verdes é um indicativo de controle de temperatura e a sua ausência é um dos principais fatores que causam alterações locais, como as ilhas de calor urbanas. Além disso, a vegetação urbana também contribui para o embelezamento dos espaços públicos, para o bem-estar físico e psíquico do ser humano e para o aumento da biodiversidade e a preservação de espécies nativas, já que proporciona abrigo e alimento à fauna da região e garante a manutenção do ecossistema (BOBROWSKI; BIONDI, 2021; LABAKI *et al.*, 2011).

A vegetação atua no clima urbano e na criação de ilhas de frescor a partir da evapotranspiração, que propicia o resfriamento das folhas e do ar adjacente. O sombreamento criado pelas copas também diminui a incidência de radiação nas superfícies e, conseqüentemente, seu aquecimento e sua emissão de ondas longas para o ambiente. Nestas ilhas de frescor a temperatura é consideravelmente mais baixa quando comparada com áreas adjacentes. Este fenômeno acontece devido à uma maior estabilidade da temperatura e da umidade do ar, evento que é associado à presença de cobertura vegetal (LABAKI *et al.*, 2011).

No entanto, muitos Planos Diretores são genéricos ao proporem a implantação de áreas verdes urbanas, as quais podem apresentar diferentes arranjos, tais como bosques urbanos, fachadas verdes, teto verde e jardins ao longo da altura dos edifícios (LABAKI *et al.*, 2011). Esse contexto pode



levar os profissionais envolvidos com o planejamento urbano a tomar decisões equivocadas quanto ao alcance dos efeitos térmicos de diversos arranjos verdes no entorno urbanizado.

Em vista disso, Hami *et al.* (2019) utilizaram uma metodologia que abordou diversos parâmetros, como propriedades físicas das plantas, localização e cobertura vegetal, densidades de plantio e densidade de copas, tipo de folha, albedo, padrões e arranjos de plantio. Os autores buscaram entender como essas tipologias podem afetar as ilhas de calor urbanas e o conforto térmico ao ar livre.

Da mesma forma, Zölch *et al.* (2016) investigaram como diferentes tipos e quantidades de infraestrutura verde urbana, tais como árvores, telhados verdes e fachadas verdes, afetam o conforto térmico dos pedestres. Foi verificado que o plantio de árvores teve o impacto mais positivo, com uma redução média de 13% nos valores fisiológicos de temperatura aparente, em comparação com a vegetação existente. Em fachadas verdes, teve efeitos atenuantes de 5 a 10%.

Morakinyo *et al.* (2019) apontam fachadas verdes como uma estratégia para melhorar o ambiente térmico ao ar livre especificamente em cidades de alta densidade, como Hong Kong, na qual a área de superfície vertical dos edifícios é muito maior do que as áreas de telhado e de solo combinadas. De acordo com os autores, entre 30 e 50% das fachadas do ambiente urbano de alta densidade de Hong Kong devem ser esverdeadas para causar uma redução de cerca de 1°C na temperatura.

Neste sentido, as técnicas de observação da superfície urbana são baseadas na utilização de sensores remotos. Conforme Barbosa e Dorigon (2014) o imageamento da superfície a partir de satélites permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico direto, uma vez que se utiliza de sensores para coletar a energia proveniente do objeto e convertê-la em sinal capaz de ser registrado e apresentado de forma adequada para a extração de informações.

Neste trabalho, utilizou-se imagens satelitais e ferramentas de sensoriamento remoto com o objetivo de observar a superfície urbana e periurbana de Jundiaí – SP para relacionar a presença de vegetação e a tipologia de ocupação urbana com o campo térmico da cidade, além de verificar a legislação municipal e suas ações para o clima urbano.

2. Método

O método de trabalho consistiu no primeiro momento em uma revisão de literatura para resgatar o contexto da relação entre a expansão urbana de Jundiaí e suas áreas verdes, incluindo as principais legislações que faziam esse tema. O segundo momento tratou das técnicas de sensoriamento remoto para observação das mudanças do uso e ocupação do solo na última década. Outro dado gerado foi de temperatura de superfície de 2020 para avaliar a influência da presença de vegetação no campo térmico do município. Paralelamente buscou-se verificar as estratégias e diretrizes na revisão do Plano Diretor de 2019 em relação à sua gestão de áreas verdes, as quais podem ser indicativas de como seguirá a gestão de áreas vegetadas ao longo dos próximos anos. Uma esquematização do método está demonstrada na Figura 1.

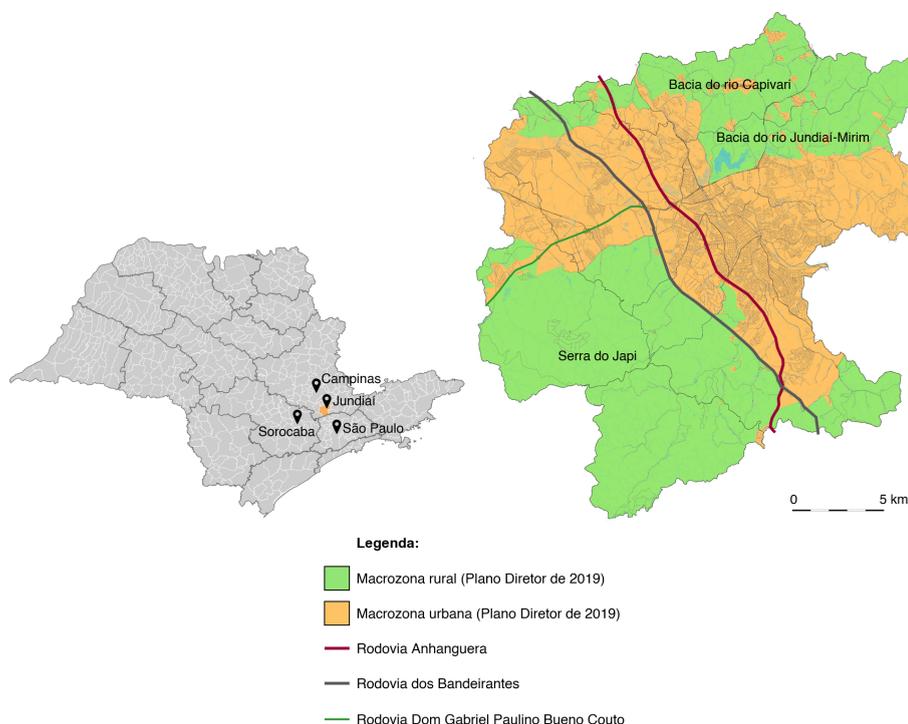
Figura 1: Esquema do método do trabalho.



2.1. Área de estudo

A cidade de Jundiá localiza-se no cruzamento de duas importantes rodovias do Estado de São Paulo: a Rodovia Anhanguera, construída em 1940; e a Rodovia dos Bandeirantes, construída em 1978, as quais dão acesso às Regiões Metropolitanas de São Paulo e de Campinas (Figura 2).

Figura 2: Localização de Jundiá no Estado de São Paulo e macrozoneamento do município de acordo com o Plano Diretor de 2019.



Fonte: Adaptado de Estado de São Paulo (2021) e Prefeitura Municipal de Jundiá (2019a).

