

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E QUANTIFICAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL EM CURITIBA (PARANÁ, BRASIL)

Spatial Distribution and Quantification of Vegetation Cover in the City of Curitiba (Paraná, Brazil)

Distribución Espacial y Cuantificación de la Cobertura Vegetal en Curitiba (Paraná, Brasil)

Victor Hugo Martinez¹ 

João Carlos Nucci² 

Laura Freire Estêvez³ 

RESUMO

A cobertura vegetal no espaço urbano se faz necessária, uma vez que é um dos principais elementos para a manutenção das funções da natureza (serviços ecossistêmicos) nas cidades. Foram realizados o mapeamento, a quantificação e análise da distribuição espacial da cobertura vegetal no município de Curitiba/PR, com base na classificação de imagem *PlanetScope*, com validação de concordância de 93% para acurácia global e 0,90 para o coeficiente Kappa. As análises constataram que 32,5% da área do município apresenta cobertura vegetal e que apenas 28% dessa cobertura vegetal encontra-se no interior de parques e bosques municipais e unidades de conservação. Além disso, foi constatado o valor de 79,9 m² de cobertura vegetal por habitante. Os bairros centrais apresentaram os menores índices de cobertura vegetal, enquanto os bairros das regiões norte, noroeste, oeste e sul do município registraram os maiores índices. O tamanho médio dos fragmentos de vegetação foi de 0,31 ha. Concluiu-se que a cobertura vegetal do município de Curitiba encontra-se desprotegida, mal distribuída e fragmentada, condições que prejudicam a conservação da natureza e sua utilização pelos cidadãos.

Palavras-chave: Cobertura da terra; Unidades de Conservação; Planejamento da paisagem.

ABSTRACT

The vegetation cover in urban areas is necessary as it is one of the key elements for maintaining the functions of nature, known as ecosystem services, in cities. In this study, mapping, quantification, and analysis of the spatial distribution of vegetation cover were conducted in the municipality of Curitiba, Paraná. PlanetScope image classification was used, achieving a validation agreement of 93% for overall accuracy and a Kappa coefficient of 0.90. The results revealed that approximately 32.5% of the municipality's area has vegetation cover, with only 28% of this cover located in urban parks and conservation units. Additionally, a value of 79.9 square meters of vegetation cover per inhabitant was found. Central neighborhoods exhibited the lowest levels of vegetation cover, while neighborhoods in the north, northwest, west, and south regions of the municipality recorded the highest levels. The average size of vegetation fragments was 0.31 hectares. These findings highlight that the vegetation cover in Curitiba is unprotected, poorly distributed, and fragmented, which hinders both nature conservation and the utilization of these areas by citizens.

Keywords: Land cover; Protected areas; Landscape planning.

¹ Geógrafo. Mestrando no Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

E-mail: victormartinez.vhm@gmail.com

² Doutor em Geografia. Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná (DGEOG-UFPR). **E-mail:** jcnucci@gmail.com

³ Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). **E-mail:** laurafreire.geo@gmail.com

RESUMEN

La cobertura vegetal en el espacio urbano es necesaria, ya que es uno de los principales elementos para mantener las funciones de la naturaleza (servicios ecosistémicos) en las ciudades. Se realizó el mapeo, la cuantificación y el análisis de la distribución espacial de la cobertura vegetal en el municipio de Curitiba/PR, con base en la clasificación de imágenes PlanetScope, con una validación de acuerdo del 93% para la precisión global y 0,90 para el coeficiente Kappa. Los análisis revelaron que el 32,5% del área del municipio presenta cobertura vegetal y que solo el 28% de esta cobertura vegetal se encuentra dentro de parques, bosques municipales y áreas de conservación. Además, se constató un valor de 79,1 m² de cobertura vegetal por habitante. Los barrios centrales presentaron los menores índices de cobertura vegetal, mientras que los barrios de las regiones norte, noroeste, oeste y sur del municipio registraron los mayores índices. El tamaño promedio de los fragmentos de vegetación fue de 0,31 hectáreas. Se concluyó que la cobertura vegetal del municipio de Curitiba se encuentra desprotegida, mal distribuida y fragmentada, lo que perjudica la conservación de la naturaleza y su uso por parte de los ciudadanos.

Palabras-clave: Cobertura de la tierra; Unidades de Conservación; Planeamiento del paisaje.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas vêm alterando constantemente o uso e a cobertura da terra, substituindo principalmente a cobertura vegetal original por áreas de uso agropecuário no meio rural e solo impermeável no meio urbano. Esse intenso processo de ocupação e expansão territorial é responsável pela diminuição e fragmentação da cobertura vegetal, implicando em perdas das funções da natureza ou ecossistêmicas (De Groot, 1992; De Groot; Wilson; Boumans, 2002).

A vegetação no meio urbano é importante por manter as funções da natureza na cidade, que dizem respeito à manutenção da qualidade ambiental (Nucci, 2008). Diversos benefícios podem ser listados, como o equilíbrio e conforto térmico, combatendo o efeito das ilhas de calor e também da poluição atmosférica e sequestro de gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono (Ayoade, 1996; Lombardo, 1985); redução na intensidade de enchentes por oferecerem solo permeável para infiltração da água e diminuição do escoamento superficial (Tucci, 2007); recarga de aquíferos (Brechtel, 1980); refúgio e abrigo à biodiversidade (Silva; Magalhães, 1993); estabilização do solo a processos erosivos por enraizamento e fixação de vegetação (Gray; Sotir, 1996); atenuação da poluição sonora (Zannin; Ferreira; Szeremetta, 2006) e redução na intensidade dos ventos (Zanlorenzi, 2015).

Além disso, a vegetação nas cidades pode colaborar na melhoria do bem-estar e da saúde física e psicológica da população ao experimentar a natureza profundamente, utilizando todos os sentidos do corpo humano, conforme a técnica do *shinrin-yoku* (banho de floresta), conceito japonês criado oficialmente em 1982, que consiste em uma imersão na floresta, percebendo os aromas, os sons, a sensação na pele, tocando e observando a paisagem vegetada (Li *et al.*, 2010). Estar em contato com a natureza traz benefícios à saúde humana e pode ocorrer em qualquer ambiente

natural, mas o ideal é que as caminhadas ocorram em um ambiente arborizado e com a mínima intrusão de aspectos urbanos como o som e a poluição de veículos (Li *et al.*, 2010), daí a importância de se considerar não somente a distribuição espacial, bem como os tamanhos dos fragmentos de vegetação.

Devido à industrialização e à modernização agrícola, Curitiba, capital do estado do Paraná, passou por uma dinâmica de expansão urbana que recebeu imigrantes europeus a partir do final do século XIX e início do século XX e, a partir da década de 1950, também vem recebendo migrantes do interior do Paraná e de todo o país (Souza, 2001). Este fenômeno demográfico-espacial vem contribuindo ativamente para as mudanças de uso e de cobertura da terra do município, ocasionando em diminuição de sua área ocupada por vegetação (Grise; Biondi; Araku, 2016). Entretanto, o município é promovido como a capital ecológica, apresentando um índice de 70 m² de cobertura vegetal por habitante (Curitiba, 2022).

