

# Geoprocessamento aplicado na avaliação das áreas verdes urbanas de Medianeira – PR<sup>1</sup>

Diana Cordeiro<sup>2</sup>

Vanderlei Leopold Magalhães<sup>3</sup>

Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi<sup>4</sup>

**Resumo:** Este estudo apresenta a importância das áreas verdes tanto para a preservação ambiental, quanto para as políticas públicas voltadas à qualidade de vida e saúde da população, através do seu papel fundamental de suas funções ecossistêmicas dentro do espaço modificado que integra o ambiente urbano. O conhecimento sobre as áreas verdes é oportuno para fins de análise e tomada de decisão pelos órgãos públicos, com intuito de adotar medidas para possíveis problemas de arborização local. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar as áreas verdes do aglomerado urbano do município de Medianeira - PR no ano de 2022 com a geração de índice de áreas verdes (IAV). As análises foram realizadas com o auxílio das geotecnologias para gerar dados estatísticos de tal cobertura e para a construção de mapas temáticos. Para o processamento das imagens, como fusão das bandas multiespectrais e pancromática, foi utilizado o *software* QGIS, e os plugins classificadores *Dzetsaka: classification tools* e o *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) na geração dos mapas e quantificação das áreas verdes. As imagens obtidas foram as do satélite *CBERS 04A* com 8 e 2 metros de resolução espacial da data 03 de agosto de 2022. Encontrou-se, segundo os classificadores *Dzetsaka* e SCP, as relações de 143,69m<sup>2</sup> e 143,74m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante. Verificou-se que os valores estão acima do limite da recomendação de 12 m<sup>2</sup> da OMS de área verde por habitante, e condizente com a recomendação da SBAU de 15m<sup>2</sup>.

**Palavras-chave:** Geotecnologia; Mapas Temáticos; Vegetação; Ecossistema.

---

<sup>1</sup> Artigo elaborado a partir do Trabalho de Conclusão de Curso de Diana Cordeiro, do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental - UTFPR – Campus Medianeira, sob orientação do Prof. Vanderlei Magalhães.

<sup>2</sup> Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental, UTFPR, Câmpus Medianeira.

<sup>3</sup> Doutor em Geografia e professor associado da UTFPR, Câmpus Medianeira. E-mail: vlmagalhaes@utfpr.edu.br

<sup>4</sup> Doutora em Engenharia Florestal e professora associada da UTFPR, Câmpus Medianeira. E-mail: laridbc@gmail.com

# Geoprocessing applied in the evaluation of urban green areas in Medianeira – PR.

**Abstract:** This study presents the importance of green areas both for environmental preservation and for public policies aimed at the quality of life and health of the population, through their fundamental role in their ecosystemic functions within the modified space that integrates the urban environment. Knowledge about green areas is opportune for the purposes of analysis and decision-making by public bodies, with the aim of adopting measures for possible problems of local afforestation. Therefore, this work aimed to evaluate the green areas of the urban agglomeration of the municipality of Medianeira/PR in 2022 with the generation of the green areas index (IAV). The analysis was carried out with the aid of geotechnologies to generate statistical data of such coverage and to construct thematic maps. For image processing, merging the multispectral and panchromatic bands, the QGIS software was used, and the DZetsaka: classification tools and Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) for generating maps and quantifying green areas. The images obtained were those of the CBERS 04A satellite with 8 and 2 meters of spatial resolution on August 03, 2022. According to the DZetsaka and SCP classifiers, the ratios of 143.69 m<sup>2</sup> of and 143.74 m<sup>2</sup> of green areas per inhabitant. It was verified that the values are above the WHO recommendation limit of 12 m<sup>2</sup> of green area per inhabitant, and consistent with the SBAU recommendation of 15 m<sup>2</sup>.

**Keywords:** Geotechnology; Thematic Maps; Vegetation; Ecosystem.

## Introdução

A preservação de áreas verdes é um importante aliado à qualidade de vida e ao bem-estar da população, porém, é uma realidade que demorou a ser reconhecida pelo seu devido valor, pois há muito tempo os seus benefícios foram considerados "invisíveis" aos olhos do homem, fato que ao longo do tempo acarretaram imensos transtornos em virtude do processo de urbanização (Bargos; Matias, 2011). Dentre os desafios encontrados relacionados à manutenção e conservação das áreas verdes, estão as atividades humanas que provocam modificações nas paisagens e degradação de ambientes naturais, visto que estes ambientes possuem um papel importante

de manutenção e equilíbrio dos ecossistemas (Takikawa; Silva; Lourenço, 2020). Medianeira, localizada no extremo oeste-paranaense, foi fundada em 24 de outubro de 1951, por pioneiros que chegaram à procura de terras férteis, que em sua maioria eram de origem italiana e alemã, aos poucos foram se instalando, e trazendo consigo seus costumes e culturas (Prefeitura de Medianeira, 2022).

Porém, ao decorrer dos anos a cidade sofreu grandes modificações por conta do processo de urbanização, e necessita de medidas para diagnosticar possíveis problemas de diminuição de áreas verdes. Ainda que exista uma preocupação local sobre os espaços verdes, são poucas pesquisas que usam o espaço urbano como unidade de estudo e entregam resultados sobre essa nova realidade. Para Demonte (2019), o bem-estar social depende dos serviços ecossistêmicos, também conhecidos como serviços ambientais, ou seja, carece de serviços fornecidos pela natureza. De forma sucinta, estes serviços são classificados de acordo com suas funções como: serviço de provisão, serviço de regulação, serviços culturais, e serviços de suporte. Assim sendo, mudanças no uso e ocupação do solo podem interferir na utilização destes serviços, além de gerar impactos econômicos. Por outro lado, nas últimas décadas os serviços ambientais passaram a fazer parte do planejamento das políticas públicas, pois sua importância está associada ao bem-estar da população de lazer e recreação (Parron *et al.*, 2015). Conforme Bahnson e Wirzba (2012) os serviços culturais são os mais perceptíveis por indivíduos que habitam em áreas urbanizadas e incluem áreas verdes como parques, florestas urbanas, e jardins. Pensando nisso, essa pesquisa destaca a importância destes serviços para a cidade de Medianeira, que vem passando por um crescimento desordenado, e apesar de ser considerada uma cidade do interior, grandes áreas de agricultura e de matas foram dando espaço para áreas construídas. Portanto, faz-se necessário a aplicação de uma metodologia para verificar se os benefícios ambientais das áreas verdes atendem a quantidade de habitantes que estão situados no perímetro urbano. Segundo a Avaliação do *Millenium Ecosystem Assesment* (2005) concluiu-se que nos últimos anos as atividades antrópicas mudaram os ecossistemas, ocasionando uma perda irreversível na diversidade da vida na terra, e apesar do desenvolvimento econômico, podem comprometer as gerações futuras de receber todos os benefícios dos serviços ecossistêmicos.