Em 2010 a cidade possuía 370.126 habitantes, dos quais 95,7% residiam em áreas urbanas. Na última década, a cidade teve um crescimento populacional de aproximadamente 14,3%, passando a 423.006 habitantes em 2020 (IBGE, 2021a). Grande parte do território municipal localiza-se na bacia

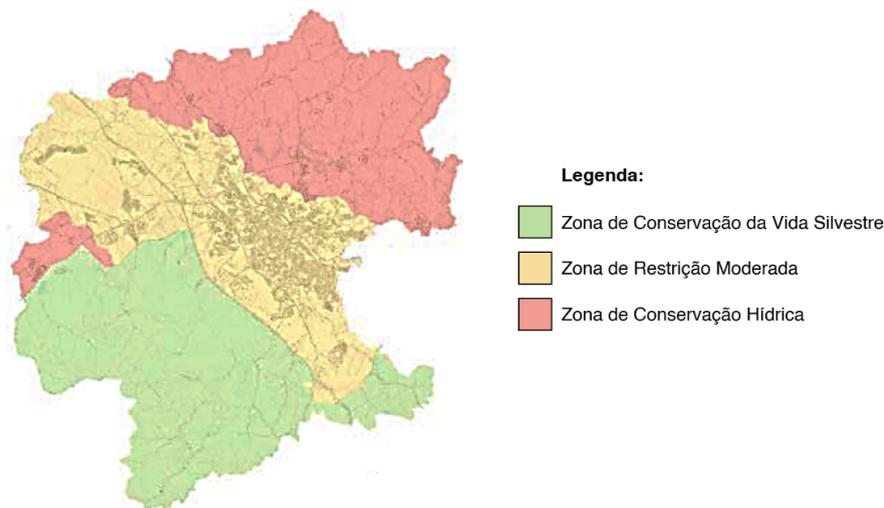
hidrográfica do Rio Jundiáí, que dá nome à cidade (MACHADO; FENGLER; MEDEIROS, 2019).

O principal bioma do município é a mata atlântica (IBGE, 2021a), tipologia de vegetação encontrada na Serra do Japi, a qual se estende entre os municípios de Jundiáí, Cabreúva, Pirapora do Bom Jesus e Cajamar. A Serra é uma das últimas grandes áreas de floresta contínua do Estado de São Paulo e sua área de 350 km² representa 7% da formação original do bioma no Brasil (JUNDIAÍ, 2021a). Por este motivo, uma série de leis foram implantadas para fortalecer a preservação da área.

Das medidas que contribuíram para sua preservação, destaca-se o tombamento de 191,7 km² da Serra do Japi pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arquitetônico e Turístico – CONDEPHAAT, dos quais 91,40 km² (47,67%) estão em território jundiaiense (JUNDIAÍ, 2021b).

Ainda em esfera estadual, o Decreto 43.284 de 03 de julho de 1998 regulamentou as Áreas de Proteção Ambiental – APA dos municípios de Jundiáí e Cabreúva (JUNDIAÍ, 2021b). Pradella e Bueno (2017) apontam que a presença da maior parte da Serra do Japi no território de Jundiáí e a existência, na área nordeste do município, de bacias hidrográficas importantes para o abastecimento regional foram fatores determinantes para tornar todo o território da cidade Área de Proteção Ambiental (Figura 3).

Figura 3: Zoneamento da APA de Jundiáí, regulamentada pelo Decreto Estadual 43.284 de 1998.



Fonte: Adaptado de Pradella e Bueno (2017).

Em esfera municipal, a Lei Complementar 417 de 2004 criou o Sistema de Proteção das Áreas da Serra do Japi. Conforme Fanelli e Santos Júnior (2013) a lei tem o intuito de impedir qualquer novo tipo de ocupação ou transformação no território denominado ‘zona de conservação da vida silvestre’.

Para Fanelli e Santos Júnior (2014) a Serra do Japi é uma característica morfológica importante para a definição da forma urbana de Jundiáí, já que por ser uma área protegida em diversas instâncias, ela é um fator limitante de expansão urbana da cidade no sentido sul. Os autores também indicam a bacia do Rio Capivari e a bacia do Rio Jundiáí-Mirim como outros fatores condicionantes da forma urbana da cidade, pois a instituição de uma zona de conservação hídrica nestas áreas pelo Decreto 43.284 propiciou-as uma baixa densidade (Figura 3). Conforme os mesmos, somente o território de gestão da Serra do Japi corresponde a um terço da área da cidade, motivo pelo qual a exclusão dessas áreas para ocupação urbana resultou na ocupação quase total do território e a expansão da área urbanizada do município para além de suas fronteiras, conurbando-se com municípios vizinhos.

Diversos autores (FANELLI; SANTOS JÚNIOR, 2014; NORONHA; HESPANHOL, 2018) apontam como principal fator de impulsão da expansão urbana da cidade de Jundiáí a Rodovia Anhanguera e a



Rodovia dos Bandeirantes, uma vez que estas possibilitam facilidade de acesso às Regiões Metropolitanas de São Paulo e de Campinas. Dessa forma, a expansão da cidade aconteceu ao longo dos eixos viários.

De acordo com Fanelli e Santos Júnior (2014), os espaços livres de urbanização ao longo destas rodovias foram apropriados não apenas por condomínios de luxo fechados, privilegiados pela proximidade com a Serra do Japi e pela facilidade de conexão macrometropolitana; mas também se tornaram atraentes para empresas preocupadas com o rápido escoamento de seus produtos. Esse fator impulsionou a instalação de residências ocupadas por uma população de baixa renda, que buscou aproximar-se dos locais de trabalho.

Pradella e Bueno (2017) indicam que modificações na legislação municipal dos Planos Diretores de 2004 e 2012, tal como a transformação de áreas classificadas como rurais para urbanas, facilitaram a implantação de empreendimentos e provocaram adensamento construtivo e populacional em áreas de amortecimento da Serra do Japi e nas regiões abrangidas pelas bacias hidrográficas dos rios Jundiá-Mirim, Capivari e Caxambú.

2.2. Observação da superfície da cidade

Para a elaboração do estudo foram concebidos dois mapas a partir de bases de dados pré-processados: A) uso e ocupação do solo e B) temperatura de superfície. Foi produzido um mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 2010 e um mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 2020, com o intuito de verificar a dinâmica de áreas verdes no município ao longo da última década. Em seguida, foram produzidos dois mapas de temperatura de superfície do ano de 2020: um do verão e o outro do inverno.

O mapeamento do uso e ocupação do solo foi realizado a partir de dados disponíveis na coleção 6.0 do Mapbiomas¹ (2021), a qual foi produzida pela iniciativa a partir da série de satélites Landsat e foi lançada em agosto de 2021. Foram acessados os arquivos do tipo *raster* de uso e ocupação do solo do Estado de São Paulo referentes aos anos de interesse do estudo. Para o processamento final dos dados, utilizou-se o *software* livre de geoprocessamento QGIS, na versão 3.16. No *software*, as informações de uso e ocupação do solo foram recortadas utilizando a máscara dos limites do município de Jundiá, adquirida no *site* do IBGE (2021b).

Em seguida, foi feita a vetorização dos arquivos e sua divisão para classes de uso de ocupação do solo, já pré-classificadas pelo Mapbiomas. Neste trabalho, utilizou-se as categorias de uso e ocupação do solo: 1) vegetação densa, que englobou os usos 'formação florestal' e 'silvicultura'; 2) agropecuária, que contemplou as categorias 'café', 'cana', 'mosaico de agricultura e pastagem', 'outras lavouras temporárias' e 'pastagem'; 3) Áreas urbanizadas; 4) Rios, lagos e campos alagados e 5) Outras áreas não vegetadas. Finalmente, para extrair os dados de área de cada classe de uso e ocupação do solo foi utilizado o *Plug in* 'Group Stats'. As informações foram exportadas para o *software* Excel para análise estatística. O mesmo procedimento foi realizado para 2010 e para 2020.