Nesse contexto, o primeiro objetivo da pesquisa foi mapear, quantificar e analisar a distribuição espacial da cobertura vegetal no município de Curitiba/PR, tornando possível visualizar, por meio de um gradiente, quais bairros possuem os maiores e menores índices de vegetação. A partir disso, o segundo objetivo foi fazer uma correlação da distribuição da vegetação com os parques e bosques municipais, bem como com as Unidades de Conservação (UCs) municipais e estaduais presentes no município, já que esses espaços apresentariam melhores possibilidades de proteção da vegetação. Também foi analisado o grau de fragmentação da cobertura vegetal no contexto das possibilidades de conservação da natureza e de uso da população.

A pesquisa se insere na teoria do Planejamento da Paisagem que trata, entre outros, da salvaguarda da capacidade funcional dos ecossistemas e da forma das paisagens de um modo sustentável e duradouro, em áreas urbanizadas ou não, como partes fundamentais para a vida humana, desenvolvendo e protegendo, em áreas urbanas, os espaços livres de edificação do impacto visual, dos ruídos e da poluição para fornecer a oportunidade de contato contemplativo e recreativo na natureza (Haaren; Galler; Ott, 2008; Kiemstedt *et al.*, 1998).

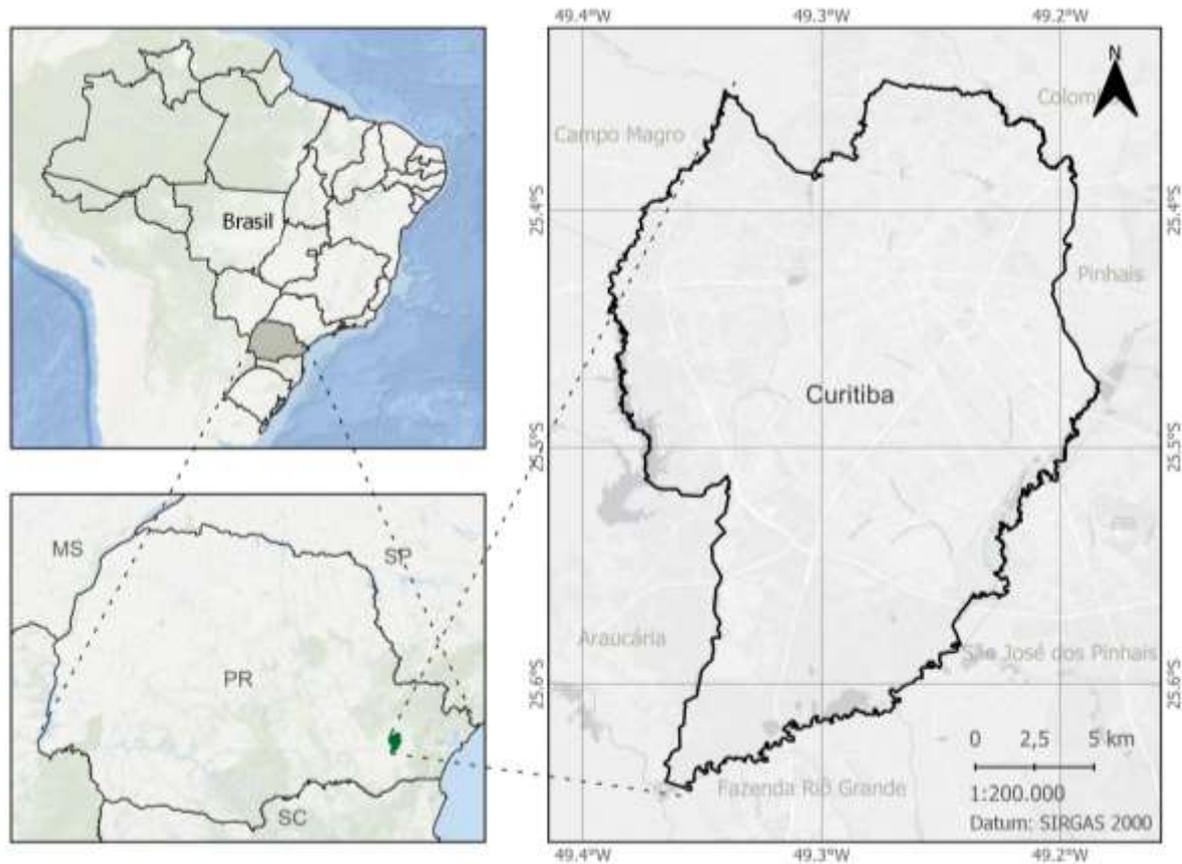
MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Curitiba, capital do Estado do Paraná, conta com uma área territorial de 434,87 km², possui uma população de 1.773.733 habitantes e densidade demográfica de 4.078,76 hab./km², de acordo com Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023).

Localizado no centro-sul do primeiro planalto paranaense, o município de Curitiba (Figura 1) se encontra a uma altitude média de 945 metros e desfruta de um clima subtropical. Seu relevo

é caracterizado por colinas (IPPUC, [2016]) e originalmente era coberto por vegetação de campos limpos, capões e matas ciliares com árvores de araucária (Maack, 1950, 2002). A cidade possui uma extensão de 13 milhões e 899 mil m² de áreas verdes, resultando em um índice de áreas verdes (IAV) de 70 m² por habitante (Curitiba, 2022).

Figura 1 - Localização do município de Curitiba.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A fim de quantificar a cobertura vegetal do município de Curitiba, foi realizada a classificação de uso e cobertura da terra, a partir de imagens de satélite, no *software* QGIS, versão 3.16. Foi utilizado o *Semi-Automatic Classification Plugin* versão 7.10.10 (Congedo, 2021) com o método Máxima Verossimilhança, a partir de seleção de amostras de três classes: cobertura vegetal (herbácea, arbustiva ou arbórea), corpos d'água e área não vegetada (área construída e solo exposto).