Assim, a adequada gestão de áreas verdes urbanas é essencial para a manutenção e conservação destes ambientes, e uma atenção política pode mudar significativamente as ações negativas relacionadas nos impactos e mudanças nos ecossistemas para o bem-estar humano (Muñoz; Freitas,

2017). Devido a sua relevância, a OMS - Organização Mundial da Saúde recomenda que todas as cidades respeitem o valor mínimo de áreas verdes, sendo determinado 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante (OMS, 2012). Por outro lado, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana -SBAU recomenda que o índice seja de 15 m<sup>2</sup> de área verde por habitante (SBAU, 2019). Para tanto, alguns índices colaboram com a mensuração da qualidade dos serviços ecossistêmicos prestados, como os índices de áreas verdes (IAV) utilizado para quantificar a ocupação dos espaços urbanos pela cobertura vegetal, índices de áreas verdes utilizáveis (IAVU), índices de cobertura vegetal (ICV). Além do auxílio de geotecnologias para o mapeamento de áreas verdes urbanas (Harder *et al.*, 2006). Diante disso, este estudo objetivou-se avaliar as áreas verdes urbanas do município de Medianeira - PR, com a utilização de ferramentas de geoprocessamento.

## **Degradação ambiental – fragmentação**

Degradação ambiental pode ser considerada uma perturbação da causa humana. Visto que, processos naturais não degradam ambientes, apenas causam mudanças, e a ação humana geralmente reduz as condições naturais. É o principal causador de processos de fragmentação e descaracterização de áreas verdes (Takikawa; Silva; Lourenço, 2020). De acordo com os autores Lima e Vieira (2009), um fator que aumenta a fragmentação da cobertura vegetal são as ocupações de uso do solo para assentamento urbano. Estas demandas por infraestrutura assumem uma relação direta para o desequilíbrio do meio ambiente em relação ao espaço modificado. E ainda, esta expansão causa grandes impactos, como por exemplo no conforto térmico populacional. Logo, a perda ou deterioração da qualidade ambiental afeta o bem-estar da população, a segurança, as atividades econômicas, condições estéticas e a biosfera. Esta condição também pode ser descrita como um impacto ambiental negativo (Sánchez, 2013). Diante deste cenário, as atividades antrópicas são um reflexo do aumento da fragmentação, com efeitos mais imediatos na fragmentação de habitat e na conservação da biodiversidade. Portanto, sistemas informatizados podem ser favoráveis para a restauração ecológica, bem como as práticas de manejo com fundamentação legal (Assis; Campos; Girão, 2019).

Existem normativas que buscam assegurar o meio ecologicamente equilibrado como previsto na Lei de nº 6.938/1981, onde aborda sobre o dano ambiental, na qual considera fontes de poluição e alterações adversas

do ambiente, em que independente de culpa, o poluidor deve reparar e/ou pagar o dano causado. Porém, nem toda alteração do espaço físico configura dano ambiental, pois intervenções já existentes como construções de parques e praças promovem a melhoria da qualidade ambiental (Filho *et al.*, 2006). No entanto, a fragmentação florestal pode causar diversos problemas no âmbito ambiental como: alterações no padrão de dispersão e reprodução, perda de área florestal, mudanças nas condições ambientais de temperatura, umidade, radiação solar, diminuição da riqueza e variabilidade genética, efeito de borda, baixa permeabilidade entre os fragmentos. Além de baixa chance de recolonização de espécies (Takikawa; Silva; Lourenço, 2020).

Por outro lado, a fragmentação na malha urbana é resultante da ocupação de espaços de áreas livres ou agricultáveis, por áreas edificadas. Salgueiro (1998) demonstra em sua pesquisa que uma característica de cidade fragmentada está relacionada à existência de contrastes nos tecidos urbanos, estas características muitas vezes estão voltadas a um interesse econômico envolvido, na qual as aberturas de loteamentos passam por transição rural-urbana.

## Serviços ecossistêmicos

Para Cabral (2020) os serviços ambientais também conhecidos como serviços ecossistêmicos, são funções fornecidas naturalmente pelos ecossistemas, que necessitam ser mantidos, aprimorados ou até mesmo restaurados por alguma ação do homem. As atividades que podem ser realizadas precisam visar a conservação das condições ambientais de forma adequada para a vida no planeta. Conforme Ferraz (2019) os serviços ecossistêmicos oferecem vários benefícios à população, porém por serem serviços intangíveis não são valorizados como deveriam. Dessa forma, com a degradação acelerada fruto da dinâmica do uso e cobertura do solo, faz-se necessário a tomada de medidas para proteger os ecossistemas. A Avaliação Ecossistêmica do Milênio - MEA (2005) sendo referência neste tema em vários estudos, propõe que os serviços ecossistêmicos sejam classificados em: serviços de provisão, serviços de regulação, serviços culturais e serviços de suporte. Os serviços de provisão são os produtos obtidos da natureza, sendo estes de abastecimento, como alimentos, água, madeira etc. Já os serviços de regulação são obtidos a partir da regulação do ambiente, assim como a regulação climática, regulação e purificação da água, polinização, entre outros. Os serviços culturais são serviços voltados ao bem-estar dos seres humanos,

são os de recreação, estéticos, de educação, espiritual e cultural. Por fim, os serviços de suporte estão relacionados à manutenção dos processos naturais ligados a outros serviços, como por exemplo a produção de oxigênio, formação do solo e ciclagem de nutrientes.