Os mapas de temperatura de superfície foram produzidos a partir de dados disponíveis na plataforma Remote Sensing Lab² (2021). Foram selecionadas duas imagens do satélite Landsat 8, uma durante o

¹ Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine para gerar uma série histórica de mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil (MAPBIOMAS, 2021). Disponível em: <https://mapbiomas.org/en>

² Operado pelo *Institute of Applied and Computational Mathematics of FORTH - The Foundation for Research and Technology*, focado em estudos sobre mudanças climáticas e urbanização. Disponível



verão (12/03/2020) e uma durante o inverno (19/08/2020). O critério de escolha das imagens foi a menor presença de nuvens. Utilizou-se o *software* QGis, na versão 3.16, para o processamento final dos dados. Recortou-se o arquivo *raster* com os dados de temperatura de superfície utilizando uma máscara do município de Jundiá. Converteu-se, então, o arquivo *raster* de temperatura de superfície para vetor. Foi realizada a intersecção do vetor poligonizado dos dados de temperatura de superfície com o vetor que contém os dados de uso e ocupação do solo, com o intuito de verificar a temperatura de superfície em cada polígono de uso e ocupação do solo. Em seguida, foi utilizado o complemento 'Group Stats' para obter os dados de temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima de cada uso e ocupação do solo. Os dados foram tratados no *software* Excel.

3. Resultados e discussão

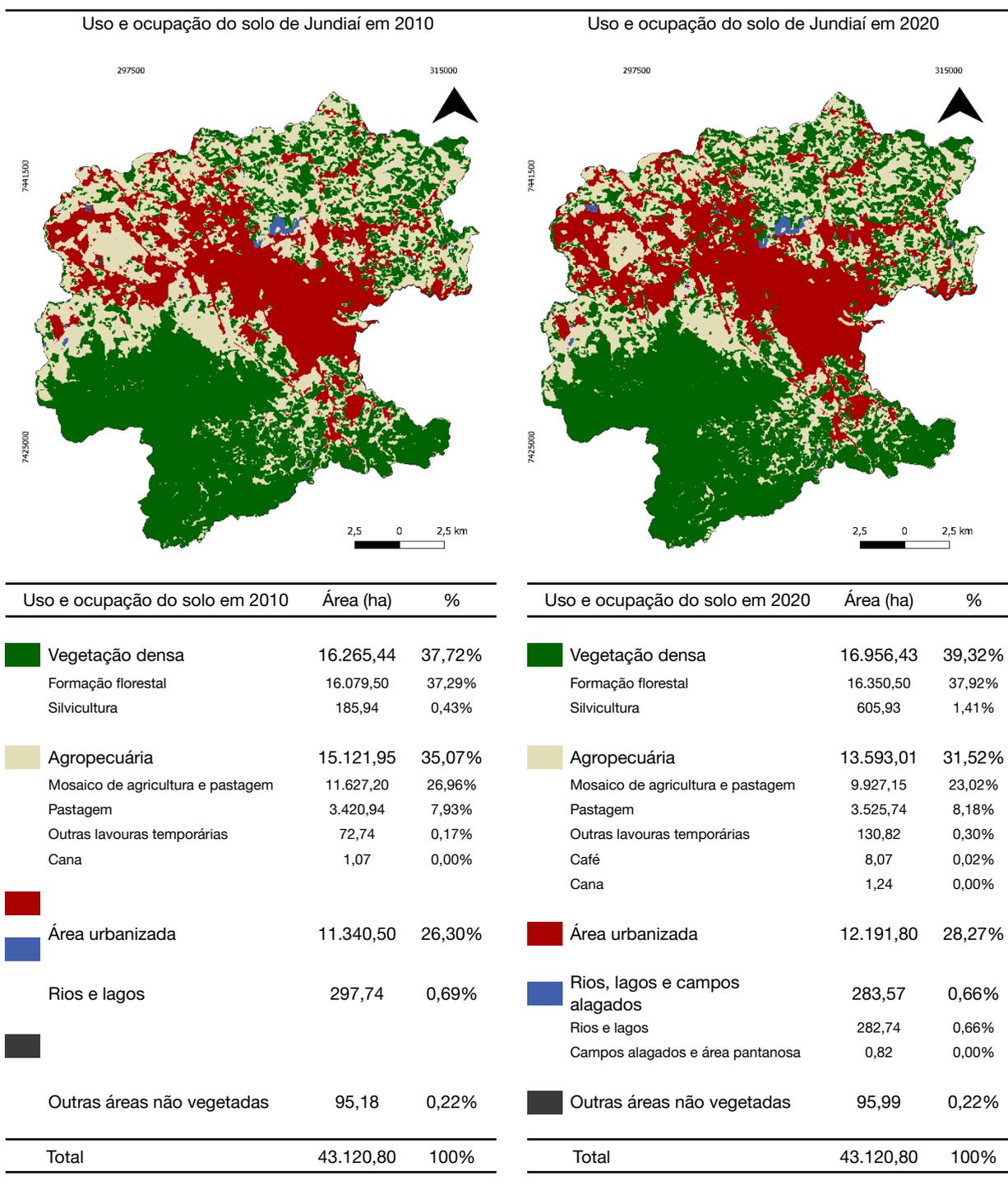
3.1. Análise do uso e ocupação do solo e temperatura de superfície

Verificou-se um aumento de 851,30 hectares de área urbanizada no município de Jundiá entre os anos de 2010 e 2020, o que representa um crescimento urbano de 1,97%. Entre os mesmos anos, a área com vegetação densa teve um aumento de aproximadamente 691 hectares, o que representa um crescimento de 1,60% (Quadro 1). Desta forma, pode-se dizer que a recuperação de áreas com vegetação densa no município de Jundiá na última década não foi maior que o crescimento urbano.

Ainda, observa-se que 60,78% destas novas áreas de vegetação densa configuram-se como áreas de silvicultura, portanto, sem formação florestal biodiversa. Neste sentido, Bobrowski e Biondi (2016) apontam que o uso de espécies variadas aumenta a biodiversidade genética, biológica e funcional nas cidades, além de determinar a estabilidade, e a resiliência do verde urbano a adversidades como: poluição, secas, ataques de pragas e patógenos.

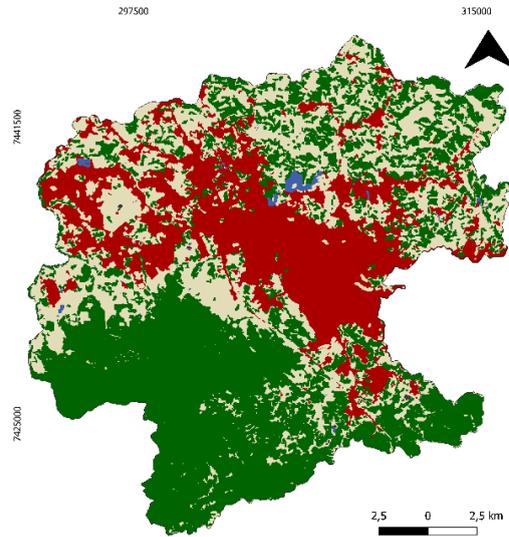
As áreas com vegetação densa representaram 39,32% do território do município em 2020 (Quadro 1). Estas áreas estão localizadas em sua maior parte na região da Serra do Japi e na zona de conservação hídrica. Poucos maciços vegetais permeiam as áreas urbanizadas. Neste sentido, Romero (2011) argumenta que a distribuição de cobertura vegetal em pequenas parcelas e de forma uniforme por toda cidade é mais eficiente para a amenização climática do que a concentração desta em poucos lugares muito grandes.

Quadro 1: Uso e ocupação do solo do município de Jundiá em 2010 e em 2020.