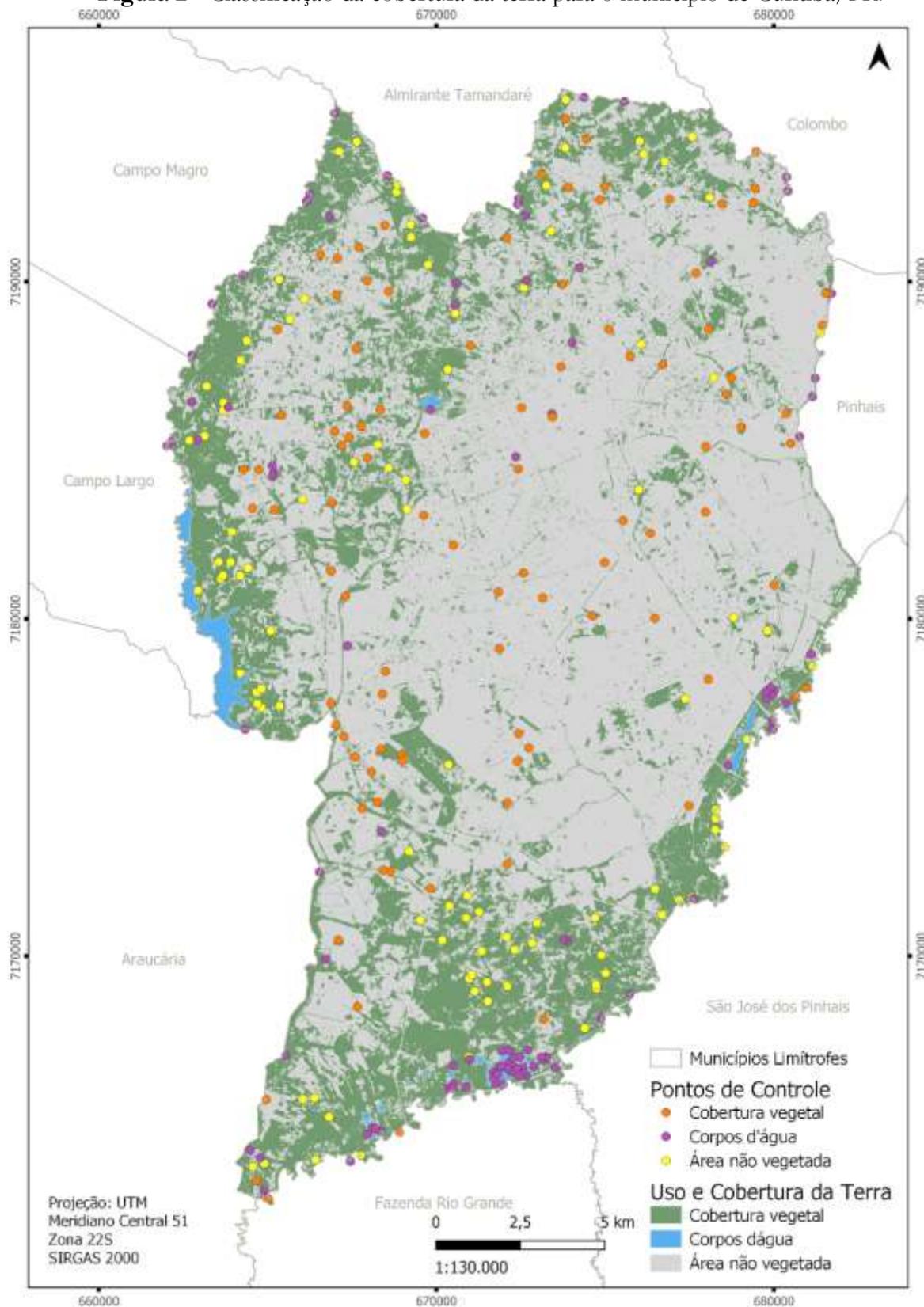
As imagens⁴ utilizadas foram do Sensor *PlanetScope*, Instrumento *SuperDove* (PSB.SD), de 30 de dezembro de 2022, resolução espacial de 3 metros por pixel, de 4 bandas multiespectrais, cobertura de nuvem 0%.

Para avaliar a acurácia do classificador na geração das três classes, foi realizada a validação dos dados através da seleção de 300 pontos aleatórios (Figura 2), 100 para cada classe, dentro da área de estudo. Para cada um desses pontos, foi feita a análise por interpretação visual de imagens de altíssima resolução disponíveis no Google Earth, haja visto que por questões de recurso a checagem in loco dos 300 pontos seria inviável. Com este levantamento, foi gerada a matriz de confusão e utilizados os coeficientes de exatidão global e o índice Kappa, sugerido por Brites (1996) como um dos procedimentos para mensurar a exatidão da classificação, cujos valores variam de 0 a 1, onde mais próximo de 1 sugere uma classificação mais eficiente.

⁴ ID das imagens: 20221230_130458_06_248c, 20221230_130500_37_248c, 20221230_130502_69_248c, 20221230_130127_65_2461



Figura 2 - Classificação da cobertura da terra para o município de Curitiba/PR.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Após a classificação, foram conduzidas duas análises espaciais: uma utilizando os bairros do município (IPPUC, 2018), para compreender a distribuição espacial da vegetação, e outra, utilizando os parques e bosques municipais, e as unidades de conservação municipais (IPPUC, 2019, 2023) e estaduais (IAT, 2021) para verificar o quanto da cobertura vegetal está protegida por legislação, ou seja, localizada dentro destes espaços.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à validação de concordância da classificação, a exatidão global foi de 93% e o coeficiente Kappa foi 0,90 (Quadro 1), considerado excelente, de acordo com o grau de concordância proposto por Congalton e Green (1999). Entretanto, a validação apresentou resultados melhores para as classes de cobertura vegetal e água em relação à classe de área construída/solo exposto, com coeficientes Kappa individuais de 0,96, 0,96 e 0,77, respectivamente. De um total de 300 amostras, 20 foram classificadas erroneamente.

Quadro 1 - Índices de validação da classificação

	Cobertura Vegetal	Corpos d'água	Área não vegetada	Total
Cobertura Vegetal	98	0	2	100
Corpos d'água	0	98	2	100
Área não vegetada	14	2	84	100
Total	112	100	88	300
Kappa individual	0,96 (Excelente)	0,96 (Excelente)	0,77 (Muito bom)	
Kappa	0,90 (Excelente)			
Exatidão global	93%			

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A área total do município de Curitiba, de acordo com o arquivo vetorial do Instituto Água e Terra (IAT, 2021), órgão estadual responsável pela delimitação dos limites municipais, é de 43.487,34 ha. A classificação da cobertura da terra identificou que 14.165,69 ha são de cobertura vegetal, ou seja, 32,5% da área do município, perfazendo um índice de 79,9 m² de cobertura vegetal por habitante, considerando a população de 2022 (IBGE, 2023) de 1.773.733 pessoas.

Os valores encontrados se mostraram acima de outros levantamentos realizados para o município (Quadro 2). Pode-se entender que esse resultado se deu pelo fato do método aqui empregado ter considerado cobertura vegetal todos portes de vegetação, seja herbáceas, arbustivas ou arbóreas e que o recenseamento da população mais recente constatou que a população de Curitiba tem quase 200 mil habitantes a menos do que era estimado em 2022.

Quadro 2 - Levantamentos da cobertura vegetal realizados para o município de Curitiba-PR.

Órgão responsável	Ano	Áreas verdes (%)	Áreas verdes (m ² /Hab.)	Obs.
SMMA e FUPEF	1987	15,06%	50,15	Levantamento global da cobertura vegetal
PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (SMMA)	1992	13,56%	---	Mapeamento dos maciços florestais
HARDT	1994	13,73%	---	Utilizando dados de 1990
MIGUEZ	2000	17,97%	49,02	Considerados apenas os maciços florestais acima de 100m ²
PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (SMMA)	2022	---	70,00	Levantamento global da cobertura vegetal

Fonte: FUPEF e Curitiba (1987); Miguez (1994, 2000); Curitiba (2022), organizado pelos autores, 2023.

Importante salientar que o título na coluna “áreas verdes” do quadro 2 não diz respeito tão somente a parques, bosques e praças, mas sim a cobertura vegetal representada na forma de maciços florestais, o que inclui também áreas de uso privado e agrupamentos menores de árvores dispersas pelo município.

No mapeamento realizado por Miguez (1994, 2000), considerou-se maciço vegetal um aglomerado de árvores, de qualquer espécie, com área acima de 100 metros quadrados.

Esses levantamentos foram realizados por interpretação de fotografias aéreas, entretanto, em mapeamento feito com imagens geradas pelo satélite GeoEye, com resolução espacial de 50 centímetros, finalizado em dezembro de 2011, cada habitante da capital paranaense passou a contar com 64,5m² de área verde (Curitiba, 2012).

No levantamento feito por Miguez (2000), após a obtenção do percentual de maciços vegetais, foi realizada a classificação dessas áreas, com a presença de Mata nativa com araucária (70,22%); Mata nativa sem araucária (14,04%); Mata secundária em regeneração - capoeira (3,46%); Bracatingal (2,95%); Reflorestamento (6,58%); Mata ciliar (2,75%). Apesar do baixo percentual de

maciços vegetais (17,97% da área total do município), grande parte dos maciços (70,22%) apresentam-se ocupados por mata de araucária (Floresta Ombrófila Mista).