Bahnson e Wirzba (2012) destacam que os serviços culturais são mais perceptíveis e valorizados em áreas urbanizadas, isso ocorre pela convivência das pessoas que habitam em áreas próximas dos ecossistemas naturais e usufruem destes serviços nos momentos de lazer ao ar livre, ou em atividades de recreação. No entanto, ainda existem aqueles indivíduos que sofrem “amnésia ecológica”, ou seja, aqueles que não reconhecem os serviços proporcionados pela natureza e parece que vivem em desconexão com a terra. Pode-se dizer que a economia dos ecossistemas remete que as atividades econômicas, sociedade e bem-estar humano, estão interrelacionadas às funções e serviços ecossistêmicos. Vale ressaltar que são considerados serviços essenciais que dão suporte à vida (Andrade; Romero, 2009). Por isso, é importante refletir que o meio ambiente em suas diferentes acepções mesmo em processo permanente de transformação pela ação humana, tem a capacidade de fornecer recursos e de prover serviços e funções ecológicas essenciais à vida (Bargos; Matias, 2011).

É de suma importância o conhecimento dos fenômenos que afetam a capacidade de os ecossistemas gerarem provisão contínua de benefícios diretos e indiretos a população. Dentre eles temos o crescimento econômico e o crescimento populacional. Nesta perspectiva é necessárias medidas de gestão sustentável, para a proteção e preservação dos ecossistemas (Andrade; Romero, 2009). Por outro lado, quando se pensa em consequências ecológicas, isso nos remete a diversos processos de degradação ambiental, afetando a natureza em cumprir as suas funções de forma equilibrada (Sánchez, 2013).

## **Áreas verdes urbanas**

Área verde urbana é considerada como sendo um espaço livre composto por vegetação arbórea e/ou arbustiva que visa fornecer meios de lazer e condições de recreação à população no centro urbano de determinada cidade. As áreas verdes podem ser públicas ou privadas, e em termos de planejamento precisam ser dotadas de infraestrutura, e devem cumprir três objetivos básicos: os de estética, lazer e ecológico ambiental. E ainda, outro aspecto importante está relacionado à permeabilidade das áreas verdes, as quais necessitam ocupar pelo menos 70% de cobertura vegetal em solo

permeável (Cavalheiro *et al.*, 1999). Dentre os diferentes papéis que as áreas verdes urbanas assumem na sociedade, o seu uso se destina a determinadas funções.

Função social, perante a sua forma de lazer, encontro e socialização. Função psicológica, no que tange ao alívio das tensões diárias, lazer, recreação e contemplação. Função educativa, com espaço para desenvolvimento de programas educacionais. Função ecológica, pois atua na vegetação, solo, fauna, clima, qualidade do ar e água. E por último, por sua função estética, por meio de seus aspectos de diversificação de paisagem e embelezamento (Vieira, 2004). Portanto, os responsáveis do setor público precisam direcionar as suas ações para a manutenção e controle das áreas verdes, levando em consideração a sua localização e classificação, para que possam cumprir com as suas funções (Bargos; Matias, 2011).

## Índices de áreas verdes

Oliveira (2001) destaca alguns indicadores que visam estimar os índices de áreas verdes podem expressar a qualidade ambiental de uma cidade, como o IAV - índice de áreas verdes, que está entre a relação da quantidade de áreas verdes em metros quadrados e a população de determinada região, porém para realizar a distinção de tipologias de vegetação, usa-se o ICV - índice de cobertura vegetal, o qual também é dada pela relação entre cobertura arbórea e a população.

Existem várias propostas metodológicas distintas para a obtenção dos índices de áreas verdes, deste modo, Rosset (2005) em seu estudo utilizou-se apenas das áreas verdes públicas que cumpram funções estruturais, legais e ecológicas, onde seus resultados são relativos à superfície de áreas verdes ( $m^2$ ) e a superfície da área de estudo ( $km^2$ ), neste caso, foi realizado o cálculo de IAVP - índice de áreas verdes públicas. Toledo e Santos (2008) aplicaram sua pesquisa na cidade de Uberlândia - MG, e estabeleceram o índice de área verde por habitante da área urbana considerando apenas às áreas verdes públicas de acesso livre a população, a qual considera o somatório total das áreas verdes urbanas com as categorias parques e praças em  $m^2$  e dividido pelo número de habitantes da área urbana. Assim sendo, o índice de áreas verdes (IAV) mais utilizado entre as metodologias citadas corresponde à seguinte expressão: somatório das áreas verdes, dividido pelo número de habitantes.

## Geoprocessamento

O termo Geoprocessamento, mais usual no Brasil, envolve um conjunto de Geotecnologias que tem por objetivo dar ênfase à localização espacial. De acordo com Câmara e Medeiros (1998), o Geoprocessamento se resume à disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Esta tecnologia influencia de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Ainda, conforme estes autores, as ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. O geoprocessamento, também conhecido por geotecnologias, na abordagem do autor Rosa (2009), consiste em um conjunto de tecnologias para coleta, processamento e análise, onde são disponibilizadas informações georreferenciadas. Dentre as tecnologias utilizadas podemos destacar o sensoriamento remoto e o sistema de informação geográfica compostos por *hardware* e *software* que possibilitam maior agilidade nas atividades de planejamento e monitoramento relativas ao espaço geográfico.

A partir de diferentes fontes de dados (Rocha *et al.*, 2018), que são exemplificados pelos dados topográficos, rede de drenagem, limites das áreas de captação das drenagens, e demais variáveis morfométricas (comumente obtidos por Modelos Digitais de Elevação), tipos de solo, a rede de estradas, o uso e cobertura da terra, e sobretudo, os nos últimos anos, com o lançamento de inúmeros instrumentos imageadores a bordo de satélites, em aeronaves tripuladas ou em Aeronave Remotamente Pilotada (do inglês, *Remotely Piloted Aircraft* - RPA) aumentaram o leque de obtenção de imagens e demais dados da superfície terrestre tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Menezes e Almeida (2012) mencionam que georreferenciar uma imagem é tornar as suas coordenadas conhecidas, neste sentido, o sistema de informação geográfica possibilita a integração de uma imagem a uma base de dados espaciais onde os sistemas de coordenadas (imagem-mapa) passam por uma transformação geométrica. Logo, num Sistema de Informação Geográfica, em sua tarefa primária é capaz de gerar e analisar mapas.

## Sensoriamento remoto

Para Florenzano (2008) o sensoriamento remoto é a tecnologia que captura à distância os dados da superfície terrestre, por meio de sensores que registram a energia refletida ou emitida pela Terra, em vários tipos de frequência e comprimentos de ondas. Esses sensores ópticos captam a radiação do infravermelho e do visível. Via de regra, todo sensor vai estar alocado em um satélite. Liu (2006) explica que um satélite vigia o que está acontecendo no mundo de um pólo para outro por meio de um conjunto de sensores que captam várias faixas de energia da onda eletromagnética, com suas lentes rápidas e minuciosas. O sensor está ligado a um computador que registra as informações dos alvos antes que um sensor passe para o outro. Portanto, é importante conhecer o tipo de energia eletromagnética, suas propriedades e interações, pois o registro dos sinais do alvo depende da velocidade e altura do satélite, sendo que o sensor tem um tempo limite para registrar tais informações e com este limite calcula-se a resolução espacial do satélite.