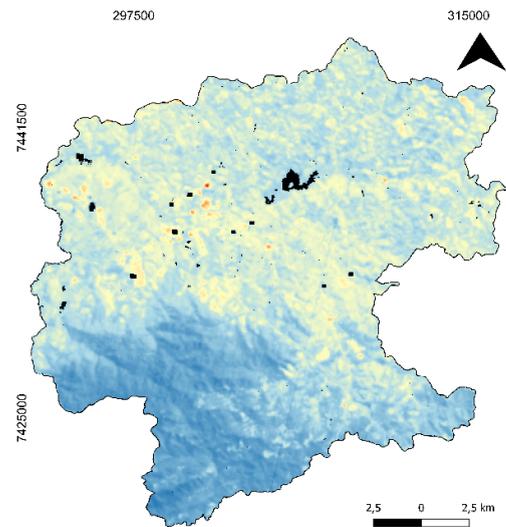
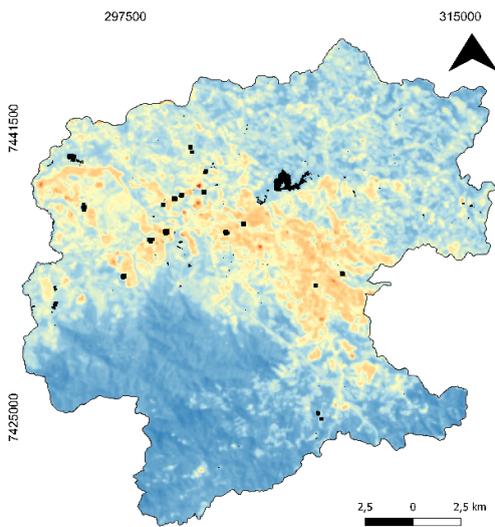
Quadro 2: Uso e ocupação do solo, temperatura de superfície no verão e no inverno de Jundiá em 2020.

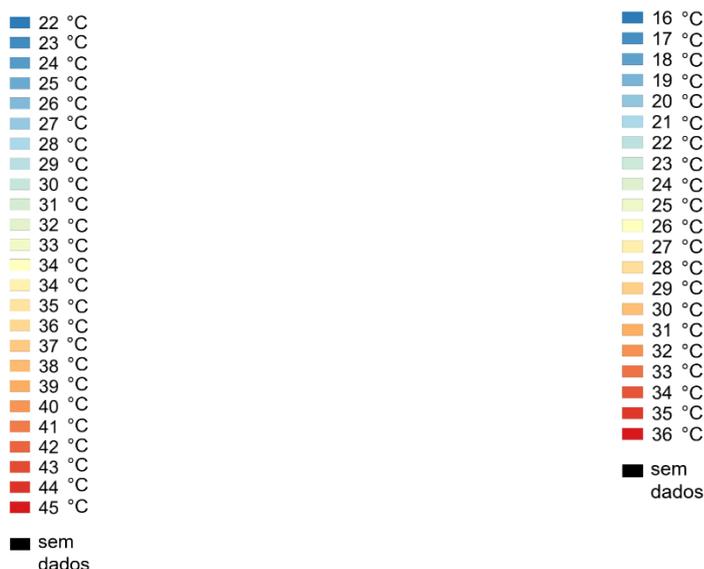
Uso e ocupação do solo de Jundiá em 2020



Temperatura de superfície em 12/03/2020 (verão)

Temperatura de superfície em 19/08/2020 (inverno)





Uso e ocupação do solo de Jundiá em 2020	Área (ha)	%	Verão (12/03/2020)			Inverno (19/08/2020)		
			T. méd. (°C)	T. mín. (°C)	T. máx. (°C)	T. méd. (°C)	T. mín. (°C)	T. máx. (°C)
Vegetação densa	16.956,43	39,32 %	27,72	22	39	21,49	16	26
Agropecuária	13.593,01	31,52 %	29,53	24	38	22,83	18	29
Área urbanizada	12.191,80	28,27 %	32,28	25	45	23,58	16	36
Rios, lagos e campos alagados	283,57	0,66%	24,01	26	38	17,25	16	27
Outras áreas não vegetadas	95,99	0,22%	30,73	26	37	22,30	19	26
Total	43.120,80	100%	29,56	22	45	22,48	16	36

Fonte: Produzido pelas autoras a partir de base de dados do Mapbiomas (2021) e do Landsat 8 processado pelo Remote Sensing Lab (2021).



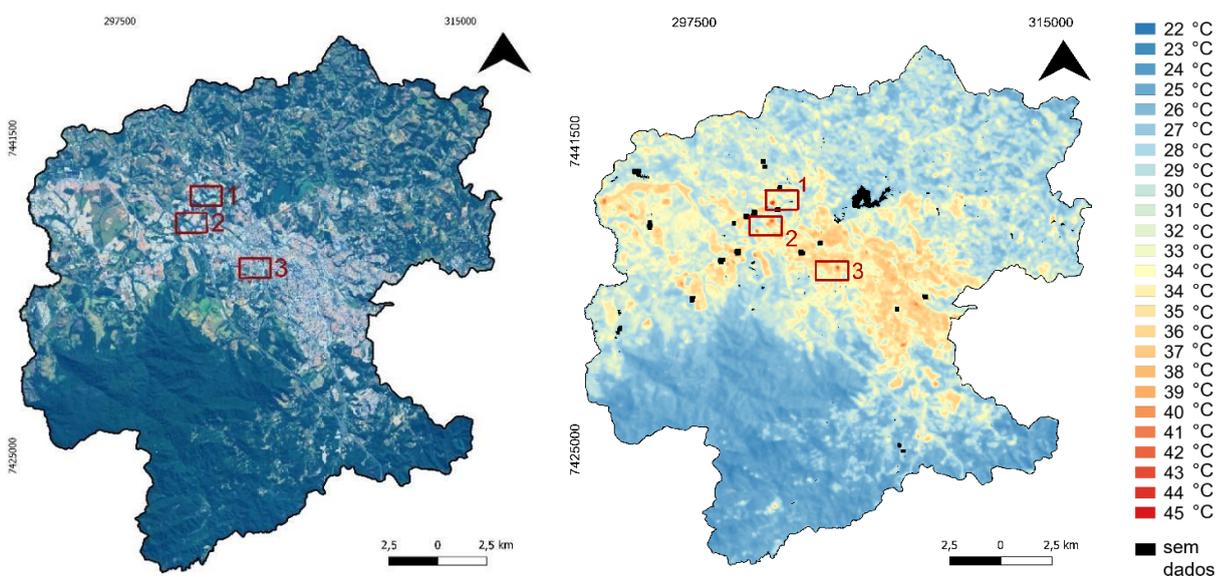
Os resultados apresentados no Quadro 2 demonstraram que a temperatura média das áreas com vegetação densa se manteve consideravelmente mais baixa do que a temperatura média das áreas urbanizadas no ano de 2020. No verão, a diferença entre a temperatura média de áreas vegetadas e de áreas urbanas foi de 4,56°C. No inverno, essa diferença foi de 2,09°C.

A disparidade entre a temperatura de superfície de áreas urbanizadas e as áreas vegetadas pode acontecer pois, conforme Romero (2021), a ocupação do solo urbano é caracterizada por uma elevada densidade edificada e por áreas de pavimentação asfaltada. A autora compreende que a presença destes elementos, por si só, pode dar origem a uma elevação na temperatura de alguns graus centígrados, já que materiais impermeáveis, como o asfalto e o concreto, fazem a água da chuva evaporar do solo rapidamente, consequentemente reduzindo o resfriamento, além de possuírem um maior grau de absorvância. Tal efeito pode ser intensificado quando associado à poluição, à redução dos espaços verdes e ao calor gerado pelas atividades humanas, como o calor liberado pela indústria e pelos veículos (OKE, 1987).