Grise, Biondi e Araki (2016) realizaram para Curitiba um levantamento de toda a cobertura vegetal da cidade, com base em imagens do satélite GeoEye-1, de janeiro de 2010, bandas do visível e infravermelho próximo, resolução espacial de 0,5 m (pixel de 0,25m²), e concluíram que a floresta urbana de Curitiba corresponde a 43,69% da área total do município.

Curitiba, em seu mais recente levantamento, registrou 70 m² de vegetação por habitante. Para este fim, o levantamento do município considerou “as centenas de milhares de árvores de rua, outras centenas de Bosques Nativos Relevantes” de propriedade da prefeitura e particular (Curitiba, 2022). O valor divulgado está próximo ao encontrado nesta pesquisa, de 79,5 m² por habitante, o que demonstra similaridade na metodologia empregada. Há de considerar também o fato de que da divulgação do Censo 2022, que contou com cerca de 200 mil habitantes a menos do que a estimativa do IBGE para o ano de 2021, dados que foram utilizados pela Prefeitura para a realização do índice, assim, justificando a diferença de quase 10 m².

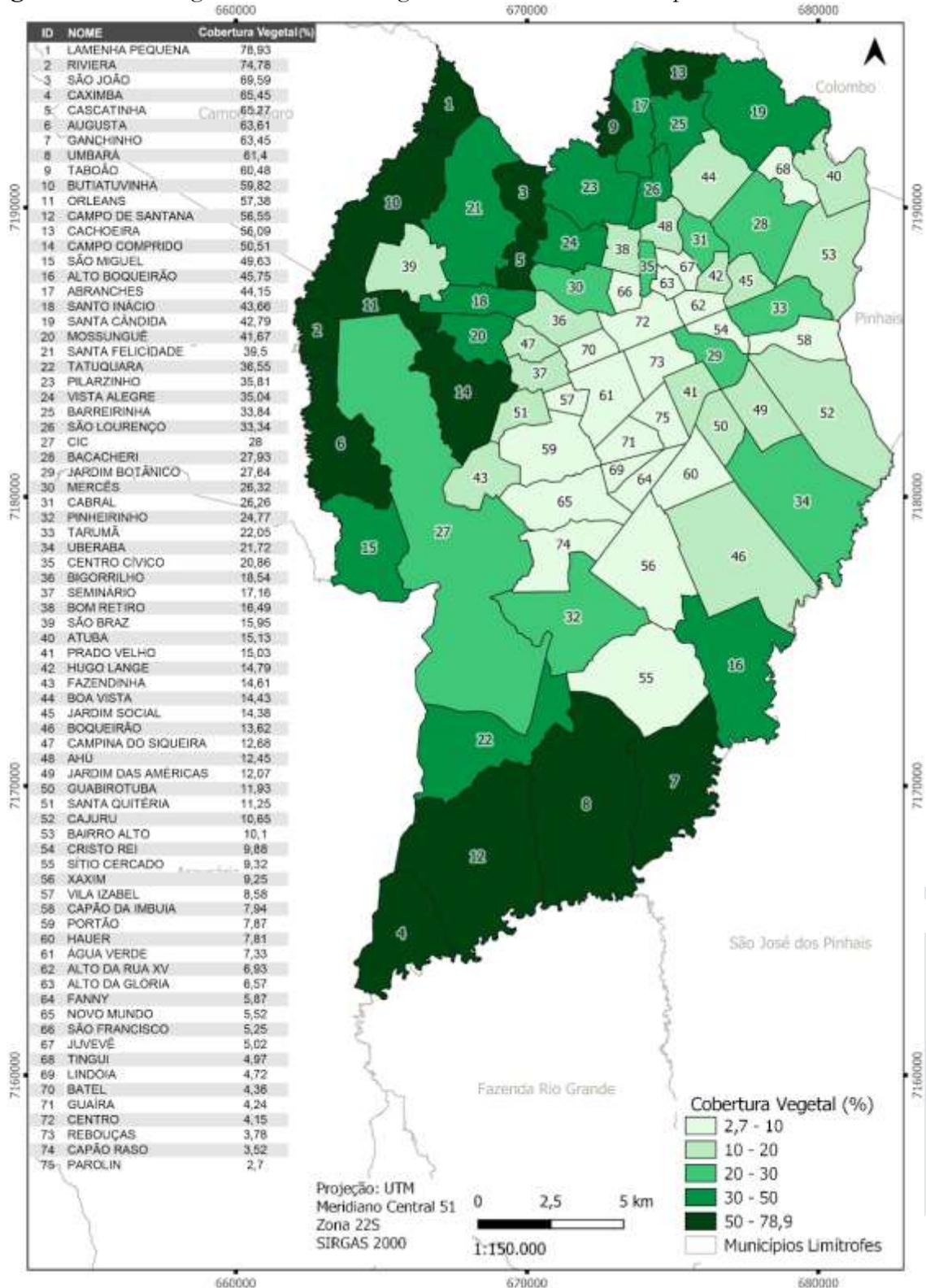
Sobre esses indicadores salienta-se que não se pretende aqui discutir se esses índices de cobertura vegetal para Curitiba são suficientes ou não e, ainda, se informam com confiabilidade irrestrita a realidade do cenário ambiental curitibano (Geissler, 2004), já que os índices variam de acordo com o método utilizado na coleta dos dados e, nesse caso, recomenda-se, para uma discussão sobre a viabilidade dessas comparações a leitura de Rocha e Nucci (2018).

Além disso, esses índices isolados podem esconder a realidade da cobertura vegetal no município, uma vez que apresentam apenas um valor absoluto, enquanto não revelam que esta vegetação pode estar mal distribuída espacialmente e desprotegida, condições que prejudicam a conservação da natureza e sua utilização pelos cidadãos.

Todavia, esses levantamentos executam uma importante função de monitoramento temporal da vegetação no município e servem de subsídios para a tomada de decisão dos poderes públicos e de participação popular no planejamento. Por exemplo, Vieira e Biondi (2008), em um estudo comparativo entre 1986 e 2004, com base em imagens Landsat (30 m de resolução), concluíram que a cobertura vegetal de Curitiba passou de 39% para 30% da área total do município, dados que entram em confronto com as estimativas de aumento da cobertura vegetal veiculados pela prefeitura de Curitiba, como apontado por Grise, Biondi e Araki (2016).

Um outro estudo comparativo também pode ser feito dentro do próprio município, analisando a distribuição espacial da cobertura vegetal por bairro, revelando visualmente quais bairros possuem os maiores e menores índices de cobertura vegetal (Figura 3).

Figura 3 - Porcentagem de cobertura vegetal dos bairros no município de Curitiba/PR.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Foi possível observar que a maior parte da cobertura vegetal se concentra nos bairros espacialmente periféricos, principalmente, nas regiões norte, noroeste, oeste e sul do município, e em contraponto, que os bairros mais centrais são os que apresentam os menores índices de vegetação. Vale ressaltar que por mais que a vegetação esteja concentrada em determinada região, não significa necessariamente que esta população tenha mais acesso, pois alguns destes espaços podem ser RPPNs, ou outras áreas não públicas.