No sensoriamento remoto, existem quatro resoluções que devem ser atendidas de acordo quanto à natureza de construção do satélite e de seus sensores. São elas, a resolução espectral, a radiométrica, a espacial e a temporal. A capacidade de discriminação de objetos é dada do seguinte modo, onde quanto mais estreita for a faixa espectral é maior o número de bandas em função de sua sensibilidade espectral, desta forma maior será a sua resolução. E quanto a sua discriminação de objetos em função de seu tamanho, pode-se dizer que maior é a sua resolução espacial, e ao referir-se na intensidade de energia refletida ou emitida pelos objetos definimos a sua resolução radiométrica, e ainda temos a resolução temporal, esta por sua vez, está relacionada com a frequência de imageamento sobre uma mesma área.

Neste mesmo contexto, quando se trata de processamento das imagens de satélite, alguns softwares específicos, assim como o software Spring, permite aplicar técnicas de processamento de imagens com classificações automatizadas, e ainda podem gerar mapas temáticos pela grande variedade de dados integrados. Porém, atualmente existem diversos outros softwares gratuitos que entregam resultados excelentes para o mapeamento temático (Florenzano, 2008).

## CBERS 04A

O satélite sino-brasileiro, CBERS, significa *China Brazil Earth Resources Satellite* é resultado de uma parceria entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial, com o propósito de monitorar seu imenso território com satélites próprios de sensoriamento remoto. Com o sucesso dos CBERS anteriores, os países resolvem assinar um novo protocolo, dando origem ao CBERS 04A representando assim a segunda etapa desta parceria (INPE, 2018). Desta forma, o CBERS 04A é o sexto satélite da família CBERS, que foi lançado e colocado em órbita em 20 de dezembro de 2019, uma evolução dos CBERS - 1, 2, 2B, 3, e 4, os quais fazem as observações ópticas em todo o globo terrestre, e suas imagens podem ser usadas em aplicações como controle e monitoramento de áreas degradadas, áreas agrícolas, de crescimento urbano, de ocupação do solo, entre outros (INPE, 2019).

Sobre as câmeras imageadoras do satélite CBERS 04A, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2019) explicam que é de responsabilidade do Brasil as câmeras MUX e WFI, enquanto a China fica responsável pela principal carga útil que é a câmera WPM (Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura), com resolução panorâmica de 2m e resolução multiespectral de 8m simultaneamente na órbita do satélite. Assim sendo, o CBERS 04A possui as seguintes características das câmeras, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Características das câmeras do CBERS 04A.

Característica	WPM	MUX	WFI
Bandas espectrais	0,45-0,52 km (B) 0,52-0,59 km (G) 0,63-0,69 km (R) 0,77-0,89 km (NIR) 0,45-0,90 km (PAN)	0,45-0,52 km (B) 0,52-0,59 km (G) 0,63-0,69 km (R) 0,77-0,89 km (NIR)	0,45-0,52 km (B) 0,52-0,59 km (G) 0,63-0,69 km (R) 0,77-0,89 km (NIR)
Resolução	2 m e 8 m	16,5 m	55 m
Largura da Faixa Imageada	92 km	95 km	684 km
Visada Lateral de Espelho	Não	Não	Não
Revisita	31 dias	31 dias	5 dias
Quantização	10 bits	8 bits	10 bits
Taxa de Dados Bruta	1800.8 Mbps 450.2 Mbps	65 Mbps	50 Mbps

Fonte: adaptado de INPE (2019).

Notoriamente, a câmera WPM é a que mais se adequa aos estudos urbanos devido a sua resolução espacial de 8 metros na multiespectral, que inclui as faixas do Visível e uma do Infravermelho Próximo - (NIR), conforme a Tabela 01. A faixa adicional, PAN, com 2 metros de resolução espacial adicionada ao processo de fusão de imagens com as de 8 metros, melhora ainda mais o contraste, o realce, e a interpretação dos objetos urbanos. O autor Liu (2006) afirma que este modo PAN é aconselhável para aplicações que objetivam precisão geométrica e melhor resolução.

## Mapas temáticos e classificadores de SIG

A representação de uma área tomada na superfície de uma figura planetária, delimitada por elementos político-administrativos e destinada a diversos usos como temáticos, culturais e ilustrativos, segundo Rosa (2009) é a denominação dada para um mapa. Porém, com a evolução da tecnologia surgiram os mapas temáticos de vastas áreas, com inúmeros métodos matemáticos e estatísticos para o tratamento de informações geográficas. Diante disso, Menezes e Almeida (2012) explicam que para representar

feições naturais e artificiais da superfície terrestre por meio de processamentos matemáticos, é necessário o uso de imagens de sensoriamento remoto, visto que os limites de espaço são configurados por pixels, os quais nos remete a um dado numérico. Essas imagens digitais, possuem um sistema de referência de projeção cartográfica, é por essa razão que a localização dos objetos em uma imagem é dada por meio de coordenadas espaciais do pixel. Florenzano (2008) aborda que imagens obtidas por sensoriamento remoto precisam ser interpretadas a partir de chaves (modelos) que sistematizam o processo de análise de interpretação, ou seja, são utilizadas como um guia para identificar objetos ou feições. Para fins de mapeamento, conforme Rosa (2009), alguns sensores de satélites obtêm imagens multiespectrais e pancromáticos da superfície terrestre, que operam no visível e no infravermelho próximo, capazes de gerar imagens com alta resolução espacial e espectral que facilita a interpretação. De acordo com Menezes e Almeida (2012) para a visualização de imagens multiespectrais a cor é um fator muito importante para observar detalhes espaciais das feições.