Verifica-se que as áreas com vegetação densa apresentaram maior estabilidade de temperatura ao longo de sua área quando comparadas com as áreas urbanizadas (Quadro 2). Observou-se uma variação de temperatura ao longo das áreas de vegetação densa de 17°C no verão e de 10°C no inverno. Já na área urbanizada, a diferença de temperatura ao longo da área foi de 20°C, nas duas estações observadas. A maior variação na temperatura nas áreas urbanizadas pode estar relacionada à própria variação da morfologia urbana, a diferentes graus de adensamento, de geometrias edilícias, de materiais, de porcentagens de impermeabilização do solo e de presença de vegetação.

Com o intuito de analisar localmente a relação entre o uso e ocupação do solo, a presença de vegetação e a temperatura de superfície, selecionou-se três áreas da cidade. A escolha dessas áreas foi feita a partir dos mapas de temperatura de superfície e é apresentada na Figura 4. Foram selecionadas as áreas que apresentaram os pontos com maior temperatura de superfície da cidade, tanto no inverno, quanto no verão.

Figura 4: Demarcação dos três recortes no mapa com imagem de satélite (esquerda) e no mapa de temperatura de superfície do verão (direita).



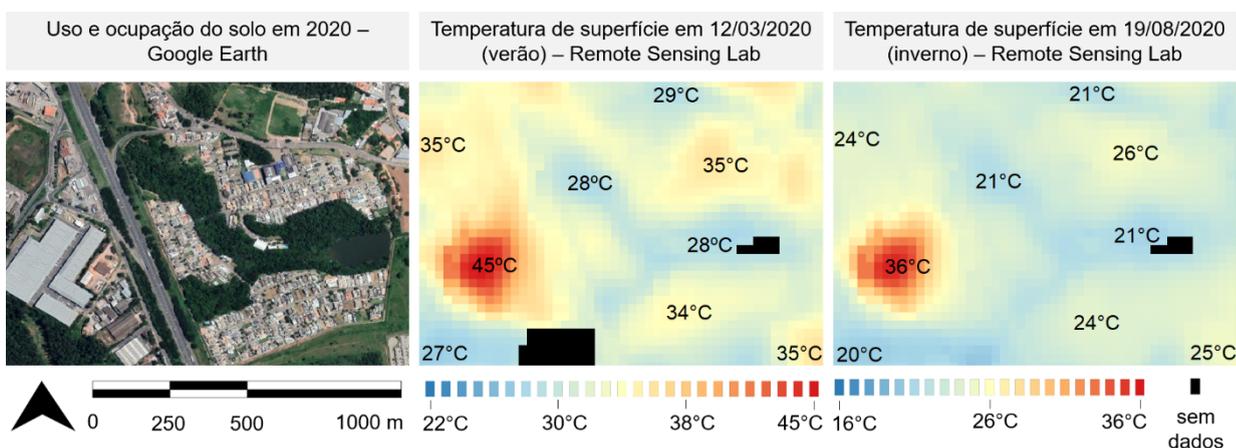
Fonte: Produzido pelas autoras a partir de bases de dados do Landsat 8 disponibilizados pelo INPE (2021) e a partir de bases de dados do Landsat 8 processado pelo Remote Sensing Lab (2021).

A área 1 apresenta a maior temperatura identificada nos mapas, com pontos que atingem até 45°C no verão (Figura 5). Na imagem do Google Earth Pro (2020) nota-se que as temperaturas mais amenas acontecem nas áreas vegetadas. O pico de alta temperatura acontece em uma área ocupada por um galpão de logística construído com elementos de concreto pré-moldado.

À leste, há o predomínio de casas, que apresentam uma ocupação densa, horizontal e com arborização escassa. Estas áreas residenciais apresentam temperaturas relativamente elevadas (máxima de 35°C no verão). À noroeste da imagem notam-se duas áreas com vegetação rasteira: uma cercada por ocupação industrial e outra cercada por vegetação e ocupação residencial. Esta diferença refletiu na temperatura, que variou de uma máxima de 35°C no verão (área cercada por ocupação industrial) a uma máxima de 29°C no verão (área cercada por vegetação e ocupação residencial).

As áreas com vegetação densa apresentaram temperatura até 18°C mais baixas do que áreas urbanizadas sem nenhum tipo de arborização (área industrial) no verão. Já no caso das áreas urbanizadas com alguma vegetação (área residencial), observa-se uma temperatura até 8°C mais elevada no verão, quando comparadas com as áreas vegetadas.

Figura 5: Área 1.

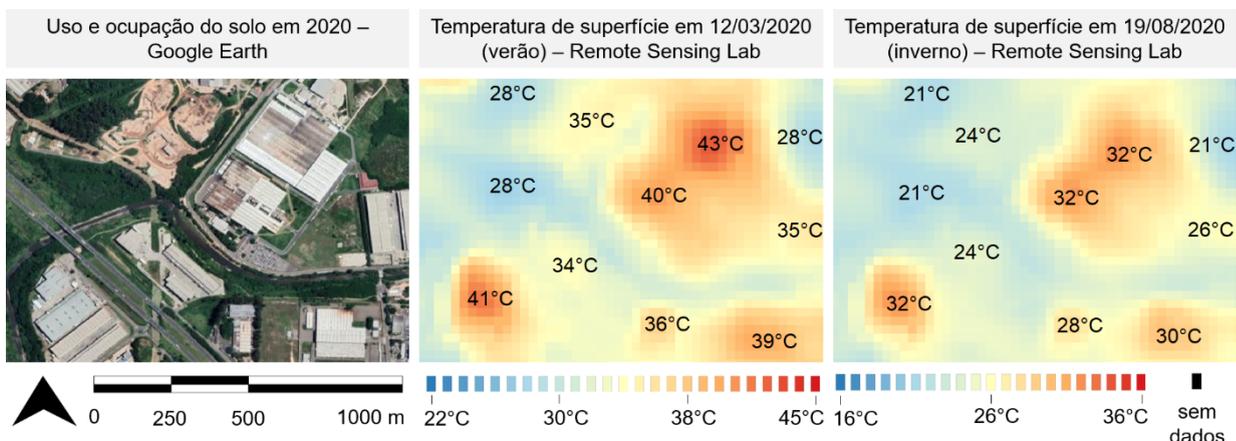


Fonte: Produzido pelas autoras a partir de imagem do Google Earth Pro (2020) e base de dados do Remote Sensing Lab (2021).

Na área 2 (Figura 6), verifica-se que os pontos com temperatura mais baixa, tanto no inverno quanto no verão, estão associados à presença de vegetação. Os pontos com as temperaturas mais elevadas nos mapas de temperatura de superfície são reflexos de uma ocupação industrial e do uso de concreto e coberturas metálicas. Estes pontos são representados por uma fábrica de louças e metais (43°C no verão), uma fábrica de argamassas e rejantes (40°C no verão), uma fábrica de eletrônicos (41°C no verão), uma fábrica de vestuários (36°C no verão) e por uma empresa de tecnologia (39°C no verão).

Nota-se que a temperatura das áreas com vegetação densa variou até 7°C entre o observado no inverno e no verão. Já as áreas com ocupação industrial apresentaram uma variação de até 11°C em sua temperatura, quando compara-se o observado no inverno e no verão. No verão, as áreas vegetadas apresentaram temperatura até 15°C mais baixas do que a temperatura apresentada pelas áreas industriais.

Figura 6: Área 2.