Os resultados registraram um percentual mínimo de 2,7% para o bairro Parolin, 3,5% para o bairro Capão Raso, e ainda abaixo de 5% para os bairros Rebouças, Centro, Guaíra, Batel, Lindóia e Tingui. Já para os gradientes mais altos, o bairro com maior cobertura vegetal foi o Lamenha Pequena, com 78,9%, seguido por Riviera e São João, 74,8% e 69,6%, respectivamente. O quadro 3 apresenta os bairros de Curitiba e sua respectiva área coberta por vegetação, em ordem crescente.

Quadro 3 - Porcentagem de cobertura vegetal por bairros de Curitiba-PR

Índice	ID	Bairro	Cobertura Vegetal (%)	ID	Bairro	Cobertura Vegetal (%)
2,7 a 10	75	PAROLIN	2,7	64	FANNY	5,87
	74	CAPÃO RASO	3,52	63	ALTO DA GLÓRIA	6,57
	73	REBOUÇAS	3,78	62	ALTO DA RUA XV	6,93
	72	CENTRO	4,15	61	ÁGUA VERDE	7,33
	71	GUAÍRA	4,24	60	HAUER	7,81
	70	BATEL	4,38	59	PORTÃO	7,87
	69	LINDÓIA	4,72	58	CAPÃO DA IMBUIA	7,94
	68	TINGUI	4,97	57	VILA IZABEL	8,58
	67	JUVEVÊ	5,02	56	XAXIM	9,25
	66	SÃO FRANCISCO	5,25	55	SÍTIO CERCADO	9,32
65	NOVO MUNDO	5,52	54	CRISTO REI	9,88	
10 a 20	53	BAIRRO ALTO	10,1	44	BOA VISTA	14,43
	52	CAJURU	10,65	43	FAZENDINHA	14,61
	51	SANTA QUITÉRIA	11,25	42	HUGO LANGE	14,79
	50	GUABIROTUBA	11,93	41	PRADO VELHO	15,03

	49	JARDIM DAS AMÉRICAS	12,07	40	ATUBA	15,13
	48	AHÚ	12,45	39	SÃO BRAZ	15,95
	47	CAMPINA DO SIQUEIRA	12,68	38	BOM RETIRO	16,49
	46	BOQUEIRÃO	13,62	37	SEMINÁRIO	17,16
	45	JARDIM SOCIAL	14,38	36	BIGORRILHO	18,54
20 a 30	35	CENTRO CÍVICO	20,86	30	MERCÊS	26,32
	34	UBERABA	21,72	29	JARDIM BOTÂNICO	27,64
	33	TARUMÃ	22,05	28	BACACHERI	27,93
	32	PINHEIRINHO	24,77	27	CIDADE INDUSTRIAL DE CURITIBA	28
	31	CABRAL	26,26			
30 a 50	26	SÃO LOURENÇO	33,34	20	MOSSUNGUÊ	41,67
	25	BARREIRINHA	33,84	19	SANTA CÂNDIDA	42,79
	24	VISTA ALEGRE	35,04	18	SANTO INÁCIO	43,66
	23	PILARZINHO	35,81	17	ABRANCHES	44,15
	22	TATUQUARA	36,55	16	ALTO BOQUEIRÃO	45,75
	21	SANTA FELICIDADE	39,5	15	SÃO MIGUEL	49,63
50 a 78,9	14	CAMPO COMPRIDO	50,51	7	GANCHINHO	63,45
	13	CACHOEIRA	56,09	6	AUGUSTA	63,61
	12	CAMPO DE SANTANA	56,55	5	CASCATINHA	65,27
	11	ORLEANS	57,38	4	CAXIMBA	65,45
	10	BUTIATUVINHA	59,82	3	SÃO JOÃO	69,59
	9	TABOÃO	60,48	2	RIVIERA	74,78
	8	UMBARÁ	61,4	1	LAMENHA PEQUENA	78,93

Fonte: Os autores (2023). Org.: os autores, 2023.

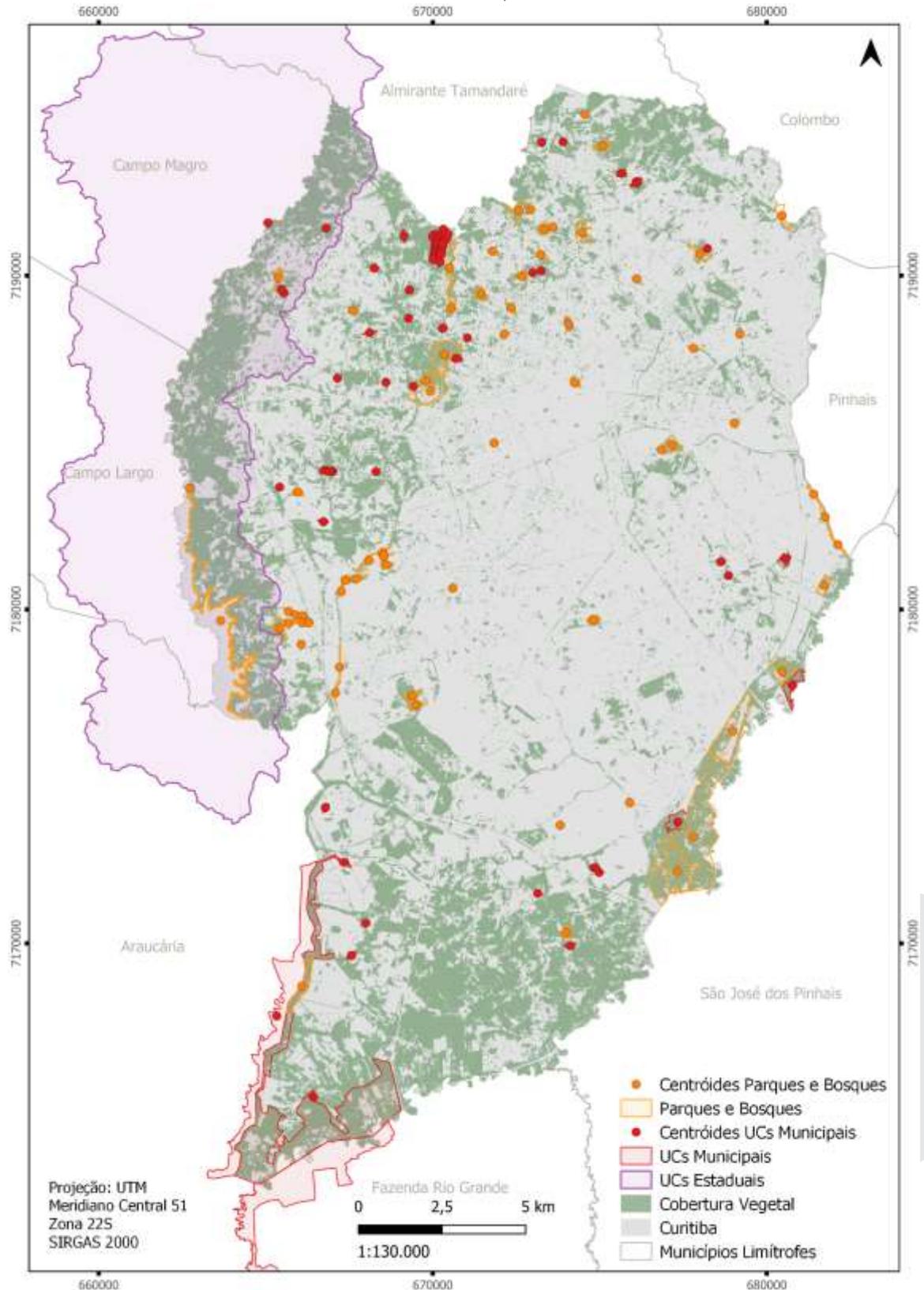
Esse padrão da distribuição da cobertura vegetal pode ser compreendido devido à expansão urbana de Curitiba, que de acordo com o IPPUC (2012), teve início a partir dos bairros Centro, São Francisco e Centro Cívico, a área mais urbanamente consolidada da cidade, seguindo para o entorno, para os bairros Alto da Glória, Alto da Rua XV, Rebouças, e assim por diante. Cabe destacar ainda o bairro Jardim Botânico, que apresenta um gradiente diferente dos bairros do seu entorno, justamente por conter o Jardim Botânico de Curitiba e um dos Campi da Universidade Federal do Paraná.