Por esse motivo, composições coloridas com a combinação das cores básicas azul, verde e vermelho, e métodos de contrastes, ajudam a garantir que as informações qualitativas e os resultados quantitativos sejam mais bem avaliados. Segundo o autor Rosa (2009) para incorporar as informações acerca das características das imagens é preciso fazer uso das técnicas de classificação, através da detecção de assinaturas espectrais (tonalidade, textura e contexto) por pontos representativos como: água, pasto, área urbana ou cerrado. Ou seja, este processo de reconhecimento exige características comuns de determinada classe ou grupo com o propósito de expressar dados qualitativos. Este tipo de classificação pode ser subdividido em classificação supervisionada e não-supervisionada, no entanto, são técnicas que precisam passar por fase de pré-processamento para remover e corrigir erros, conforme apresentado pelos autores Menezes e Almeida (2012). Em mapas temáticos, a mais utilizada é a classificação supervisionada, sendo que esta somente é aplicada quando se tem algum conhecimento sobre as classes na imagem. Pois neste tipo de classificação são processadas a caracterização estatísticas das refletâncias espectrais para cada classe de informação. Já na classificação não-supervisionada não requer conhecimento sobre as classes na imagem, nesta é identificado os agrupamentos espectrais naturais, através de uma combinação por familiaridade com a região estudada e visitas para levantamento da verdade de campo (Rosa, 2009). Menezes e Almeida (2012) apresentam diferentes tipos de classificadores, sendo os mais comuns os: por mínima distância, por máxima verossimilhança e o paralelepípedo. Cada um emprega uma lógica diferente na atribuição de pixels às classes, neste caso, se

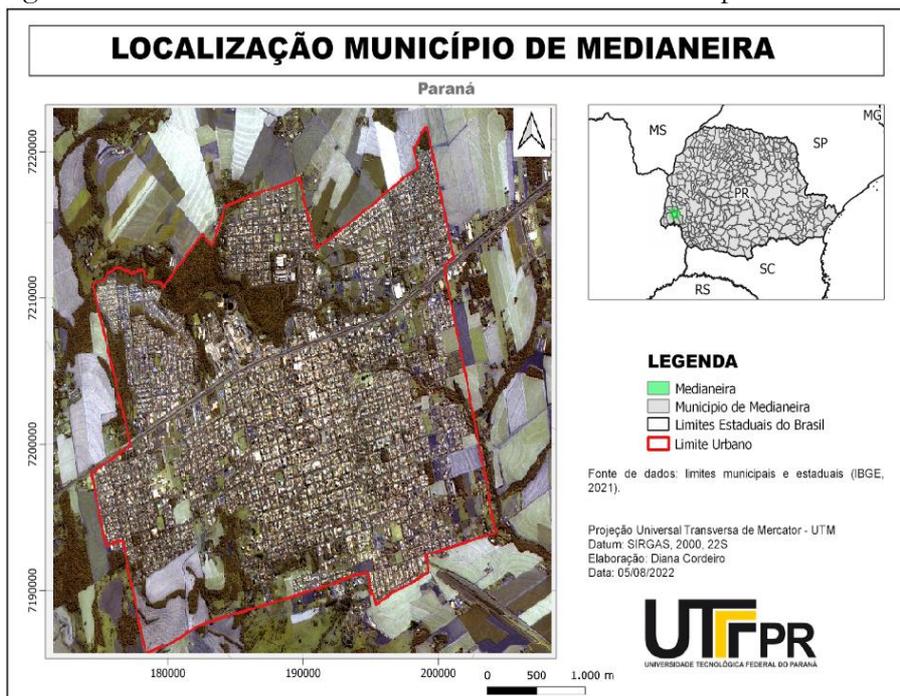
um pixel satisfaz a determinado conjunto de critérios a classificação automática, seu resultado é gerado do reconhecimento dos padrões com a entrega de dados quantitativos. Considerando a aplicação de classificadores, os autores Oliveira *et. al.*, (2019) utilizam em seu estudo o *plugin Dzetsaka Classification Tool* no procedimento de classificação de imagem para a distribuição de categorias de uso e cobertura do solo no Território da Zona de Amortecimento do Parque Nacional de Ubajara, Ceará.

Os resultados obtidos pelo classificador mostraram-se fielmente próximos do que é de fato presente no local de estudo, após submetidos a verificação dos valores pelos Índices Kappa e Índice de exatidão global. Em contrapartida, Vale e Silva (2019) aplicou a classificação supervisionada dos maciços vegetais e cobertura do solo no aglomerado urbano de São Raimundo das Mangabeiras - MA utilizando-se dos *plugins Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)* e o *Dzetsaka: Classification tools*, percebeu-se que os dois classificadores trazem semelhança e qualidade mediante aos resultados obtidos e conferidos pelo Índice Kappa. Rosa (2009), afirma que a aplicação de geotecnologias se constitui em poderosos instrumentos como suporte à tomada de decisão. Visto que as análises do SIG permitem que os dados sejam manipulados de diversas formas através de expressões lógicas ou por meio de manipulação direta e interativa da interface gráfica.

## **Localização da área de estudo**

A pesquisa foi realizada na cidade de Medianeira, localizada na Região Oeste do Paraná, ao Sul do Brasil, geograficamente situada a 25° 17' 40" de latitude sul e 54° 05' 30" de longitude oeste, a 402 metros acima do nível do mar. Tem como limites os municípios de Missal, Ramilândia ao norte, e a oeste São Miguel do Iguaçu, e ao sul Serranópolis do Iguaçu. A população do município é de 54.369 habitantes (IBGE, 2022). A cidade de Medianeira recebeu este nome devido a sua situação geográfica entre o município de Matelândia e São Miguel do Iguaçu, e por ter início no mês consagrado a Nossa Senhora Medianeira de Todas as Graças em 25 de julho de 1960, no qual foi emancipado. O município de Medianeira apresentou nas pesquisas do IBGE no ano de 2019 uma área territorial de 328,732 km<sup>2</sup>, e 18,25 km<sup>2</sup> de área urbanizada. Já no censo estatístico do ano de 2010 às vias públicas obtinham 80,5% de arborização, com uma população de 41.817 pessoas (IBGE, 2010). Atualmente as áreas “predominantemente urbanas” apresenta-se com 17.592 776 m<sup>2</sup> de extensão, e a sua delimitação que compõe a área de estudo, pode ser observado na figura 1:

Figura 1 - Limite da área de estudo - área urbana do município de Medianeira.



Fonte: Autoria própria (2022).