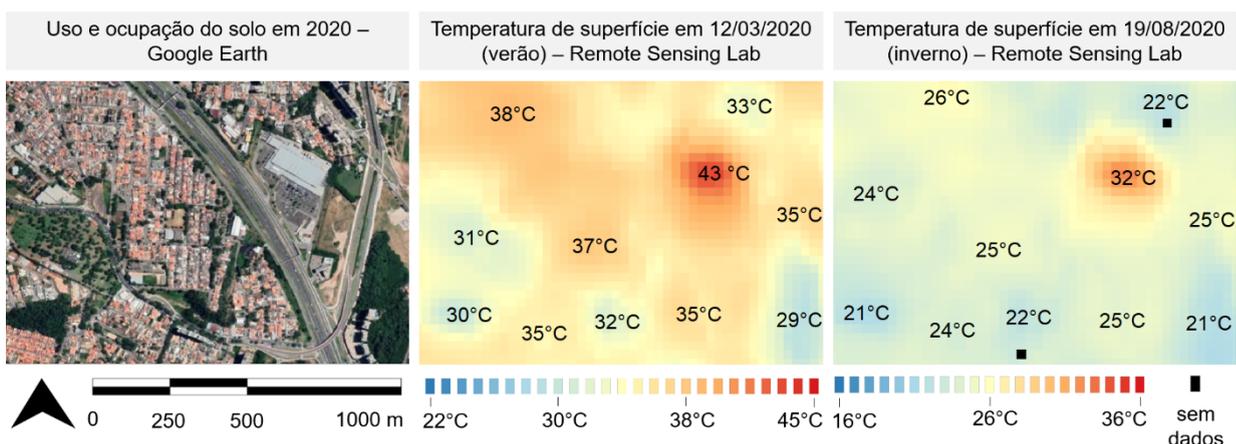


Fonte: Produzido pelas autoras a partir de imagem do Google Earth Pro (2020) e base de dados do Remote Sensing Lab (2021).

A área 3 (Figura 7) apresenta uma área que se destaca por sua elevada temperatura (43°C, no verão), associada a presença de um hipermercado, construído em concreto e cobertura metálica, cercado por um estacionamento pavimentado em asfalto e sem arborização. Observa-se que a temperatura emitida pela área do hipermercado é muito mais elevada do que a temperatura da vizinhança, predominantemente configurada por uma ocupação residencial de baixo gabarito e de alta densidade, com cobertura cerâmica e alguma arborização.

Nota-se que áreas com maior quantidade de vegetação apresentam as temperaturas mais baixas da área, sendo até 14°C menores do que a temperatura da área ocupada pelo supermercado no verão e até 9°C menores do que a temperatura observada nas áreas residenciais no verão. Tal fato demonstra como o material utilizado é capaz de proporcionar uma maior absorção de energia solar, e, consequentemente, uma maior emissão de temperatura.

Figura 7: Área 3.



Fonte: Produzido pelas autoras a partir de imagem do Google Earth Pro (2020) e base de dados do Remote Sensing Lab (2021).

Foi possível verificar que os picos de temperatura do município de Jundiá (temperaturas até 15 °C mais elevadas do que a média de temperatura da cidade no verão) relacionam-se à uma ocupação industrial ou comercial, caracterizada por edifícios com geometrias com poucas ou nenhuma abertura para facilitar a ventilação ao longo de sua massa. Além disso, os materiais empregados nesta tipologia construtiva, em geral painéis pré-moldados de concreto e cobertura metálica, estão relacionados a um maior grau de absorção. Estes materiais absorvem mais energia de acordo com a sua exposição



solar e, conseqüentemente, armazenam mais calor, o qual posteriormente é emitido para o céu, para o solo e para os elementos circundantes. Dessa forma, grande parte do calor fica retido na estrutura urbana do entorno. Além disso, o aumento de temperatura nas áreas industriais pode ser intensificado pelo próprio calor liberado pela atividade industrial ali desenvolvida.

Nas três áreas, as menores temperaturas de superfície relacionaram-se à presença de vegetação. A diferença de temperatura entre áreas com vegetação densa e áreas urbanizadas foi maior no verão do que no inverno. Essa diferença chegou a até 18°C no verão no recorte da área 1, o que evidenciou a grande influência das áreas com vegetação no conforto térmico do município. No entanto, essa vegetação, quando existente, aparece predominantemente em grande escala e de forma fragmentada. Aponta-se a falta de transição das massas de vegetação ao longo do espaço urbano, uma vez que os três recortes estudados apresentam pouca arborização nos lotes e em meio as edificações.

3.2. Análise do Plano Diretor

Verificada a influência da vegetação na estrutura térmica do município de Jundiaí, buscou-se compreender, no âmbito do Plano Diretor (JUNDIAÍ, 2019b), as políticas públicas e ferramentas previstas para a arborização urbana e para a conservação e recuperação de áreas vegetadas.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 2020) os serviços ambientais são as intervenções humanas que favorecem a conservação ou a melhoria dos ecossistemas. Os espaços verdes das cidades, tal como parques urbanos, praças e ruas arborizadas, são exemplos de infraestrutura verde gerenciados pelo homem que fornecem serviços ambientais e possuem um importante papel para o bem-estar da população, para o equilíbrio ambiental, para a conservação da biodiversidade e para a proteção dos recursos hídricos e do solo.

Nesse sentido, o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA, criado pela Lei nº 9.116, de 14 de dezembro de 2018 e incluído no Plano Diretor, tem como objetivo conceder incentivo financeiro aos agricultores de propriedades rurais produtivas para a conservação de remanescentes florestais e/ou de áreas em processo de restauração ambiental. O pagamento do benefício é limitado a 40 hectares por propriedade e o recebimento do incentivo é contínuo, podendo ser renovado a cada quatro anos desde que a área seja mantida intacta.

No entanto, o PSA não prevê aplicação para as áreas urbanas, as quais também tem potencial para produção de serviços ambientais. Conforme o IPT (2020), diferentes tipologias de infraestrutura verde e escalas de aplicação podem proporcionar múltiplas funções ecológicas, sociais e econômicas, de forma a prover serviços ambientais de diferentes categorias. Os aspectos multifuncionais e multiescala da infraestrutura verde se destinam a fortalecer as conexões entre os variados tipos de espaços verdes com a infraestrutura cinza das cidades. Outra questão de grande importância é priorizar a distribuição espacial equilibrada de infraestrutura verde nas cidades.

Hardt e Duarte (2021) apontam que existem poucos mecanismos legais de índices urbanísticos que considerem a presença de vegetação no espaço urbano intralote nas cidades brasileiras. Em geral, o que se encontra são índices de permeabilidade que não garantem, em essência, a inserção do verde nas cidades.

Esses autores estudaram o envelopamento vegetal em edificações dos setores estruturais de Curitiba – PR e dividiram as políticas de incentivo para implantação de superfícies vegetadas em quatro grupos: 1) Incentivo financeiro direto, que compreende os subsídios aplicados diretamente sobre os custos da implantação, tal como benefícios fiscais sobre produtos e serviços; 2) Incentivo financeiro indireto, tal como benefícios fiscais em impostos municipais sobre a propriedade ou o bônus de densidade construída, que permite que o proprietário do imóvel construa mais do que os parâmetros estabelecidos para a área, desde que aumente as superfícies vegetadas; 3) Medida compensatória, no qual o aumento de superfícies vegetadas pode ser utilizado como mitigação de ocupações com



potencial de impactos ambientais, nos moldes das medidas já utilizadas em estudos de impactos ambientais no Brasil; 4) Aplicação compulsória, a qual pode ocorrer por determinação de características de ocupação, uso ou localização ou por regulação por leis de uso e ocupação do solo, sendo efetiva em novas construções, apesar de não ser inviável em áreas já consolidadas (HARDT; DUARTE, 2021).

Neste sentido, o Plano Diretor de Jundiá prevê o programa de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) Verde, o qual consiste na concessão de benefícios fiscais para imóveis urbanos que adotem práticas como: manutenção de altos índices de permeabilidade e de área verde; arborização de calçadas; hortas urbanas; instalação de telhados verdes e jardins verticais; e a preservação de áreas de mata, de áreas de preservação permanente e de áreas com potencial de recuperação. No entanto, até o momento, este instrumento não foi regulamentado.