A população residente nos bairros com menos de 5% de cobertura vegetal se encontra destituída das possibilidades de aproveitar os benefícios da vegetação devido ao distanciamento das residências em relação aos fragmentos de vegetação. Para Coles e Bussey (2000) a população urbana deveria residir a uma distância de 100 a 400 m de fragmentos de vegetação, distância que pode ser percorrida em uma caminhada de 6 a 8 minutos.

Além dessas questões, é preciso verificar se esses espaços com vegetação permitem o uso público. Grise, Biondi e Araki (2016) afirmam que apesar de Curitiba possuir quase metade de sua área coberta por vegetação, a que estaria disponível para uso direto da população seria de apenas 10% por estarem em área de domínio público.

Além dessa questão, é importante identificar as condições de proteção da cobertura vegetal e, para tanto, a mesma foi qualificada em relação aos parques, bosques e unidades de conservação (Figura 4). Foram utilizadas as Unidades de Conservação Estaduais (IAT, 2021): Área de Proteção Ambiental (APA) do Passaúna e o Parque Estadual João Paulo II; e Municipais (IPPUC, 2021, 2023): 57 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), 3 Refúgios da Vida Silvestre, 2 Estações Ecológicas, 10 Bosques da Conservação da Biodiversidade Urbana (BCBU) e 52 bosques e parques municipais, estes, não classificados como unidades de conservação.

Figura 4 - Cobertura vegetal, parques e bosques municipais e Unidades de Conservação em Curitiba/PR.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A análise quantitativa da distribuição da cobertura vegetal nos parques, bosques e Unidades de Conservação municipais e estaduais em Curitiba pode ser realizada com base no quadro 4.

Quadro 4 - Área dos parques, bosques e Unidades de Conservação de Curitiba/PR cobertos por vegetação

Tipo do espaço	Quantidade	Área total (ha)	Cobertura Vegetal (área)	
			(ha)	(%)
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (municipal)	57	76,39	75,59	98,95
Refúgio da vida silvestre (municipal)	3	799,76	633,65	79,23
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana (BCBU) (municipal)	10	21,6	19,48	90,19
Estação Ecológica (municipal)	2	50	47,64	95,28
Parques e Bosques (municipais)	52	1.216,81	690,43	56,74
Área de Proteção Ambiental do Passaúna (estadual)	1	3.844,57 ⁵	2.359,39	61,37
Parque Estadual João Paulo II (Bosque do Papa)	1	4,52	4,41	97,57
Total	126	5.898,44	3.998,37,0	67,79

Fontes: IAT (2021), IPPUC (2019) e autores (2023). **Org.:** os autores, 2023.

A cobertura vegetal total para o município, encontrada na pesquisa, foi de 14.165,69 ha, ou seja, 32,5% da área total de Curitiba, sendo que deste montante, apenas 3.998,37 ha (28,2%) estão protegidos por parques e bosques e unidades de conservação. Destes, 1.466,79 ha, 10,3% em parques e bosques e UCs municipais, e 2.363,8 ha, 16,7% em UCs estaduais. Essa situação é preocupante na medida em que a cobertura vegetal fora das áreas protegidas estaria correndo um maior risco de ser suprimida.

⁵ Área total dentro do município de Curitiba, e não a área total da UC, que se estende para os municípios limítrofes, como apresentado na Figura 4.

Há uma diferença na soma das áreas de cobertura vegetal entre UCs municipais e estaduais devido a sobreposição de alguns espaços, como parques municipais e RPPNs sobrepondo a APA Estadual do Passaúna, e o Parque Estadual João Paulo II sobrepondo o Bosque do Papa, como é possível ser visualizado na Figura 4.

Destaca-se, no quadro 4, a importância das RPPNs municipais que se encontram em grande número e bem recobertas por vegetação, apesar de sua pequena área total e de serem de domínio privado, o que dificulta ou impossibilita o uso direto por parte da população. Em maior número e ocupando a maior área em relação às outras unidades municipais, estão os parques e bosques municipais que, apesar de serem de uso público, apresentam apenas 56,7%, em média, ocupados por cobertura vegetal.

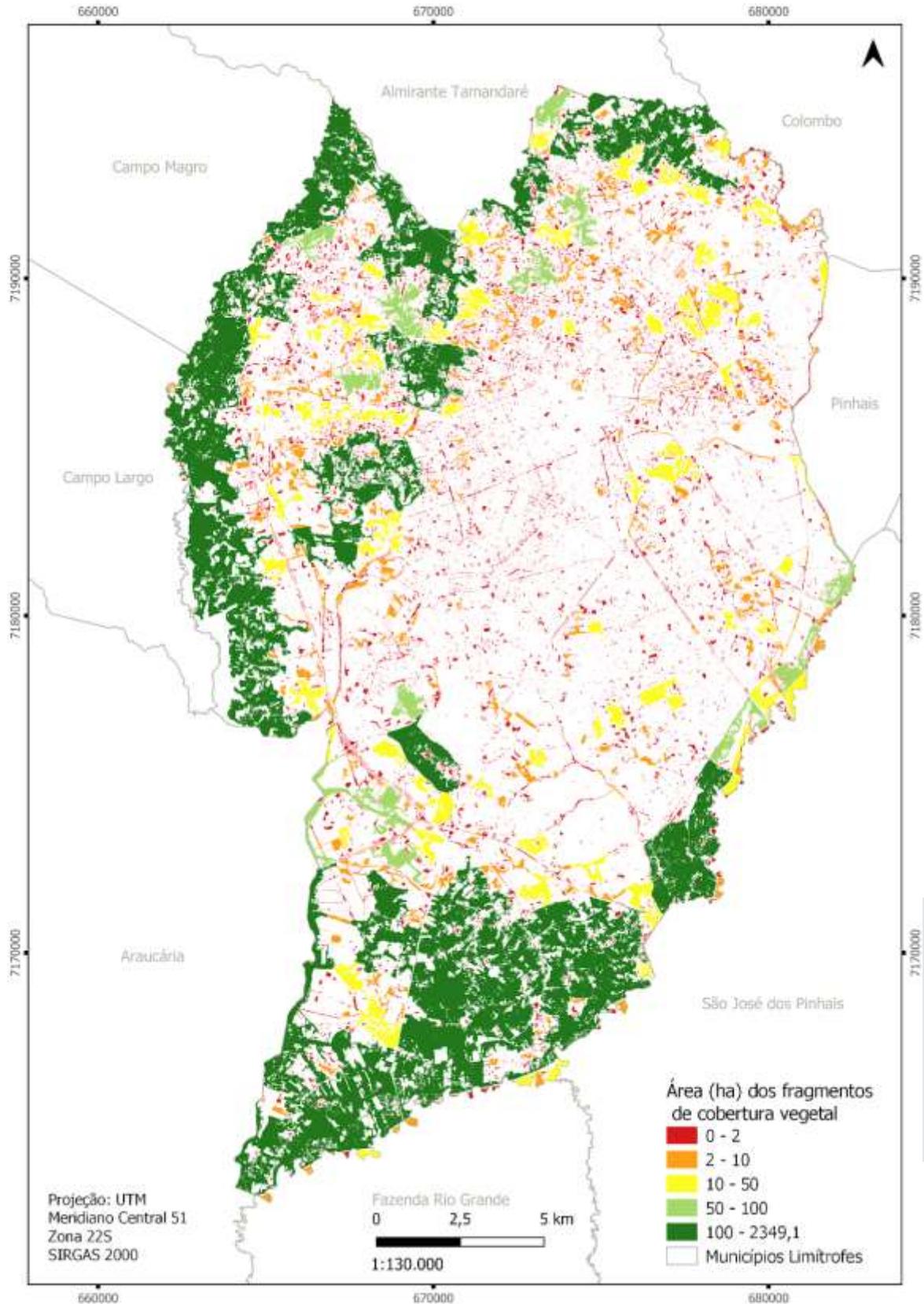
Para Grise, Biondi e Araki (2016), dos 43,69% do município cobertos por vegetação, 8,98% estão em área pública e 34,70% se encontram em áreas particulares. Os autores afirmam ainda que apesar da já existente legislação é imperativo que o poder público assuma cada vez mais a responsabilidade sobre toda a cobertura vegetal urbana.