## Coleta e levantamento de dados

Para realizar a classificação supervisionada utilizou-se o *software* QGIS na versão 3.26.2 com os complementos instalados *Dzetsaka - classification tools* e o *plugin Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)*. Depois foi definido as áreas de treinamento com o intuito de obter o melhor resultado de classificação. Nesta etapa foi determinado as áreas para cada tipo de classe, sendo utilizadas apenas três classes: vegetação arbórea, vegetação rasteira e solo exposto. Logo, para aplicar os padrões específicos, foram criados polígonos para representar cada uma das classes. Seguiu-se este procedimento com 30 amostras de cada feição, conforme a tabela 2:

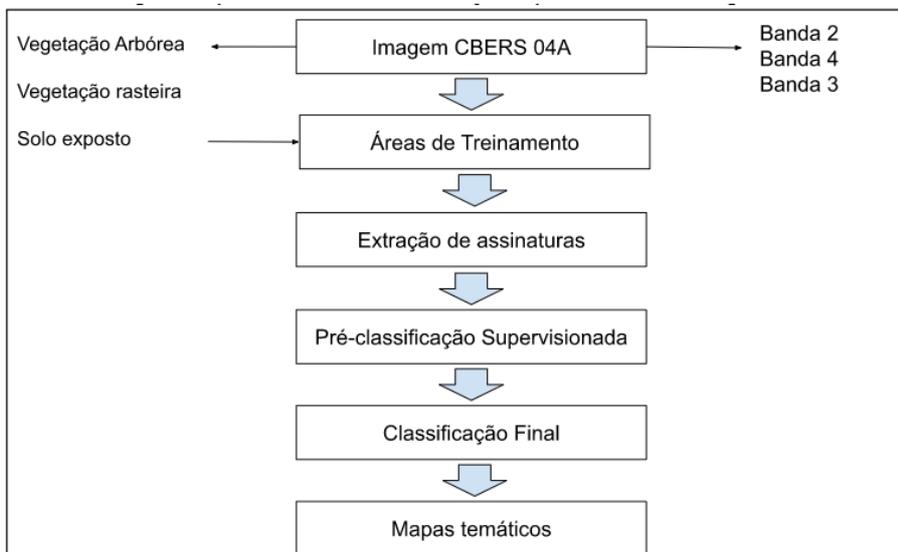
Tabela 2 - Amostras de coletas para a classificação supervisionada.

Feições	Cor atribuída a classificação	Pontos coletados
Vegetação arbórea	Verde	30 amostras
Vegetação rasteira	Verde claro	30 amostras
Solo exposto	Amarelo	30 amostras

Fonte: Autoria própria (2022).

O processo de classificação supervisionada é apresentado na figura 2 esquematizada:

Figura 2 - procedimento de classificação supervisionada da imagem de satélite.



Fonte: Autoria própria (2022).

As imagens orbitais de domínio público foram advindas do centro de pesquisas do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, para o uso de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Sendo estas selecionadas do satélite CBERS 04A referente a data de 03 de agosto de 2022. Optou-se por trabalhar com a imagem digital do satélite CBERS 04A, visto a sua altíssima resolução espectral de 2 metros, possibilitando assim, uma melhor

visualização dos objetos, e a sua disponibilidade gratuita de aquisição. Visto que as imagens de satélite processadas no QGIS, precisam de *plugins* para gerar os resultados em mapas quantitativos, foi aplicado o classificador *Dzetsaka: Classification Plugin Tools* e o classificador *Semi-Automatic Classification Plugin* na classificação supervisionada das imagens, assim como os autores Oliveira, et. al., (2019) e Vale e Silva (2019) visto que apresentou resultados satisfatórios na aplicação de uso e cobertura do solo. Neste estudo, as áreas de cada classe foram geradas em metros quadrados, com a finalidade de adequar-se à fórmula proposta de IAV (índice de áreas verdes), conforme sugestão dos autores Oliveira (2001), Mazzei e Santos (2009) e Rosset (2005).

O Banco de Dados (Projeto), no QGIS, foi elaborado no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 UTM 22S, que corresponde ao datum oficial brasileiro, e o sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) que tem melhor precisão nas medidas de área. Para a elaboração dos mapas temáticos foram realizadas combinações de bandas para favorecer a identificação e análise dos alvos centrais deste estudo. Configurando-se em B2, G4 e R3 para a diferenciação dos alvos de áreas de vegetação arbórea, vegetação rasteiras e solo exposto. As imagens foram geradas pelo processo de fusão espectral, através da combinação de cinco bandas espectrais (azul, verde, vermelho, infravermelho próximo, e uma banda pancromática) das bandas espectrais da câmera WPM. Primeiro foi realizado a importação das bandas azul, verde, vermelho, infravermelho próximo, todas com 8 metros de resolução, e depois para melhorar a imagem foi importada a banda PAN - Pancromática com a utilização da ferramenta *pansharpening*. Desta forma gerou-se um novo produto oriundo de imagens originais de 8 metros de resolução por uma imagem de 2 metros do canal de melhor resolução espacial da banda PAN - Pancromática. Após o melhoramento da imagem foi executado o *plugin Dzetsaka*, com a criação de polígonos conforme a seleção e interpretação dos alvos, e coletado as amostras, para então, iniciar a execução da classificação.

Com as mesmas amostras foram utilizadas para executar a classificação do *plugin SCP* no pós-processamento, o qual gerou novos resultados. Seguida a metodologia de áreas verdes, foram dadas prioridades para as classes de vegetação arbórea, juntamente com as áreas de vegetação rasteira composta por arbustos e gramíneas, pois as áreas de solo exposto servem apenas para interpretação do espaço total do limite urbano, facilitando assim a análise dos dados quantitativos gerados pela classificação supervisionada. Após a classificação supervisionada, calculou-se o índice de área verde (IAV). O IAV é considerado um dos índices mais utilizados em levantamentos de informações na identificação das áreas verdes. Portanto foi

utilizado esta metodologia para calcular o índice de área verde, segundo a equação:

$$IAV = \frac{\sum AV}{H}$$

Onde:

IAV = índice de Áreas Verdes;

$\sum AV$  = Somatório de Áreas verdes;

H = número de habitantes.

Os dados estatísticos da população urbana do município de Medianeira, foram obtidos do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) e considerando a população estimada em 46.940 pessoas, com referência para o ano 2021 para a cidade de Medianeira. Enquanto o limite da área urbana, foi vetorizado em tela, utilizando como base o Plano Diretor de Medianeira de 2007.