Outra ferramenta incluída no Plano Diretor é o Termo de Compromisso de Adequação Ambiental, que poderá ser firmado com pessoas físicas ou jurídicas em casos de necessidade de adequação ambiental, tais como: recuperação de áreas de preservação permanente e de áreas verdes; supressão indevida de árvores; compensação por corte arbóreo autorizado; e recuperação do ambiente degradado pelo responsável da atividade degradadora.

Além disso, a lei prevê a elaboração de um Plano Municipal Ambiental, o qual teria como objetivo promover a arborização urbana; buscar a conservação e a recuperação de remanescentes florestais de mata atlântica e de cerrado; prevenir e combater incêndios florestais; avaliar periodicamente o Plano de Manejo da Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi (Lei nº 3.672/91); e de articular-se com outros municípios para a criação de corredores ecológicos. Até o momento, o documento não foi publicado.

Em relação à gestão de áreas verdes, no Plano Diretor de Jundiá de 2019 verificam-se muitas intenções alinhadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) previstos na Agenda 2030, tais como a conservação e o reflorestamento de áreas vegetadas, a redução da degradação dos habitats naturais e da perda de biodiversidade, e a mitigação e adaptação à mudança do clima. No entanto, aponta-se para a urgência da elaboração e da regulamentação de alguns dos recursos previstos na lei, para que estas diretrizes possam de fato ser implementadas. Ademais, ao tratar do objetivo de mitigação de calor no entorno urbanizado, o Plano Diretor contribuiria com a implantação mais assertiva de infraestrutura verde se indicasse quais os arranjos de vegetação urbana trazem os melhores benefícios, do ponto de vista térmico, no contexto da cidade de Jundiá.

4. Conclusões e perspectivas

Como principais resultados verificou-se um aumento de 1,97% da área urbana do município de Jundiá entre os anos de 2010 e 2020. No mesmo período, as áreas com vegetação densa aumentaram em 1,60%, ou seja, a recuperação de áreas com vegetação densa no município de Jundiá na última década não foi tão intensa quanto o crescimento urbano. Além disso, 60,78% destas novas áreas de vegetação configuram-se como áreas de silvicultura, sem formação florestal biodiversa.

A temperatura de superfície média das áreas com vegetação foi consideravelmente mais baixa do que a temperatura de superfície média das áreas urbanizadas no ano de 2020. No verão, essa diferença foi de 4,56°C, já no inverno, foi de 2,09°C. Verificou-se que os pontos com temperaturas de superfície mais altas do município relacionam-se à ocupação por galpões industriais ou comerciais, em geral construídos em concreto e com cobertura metálica e sem arborização no seu entorno imediato. No recorte da área do município que apresentou maior temperatura de superfície no verão (45°C), verificou-se que as áreas de vegetação adjacentes apresentaram temperaturas de superfície até 18°C mais baixas. No geral, as áreas com maior presença de vegetação estiveram sujeitas às temperaturas mais baixas. Os limites das áreas construídas em direção ao rural definiram claramente o limite das



temperaturas mais elevadas.

A aplicação de infraestrutura verde de forma mais distribuída, em diferentes tipologias e escalas, poderia contribuir para uma amenização mais homogênea das temperaturas de superfície da cidade, além de facilitar a conexão entre diferentes tipos de espaços verdes. Tais medidas incluem, por exemplo, o plantio de árvores com espécies adequadas ao contexto ambiental, social, físico e climático do local, a utilização de materiais construtivos que não elevem tanto a temperatura dos ambientes, o tratamento ecológico dos espaços públicos, o incentivo à agricultura urbana, o uso de paredes e coberturas verdes e a adequada proporção entre áreas permeáveis e impermeáveis.

Embora os resultados obtidos na análise tenham corroborado com os da literatura, e indicado maiores temperaturas associadas a superfícies de materiais inertes com alta absorvidade e menores temperaturas observadas em dosséis de vegetação arbórea densa, sabe-se que esta investigação não esgota o tema. Existem limitações na utilização de imagens de satélite, através das quais só é possível observar os efeitos derivados das componentes horizontais das superfícies, mas não da ventilação, da temperatura e a umidade do ar, que também podem ser afetadas pela proximidade com diferentes superfícies. Outra limitação importante é a resolução espacial das imagens do Landsat 8, cujo tamanho real do pixel da imagem de banda termal é de 100 metros.

Em termos de legislação municipal, foram verificadas iniciativas importantes para a preservação de áreas com formação florestal, tal como a Serra do Japi; e para a proteção de áreas de preservação ambiental, tal como aquelas presentes nas áreas rurais, em áreas de nascentes e em margens de rios. No entanto, aponta-se para a importância de elaborar e regulamentar ferramentas, em esfera municipal, que promovam a arborização dos espaços com maior intensidade e homogeneidade territorial. A promoção da distribuição de cobertura vegetal em pequenas parcelas e de forma uniforme ao longo das áreas urbanas contribuiria para o aumento do conforto térmico nas áreas residenciais, e, principalmente, para a amenizar as altas temperaturas verificadas nas áreas industriais.

5. Referências

- BARBOSA, Liriane G.; DORIGON, Larissa P. Análise temporal da cobertura vegetal no município de Teresina/PI a partir da aplicação de NDVI. *In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, V CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO E XXV EXPOSICARTA, 26., 2014, Gramado. Anais*. Gramado: XXVI CBC, 2014, v. 26, p. 01-12. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/1710160-Analise-temporal-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-teresina-pi-a-partir-da-aplicacao-de-ndvi-liriane-goncalves-barbosa-1-larissa-piffer-dorigon-2.html>>. Acesso em: 31 jul. 2021.
- BOBROWSKI, Rogerio; BIONDI, Daniela. Comportamento de Índices de Diversidade na Composição da Arborização de Ruas. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 475-486, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/loram/a/jgpPj8XhBnMncwBTJtR6VjJ/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 out. 2021.
- CARDOSO, Renata dos S.; AMORIM, Margarete C. de C. T. Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 28, p. 39-64, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/90004/92794>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- FANELLI, Adriana F. Del M.; SANTOS JÚNIOR, Wilson R. dos. Jundiá (SP): Transformações recentes na paisagem urbana. **Paisagem e Ambiente**, n. 33, p. 109-126, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/90327>>. Acesso em: 26 jul. 2021.
- _____. O Aglomerado Urbano de Jundiá (SP) e os desafios para a mobilidade metropolitana paulista. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 15, n. 30, p. 461-487, 2013. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/17491/0>> Acesso em: 18 ago. 2021.



GOOGLE EARTH PRO. **Jundiaí**, 2020. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 29 out. 2021.

HAMI, Ahmad; ABDI, Babak; ZAREHAGNI, Davoud; MAULAN, Suhardi Bin. Assessing the thermal comfort effects of green spaces: A systematic review of methods, parameters, and plants' attributes. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, 2019. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/333461096_Assessing_the_thermal_comfort_effects_of_green_spaces_A_systematic_review_of_methods_parameters_and_plants'_attributes>. Acesso em: 11 abr. 2023.

HARDT, Marlos; DUARTE, Fábio. Envolvimento vegetal em cânions urbanos: análise da aplicação de superfícies vegetadas em edificações dos setores estruturais de Curitiba, Paraná. **Revista de Morfologia Urbana**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. e00152, 2021. Disponível em:

<<https://revistademorfologiaurbana.org/index.php/rmu/article/view/152/111>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

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

Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, p. 269, 2012. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

_____. Jundiaí. **Cidades IBGE**, 2021a. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jundiai/panorama>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

_____. **Downloads**, 2021b. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 29 out. 2021.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de imagens**, 2021. Disponível em:

<<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 15 dez. 2021.