No caso da fragmentação da cobertura vegetal do município de Curitiba, obteve-se o valor de 0,31 ha como o tamanho médio dos fragmentos. Na figura 5 é possível observar que os maiores fragmentos de vegetação, com área entre 100 e 2.300 hectares, estão localizados nas regiões oeste, na APA do Passaúna, e ao sul do município, porém, em maioria, encontram-se fora de UCs.

Para a atividade de inserção na natureza conhecida como banho de floresta (Li *et al.*, 2010), Coles e Bussey (2000) definem algumas características necessárias e relativas a qualidade das áreas de florestas em ambiente urbano, e uma delas seria a de possuir área superior a 20.000 m² (2 hectares), o que forneceria um ambiente arborizado e com a mínima intrusão de aspectos urbanos como o som e a poluição de veículos, ideal para os benefícios à saúde humana das caminhadas em contato com a natureza. Portanto, pode-se dizer que fragmentos de florestas acima de 2 ha conseguem apresentar efetividade para a prática do banho de floresta.

Na cidade a conservação da natureza envolve também a preservação de comunidades silvestres devido a sua importância para a população de um contato direto com os elementos do ambiente natural (Kunick; Schneider, 1980; Sukopp; Weiler, 1986), contribuindo para uma melhor qualidade ambiental e, portanto, para a saúde ambiental e melhores condições humanas. Nesse contexto, a fragmentação das áreas originalmente contínuas de vegetação pode acarretar problemas relacionados com a conservação da natureza (Calegari *et al.*, 2010). Por exemplo, a riqueza e a abundância na ocorrência de certas espécies de pássaros estão relacionadas com o tamanho do fragmento (Robbins; Dawson; Dowell, 1989), quanto maior a fragmento de floresta, maior a abundância de espécies.

Figura 5 - Fragmentos de cobertura vegetal em Curitiba/PR.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Com base na Figura 5, pode-se constatar que a região central do município é predominantemente composta por fragmentos de vegetação pequenos, com dimensões de até 10 hectares. Essa paisagem fragmentada apresenta desafios para a conservação da natureza e limita as oportunidades para que as pessoas possam desfrutar de atividades como o banho de floresta e um contato mais isolado com a natureza.

Algumas áreas, como o extremo norte-noroeste do município, eram originalmente ocupadas por Mata de Araucária contínua, nesses casos, os problemas para a conservação da biodiversidade oriundos da fragmentação dessas matas merecem uma investigação mais aprofundada, principalmente por esses fragmentos de vegetação ocuparem uma unidade de conservação, a APA do Passaúna, e abrigarem várias nascentes de rios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises constataram que, aproximadamente, 32,5% do município de Curitiba está coberto por vegetação, seja ela arbórea, arbustiva ou herbácea, dos quais apenas 28%, ou seja, 9,2% da área total do município, se encontram relativamente protegidos dentro de parques, bosques ou unidades de conservação.

O índice de cobertura vegetal para todo o município encontrado na pesquisa foi de 79,9 m²/hab., para a população de 2022 de acordo com o Censo IBGE (2023), valor acima de outras pesquisas realizadas anteriormente, justificado pela metodologia, que levou em consideração todos os portes de vegetação e, também, pela estimativa supervalorizada de quase 200 mil habitantes realizado para o município Curitiba em levantamento anterior ao Censo mais recente do IBGE. Contudo, deve ser considerado que por mais que este valor pareça elevado quando comparado a outras metodologias ou outros recortes espaciais, ele não revela a distribuição desigual da vegetação no espaço urbano.

Constatou-se, que os bairros centrais do município possuem um baixíssimo gradiente de cobertura vegetal, menos do que 5%, enquanto os bairros das regiões norte, noroeste, oeste e sul apresentam os maiores índices. A população dos bairros menos vegetados pode encontrar dificuldades para o aproveitamento das funções da natureza, como o banho de floresta, devido ao distanciamento das residências em relação aos fragmentos de vegetação.

Verificou-se ainda que o tamanho médio de 0,31 ha para os fragmentos de vegetação representa um alto grau de fragmentação da cobertura vegetal. Os maiores fragmentos estão localizados ao sul e a oeste do município, na APA do Passaúna. A região central apresenta fragmentos pequenos, prejudicando a conservação da natureza e dificultando o uso da população,

por exemplo com a técnica do banho de floresta, ocasionando falta de possibilidades para aumento do bem-estar e saúde em geral do cidadão.

Os indicadores de cobertura vegetal dependem do método utilizado na coleta e no tratamento dos dados, sendo assim, eles não devem ser divulgados separadamente desses procedimentos. Os estudos comparativos, em relação ao tempo utilizando-se o mesmo método, ou da distribuição espacial da vegetação dentro dos municípios, apresentam dados que geram menos conflitos.

Com essa premissa, conclui-se sobre a importância dos estudos sobre a cobertura vegetal urbana, sua conceituação, quantificação e mapeamento, no monitoramento das condições ambientais, tomadas de decisão dos poderes públicos e participação popular no desenvolvimento municipal.

REFERÊNCIAS

AYOADE, John O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BRECHTEL, Horst M. Influence of vegetation and land-use on vaporization and ground-water recharge in West Berlin. **Urban Ecology**, Berlim, v. 8, n. 12, p. 209-216, 1980.

BRITES, Ricardo S. **Verificação de exatidão em classificação de imagens digitais orbitais: efeito de diferentes estratégias de amostragem e avaliação de índices de exatidão**. 1996. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Curso de Ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CALEGARI, Leandro; MARTINS, Sebastião Venâncio; GLERIANI, José Marinaldo; SILVA, Elias; BUSATO, Luiz Carlos. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/hwRNSWLHDPKNxFtStDbngcL/?lang=pt>. Acesso em: 29 jul. 2022.