## Resultados e discussão

Com a finalidade de avaliar os índices de áreas verdes para a área urbana da cidade de Medianeira, no ano 2022, após o ajuntamento de bandas multiespectrais e com a classificação supervisionada, obteve-se o resultado de 143,7 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante tanto com o classificado pelo *plugin Dzetsaka*, quanto para o *classificador Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)*. Visto que os dois classificadores mostraram resultados similares, é importante destacar que para este estudo apresentado, ou para estudos futuros, a escolha de qualquer um destes classificadores fornecerá o mesmo desempenho.

Considerou-se neste resultado as seguintes áreas encontradas por meio da classificação supervisionada apresentadas na tabela 3 com o *plugin Dzetsaka* e *SCP*:

Tabela 3 – Resultados quantitativos de áreas verdes com os classificadores *Dzetsaka* e SCP.

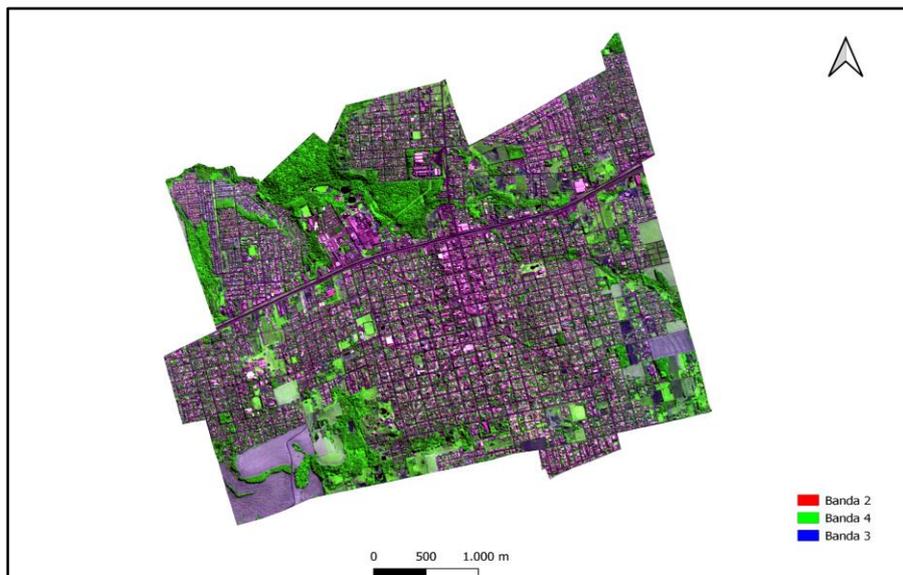
<b>Classe s</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>) <i>Dzetsaka</i></b>	<b>Área (m<sup>2</sup>) <i>SCP</i></b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>
Vegetação arbórea	2.626 528	2.626 528	Km
Vegetação rasteira	4.120 880	4.120 880	Km
Solo exposto	10.845 368	11.359 784	Km
Total	17.592 776	17.592 776	Km

Fonte: Autoria própria (2022).

Nota-se que os dados referentes ao IAV reportam os resultados com valores superestimados de áreas verdes por habitantes, porém com a utilização do método supervisionado e com a aplicação de um dos *plug-ins* e dados estatísticos mais atualizados, tenderiam a obter valores mais próximos da realidade atual, sendo estes, fontes de subsídio para gestores municipais. Para melhor visualização dos dados digitais processados, apresenta-se a primeira imagem multiespectral pela composição de mapa temático na figura 3, onde sensores multiespectrais são capazes de captar sinais tanto no espectro visível quanto no espectro invisível ao olho humano, aqueles do infravermelho.

Por isso, adotou-se composições multiespectrais verdadeiras e falsa-cor (infravermelho próximo) para fazer a identificação do uso e cobertura do solo do perímetro urbano da cidade de Medianeira - PR, visto que melhora a visualização dos elementos presentes conforme mencionado por Menezes e Almeida (2012). Assim sendo, por meio das composições adotadas, nota-se na Figura 3 que as matas (áreas verdes) preenchem os arredores do perímetro urbano, essas áreas de maior abundância se localizam em torno de cursos hídricos, ou seja, em áreas de preservação permanente.

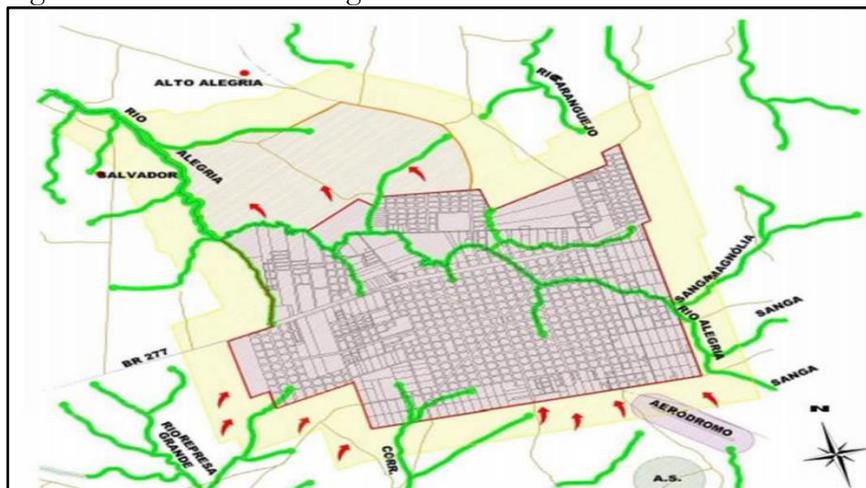
Figura 3 - Composição colorida da imagem multiespectral de Medianeira – PR.



Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se no percurso do Rio Alegria, que corta a área urbana, a representação deste apontamento (Figura 4). Essa Figura ilustra os rios e o limite do plano diretor de Medianeira.