IPCC – PAINEL INTRAGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Summary for Policymakers**, p. 42, 2021. *In*: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Disponível em:

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia metodológico para implantação de infraestrutura verde**. São Paulo: FIPT, p. 78, 2020. Disponível em:

<https://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=1630>. Acesso em: 17 nov. 2021.

JUNDIAÍ, Prefeitura Municipal de. A Serra do Japi. **Fundação Serra do Japi**, 2021a. Disponível em:

<<https://serradojapi.jundiai.sp.gov.br/institucional/>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

_____. Dispositivos legais e atos normativos. **Fundação Serra do Japi**, 2021b. Disponível em:

<<https://serradojapi.jundiai.sp.gov.br/institucional/leis/>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

_____. Macrozoneamento e Sistema Hídrico. **Planejamento Urbano e Meio Ambiente**, 2019a. Disponível em:

<https://jundiai.sp.gov.br/planejamento-e-meio-ambiente/wp-content/uploads/sites/15/2019/11/lei-9-321_2019-mapa-01_macrozoneamento-e-sistema-hidrico-1.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

_____. Plano Diretor do Município de Jundiaí: Lei nº 9.321 de 11 de novembro de 2019.

Planejamento e Meio Ambiente, 2019b. Disponível em:

<<https://planodiretor.jundiai.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/LEI-9.321.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2021.

JUSTI, Ana C. A., NOGUEIRA, Marta C. de J. A., SANTOS, Flávia M. de M., MUSIS, Carlo R. de, NOGUEIRA, José de S. Impacto da morfologia de parque urbano no microclima e no conforto térmico



de Cuiabá – Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, p. 20-38, 2019. Disponível em:
<<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/58644/37753>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

LABAKI, Lucila C., SANTOS, Rozely F. dos, BUENO-BARTHOLOMEI, Caroline L., ABREU, Loyde V. de. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/260591709_Vegetacao_e_conforto_termico_em_espacos_urbanos_abertos>. Acesso em: 22 jun. 2021.

MACHADO, Fernando H., FENGLER, Felipe H., MEDEIROS, Gerson A. de. Políticas públicas e proteção ambiental: Análise das medidas legais aplicáveis a uma bacia hidrográfica paulista. **Veredas do Direito**, v. 16, n. 35, p. 349-383, 2019. Disponível em:
<<http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1386>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

MAPBIOMAS. **Coleções Mapbiomas**, 2021. Disponível em:
<https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 29 out. 2021.

MORAKINYO, Tobi E.; LAI, Alan; LAU, Kevin K.; NG, Edward. Thermal benefits of vertical greening in a high-density city: Case study of Hong Kong. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 37, p. 42-55, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866717305551>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

NORONHA, Elias O.; HESPANHOL, Rosangela A. de M. O espaço periurbano no município de Jundiá – SP: Características e tendências atuais. **Revista Formação**, v. 1, n. 15, p. 85-96, 2018. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/326679422_O_ESPACO_PERIURBANO_NO_MUNICIPIO_DE_JUNDIAI-SP_CHARACTERISTICAS_E_TENDENCIAS_ATUAIS>. Acesso em: 29 jul. 2021.

OKE, Tim. **Boundary Layer Climates**. 2ª Ed. Londres: Routledge, p. 460, 1987. Disponível em:
<https://www.academia.edu/16752781/T_R_Oke_Boundary_Layer_Climates_1988_PDF>. Acesso em: 23 jun. 2021.

OLIVEIRA, Ylana L. M. de; CALIXTER, Abner L. Conforto térmico em áreas urbanas: Simulação do microclima na Praça da Liberdade em Teresina-PI. **Paranoá**, Brasília, n. 30, 2021. Disponível em:
<<https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/34914/29625>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Mais de 90% da população brasileira viverá em cidades em 2030. **Onu News**, 17 de out. de 2016. Disponível em:
<<https://news.un.org/pt/story/2016/10/1566241-mais-de-90-da-populacao-brasileira-vivera-em-cidades-em-2030>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

PRADELLA, Décio L. P.; BUENO, Laura M. de M. Expansão urbana em unidade de conservação de uso sustentável: conflitos entre a política local e o interesse regional. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 33, p. 35-48, 2017. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/321711325_Expansao_Urbana_em_Unidade_de_Conservacao_de_Uso_Sustentavel_conflitos_entre_a_politica_local_e_o_interesse_regional>. Acesso em: 17 ago. 2021.

REMOTE SENSING LAB. **Landsat Land Surface Temperature**, 2021. Disponível em:
<http://rslab.gr/downloads_LandsatLST.html>. Acesso em: 29 out. 2021.

ROMERO, Marta A. B. **Arquitetura do lugar**: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília. São Paulo: Nova Técnica Editorial, 2011. 164 p.

ROMERO, Marta A. B. **Estratégias bioclimáticas de reabilitação ambiental adaptadas ao projeto**. Brasília: UnB, 2021. 69 p.



SÃO PAULO, Governo do Estado de. Mapa Paulista da gestão documental e acesso à informação. **Arquivo Público**, 2021. Disponível em:
<http://www.arquivoestado.sp.gov.br/site/gestao/municipios/mapa_paulista>. Acesso em: 29 out. 2021.

UNHABITAT – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ASSENTAMENTOS HUMANOS. **World Cities Report 2020**, p. 418, 2020. Disponível em:
<https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2021.

ZÖLCH, Teresa; MADERSPACHER, Johannes; WAMSLER, Christine; PAULEIT, Stephan. Using green infrastructure for urban climate-proofing: Na evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 20, p. 305-316, 2016. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866716301686>>. Acesso em: 11 abr. 2023.



Corine Armagne Rosenberger

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Paraná (2019), especialização em Planejamento Urbano e Gestão Ambiental de Cidades pela Universidade Castelo Branco (2020) e especialização em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília (2021). Atua como tutora de pós-graduação da Faculdade Unyleya, na disciplina de Acessibilidade e Mobilidade Urbana. Tem interesse por pesquisas relacionadas à urbanismo sustentável, clima urbano e resiliência urbana.

Contribuição de coautoria: Concepção, Curadoria de dados, Análise, Visualização, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição.

Daniela Rocha Werneck

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa (2007) e mestrado pela Universidade de Brasília. Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília na linha de pesquisa sustentabilidade, qualidade e eficiência do ambiente construído. Atuou como professora substituta na graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (2021), nas disciplinas de Projeto de Edifícios em Altura e Projeto Paisagístico 2. Desenvolve pesquisas na área de clima urbano e arquitetura bioclimática com ênfase na forma urbana e vegetação. Pesquisadora vinculada ao Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo da FAU-UnB (LASUS).

Contribuição de coautoria: Concepção, Curadoria de dados, Análise, Supervisão, Redação – revisão e edição.

Caio Molina

Possui graduação em Engenharia Eletrônica (2015) e graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária (2021) pelo Centro Universitário Padre Anchieta. Experiência como analista ambiental na indústria química, atuando nas áreas de gerenciamento de licenças ambientais, sistemas de gestão ambiental (SGA), legislação ambiental e saúde e segurança do trabalho. Atua também como analista de geoprocessamento no Projeto Olhos da Serra em Jundiaí - SP, auxiliando na elaboração de relatórios e pesquisas relacionadas à análise de dados geoespaciais, com foco na conservação de florestas. Atualmente é conselheiro suplente do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) do município de Jundiaí pelo Centro de Orientação Ambiental Terra Integrada (COATI).

Contribuição de coautoria: Curadoria de dados, Análise.

Editores responsáveis: Caio Silva, Teresa Santos e Paula Rabelo.