COLES, Richard W.; BUSSEY, Shelagh C. Urban forest landscapes in the UK – progressing the social agenda. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 52, n. 2-3, p. 181–188, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204600001328>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CONGALTON, Russell G.; GREEN, Kass. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. Nova York, Boca Raton: Lewis Publishers, 1999.

CONGEDO, Luca. Semi-automatic classification plugin: a python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. **Journal of Open Source Software**, United States, v. 6, n. 64, p. 3172, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21105/joss.03172>. Acesso em: 12 set. 2023.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Índice de área verde passa para 64,5 m² por habitante.**

Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, 2012. Disponível em:

<https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/indice-de-area-verde-passa-para-645-m2-por-habitante/25525>. Acesso em: 30 set. 2022.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Maciços florestais:** novo mapa revela aumento de áreas verdes na cidade. Curitiba: Prefeitura Municipal, 2011. Disponível em:

<https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/novo-mapa-revela-aumento-de-areas-verdes-na-cidade/25193>. Acesso em: 17 out. 2022.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Os números da Curitiba verde.** Curitiba: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2022. Disponível em:

<https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/os-numeros-da-curitiba-verde/3319>. Acesso em: 24 jun. 2023.

DE GROOT, Rudolf S. **Functions of nature:** evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Amsterdam: Wolters-Noordhoff BV, 1992.

DE GROOT, Rudolf S.; WILSON, Matthew A.; BOUMANS, Roelo M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800902000897>. Acesso em: 22 maio 2022.

FUPEF - FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ; CURITIBA.

Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Mapeamento das áreas verdes do município de Curitiba – PR.** Curitiba: FUPEF: SMMA, 1987.

GEISSLER, Helenne J. **Análise de critérios para localização de áreas verdes urbanas de Curitiba-PR.** Estudo de caso: Bosque do Papa e Parque Barigui. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

GRAY, Donald H.; SOTIR, Robbin B. **Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization:** a practical guide for erosion control. New York: John Wiley & Sons, 1996.

GRISE, Mayssa M.; BIONDI, Daniela; ARAKI, Hideo. A floresta urbana da cidade de Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 46, n. 4, p. 425-438, 2016. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/42212>. Acesso em: 2 ago. 2022.

HAAREN, Christina von, GALLER, Carolin; OTT, Sthepan. **Landscape planning.** The basis of sustainable landscape development. Leipzig: German: Bundesamt für Naturschutz; Garbsen: Gebrüder Klingenberg GmbH, 2008. Disponível em: www.bfn.de. Acesso em: 3 jul. 2022.

IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Dados e informações geoespaciais temáticos.**

Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-e-Informacoes-Geoespaciais-Tematicos>. Acesso em: 29 jul. 2021.

IBGE. **Censo demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA.

Dados geográficos. Curitiba: IPPUC, 2018. Disponível em:

<https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>. Acesso em: 28 jul. 2023.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA.

Dados geográficos. Curitiba: IPPUC, 2019. Disponível em:
<https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>. Acesso em: 28 jul. 2023.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA.

Dados geográficos. Curitiba: IPPUC, 2023. Disponível em:
<https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>. Acesso em: 28 jul. 2023.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA.

Curitiba em dados. Curitiba: IPPUC, [2016]. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA.

Evolução da ocupação urbana. Curitiba: IPPUC, 2012. Disponível em:
https://ippuc.org.br/mapas/arquivos/documentos/D353/D353_007_BR.pdf. Acesso em: 16 ago. 2021.

KIEMSTEDT, H.; von HAAREN, Christine; MÖNNECKE, M.; OTT, S. **Landscape Planning.** Contents and Procedures. Bonn: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 1998.

LI, Qing; KOBAYASHY, Masayuki; INAGAKI, Hidehiko; LI, Yj; HIRATA, Kunio; SHIMIZU, Tadamichi. A day trip to a forest park increases human natural killer activity and the expression of anti-cancer proteins in male subjects. **Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents.** Porto, PT, v. 24, n. 2, p. 157-165, 2010. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20487629/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

LOMBARDO, Magda A. **Ilha de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

MAACK, Reinhard. **Geografia física do estado do Paraná.** Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MAACK, Reinhard. **Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná.** Escala 1:750.000. Curitiba: Serviço de Geologia e Petrografia, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio, 1950.

MIGUEZ, Luís Alberto L. **Mapeamento e monitoramento dos maciços vegetais do município de Curitiba – PR.** 2000. Monografia (Especialização em Administração, Monitoramento e Controle da Qualidade de Vida Urbana) – Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, PR, 2000.

MIGUEZ, Luís Alberto L. **Monitoramento da cobertura vegetal arbórea do município de Curitiba – PR.** Curitiba: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1994. Documento interno.

NUCCI, João Carlos. **Qualidade ambiental e adensamento urbano:** um estudo de Ecologia e Planejamento da Paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2. ed. Curitiba: Edição do Autor, 2008. Disponível em: <https://tgpusp.files.wordpress.com/2018/05/qualidade-ambiental-e-adensamento-urbano-nucci-2008.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

ROBBINS, Chandler S.; DAWSON, Deanna K.; DOWELL, Barbara A. Habitat area requirements of breeding forest birds of the middle Atlantic states. **Wildlife Society**, Bethesda, MD, n. 103, p. 3-34, Jul. 1989.

ROCHA, Maria Fernanda V.; NUCCI, João Carlos. Índices de vegetação e competição entre cidades. **GEOSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, SP, v. 22, p. 641-655, 2018. Disponível em: <http://https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/133554>. Acesso em: 24 ago. 2021.

SILVA, Ricardo S.; MAGALHÃES, Horus. Ecotécnicas urbanas. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 7, p. 33-42, 1993.

SOUZA, Nelson R. Planejamento urbano em Curitiba: Saber técnico, classificação dos cidadãos e partilha da cidade. **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, PR, v. 16, p. 107-122, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsocp/a/TQZkqQLHX5sFv49JBv96Sfj/?lang=pt>. Acesso em: 5 jun. 2022.

SUKOPP, Herbert; KUNICK, Wolfram; SCHNEIDER, Conrad. Biotopkartierung im besiedelten Bereich von Berlin (West): Teil II: Zur Methodik von Geländearbeit. **Garten und Landschaft**, Munich, Alemanha, DE, v. 80, n. 7, p. 565-569, 1980.

SUKOPP, Herbert; WEILER, Sabine. Biotopkartierung im besiedelten Bereich der Bundesrepublik Deutschland. **Landschaft + Stadt**, Gartenkunst (Berlin), v. 18, p. 25-38, 1986.

TUCCI, Carlos. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

VIEIRA, Carolina H. S. D.; BIONDI, Daniela. A dinâmica da cobertura vegetal na paisagem de Curitiba, PR. In: TERRA, Carlos G.; ANDRADE, Rubens de (org.). **Interfaces entre tempo e espaço na construção da paisagem Sul-Americana**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008. (Coleção Paisagens Culturais, v. 2.

ZANLORENZI, Helena C. P. **Áreas verdes e conforto térmico: o papel da vegetação no controle dos ventos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-28102015-172517/>. Acesso em: 15 ago. 2021.

ZANNIN, Paulo Henrique T.; FERREIRA, Andressa Maria C.; SZEREMETTA, Bani. Evaluation of noise pollution in urban parks. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 118, p. 423-433, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-006-1506-6>. Acesso em: 15 jul. 2022.

Recebido em: 01 de agosto de 2023
Aceito em: 29 de setembro de 2023