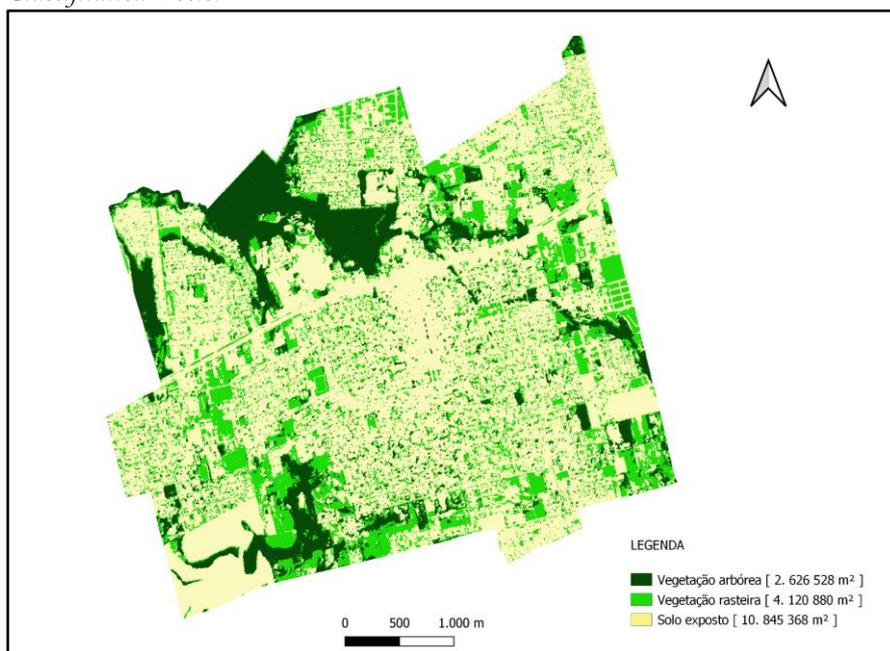
Figura 4 - Percurso Rio Alegria na cidade de Medianeira.



Fonte: PDM (2006).

Nessa classificação dos elementos da imagem, a interpretação visual tomou mais importância, pois foi preciso criar diversos polígonos para a coleta das amostras (pixels) de cada um dos temas. E para o *software* diferenciar a possibilidade de cada pixel pertencer a determinada classe dentre as 3 classes diferentes, primeiramente foram feitos treinamentos com menos de 10 amostras por alvo, evidenciando um número baixo diante do mapeamento. Portanto, na aplicação do *plugin Džetsaka*, após a coleta de 30 amostras de cada feição chegou-se a um resultado condizente com a realidade deste espaço urbano (Figura 5), validando esses dados com imagens do satélite CBERS 04A, com resolução espacial de 41 cm, datadas de outubro de 2022.

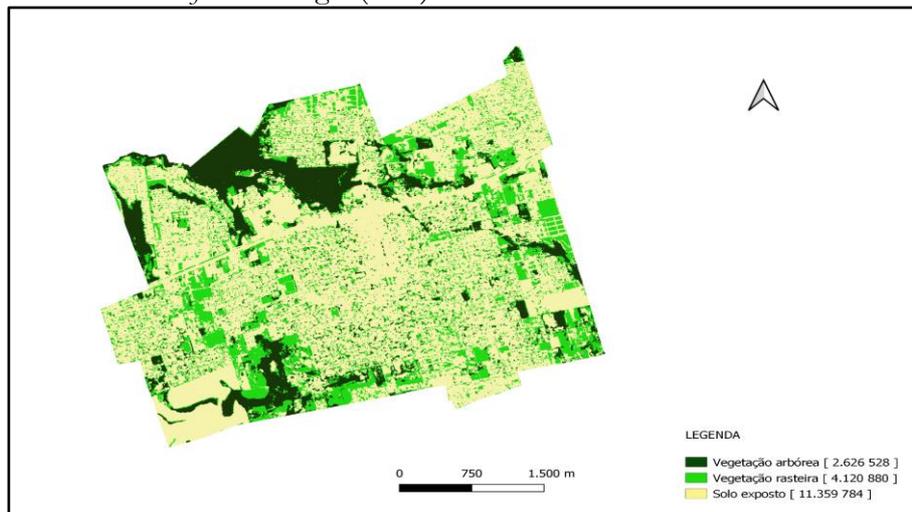
Figura 5 - Classificação supervisionada de áreas verdes do Perímetro Urbano da cidade de Medianeira – PR, após processamento do classificador *Džetsaka: Classification Tools*.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para a interpretação sem interferência dos resultados, foi utilizado as mesmas amostras coletadas (polígonos) do *Džetsaka* para gerar os dados no classificador *Semi-Automatic Classification Plugin* (SPC). Pode-se observar na Figura 6 a classificação.

Figura 6 - Classificação supervisionada de áreas verdes do Perímetro Urbano da cidade de Medianeira - PR, após processamento do classificador *Semi-Automatic Classification Plugin (SPC)*.



Fonte: Autoria própria (2022).

Por meio da metodologia proposta, houve uma diferença insignificante frente à comparação dos classificadores, visto que ambos trazem os resultados de forma semelhante, uma vez que as diferenças obtidas apresentam em áreas de solo exposto e neste caso esta área não é considerada no cálculo do índice. Por outro lado, fica evidente que os valores obtidos superam a referência da OMS de 12 m<sup>2</sup>, e acima do mínimo estabelecido pela SBAU de 15 m<sup>2</sup>. Contudo, é necessária atenção ao fato que as áreas verdes estão na sua maioria localizadas em áreas de preservação permanente, o qual não se considera como um cenário ideal em vista da sua má distribuição em outras partes da cidade. Os autores Cortivo e Thiemann (2019) obtiveram em sua pesquisa sobre análise multitemporal e geotécnica da área urbana e periurbana da cidade de Medianeira, entre os anos de 2006 para 2014, um aumento significativo na ampliação da área urbana, onde verificou-se maiores expansão da área urbana principalmente sobre áreas agrícolas e em menor número sobre áreas de pastagens.

Devido a essa observação, é reconhecida a importância de analisar a interferência antrópica relativa a áreas verdes, visto que os principais pontos de mudança foram áreas de mata situadas dentro do limite urbano da área de estudo. Uma possibilidade de estudo futuro, seria a criação de um histórico de índices a fim de analisar o crescimento populacional e seu impacto de

ocupação frente às áreas verdes urbanas. Por meio destes dados é reconhecida a importância de um planejamento ambiental adequado, visando atenuar os impactos do acelerado processo de urbanização. No entanto, os resultados consideram a população estimada em 2010, fato que com a atualização do censo em 2022 (em andamento) estes índices estão sujeitos a uma redução das áreas verdes encontradas.

Neste caso, pondera-se uma atenção maior quanto a necessidade de realização de nova aplicação desta metodologia, inserindo o atual contexto populacional. A delimitação do perímetro urbano também se encontra desatualizada, sendo este de 2007, sugere-se então uma atualização dessa informação, para que se porventura surgirem modificações. Contudo, Medianeira tem um número pequeno de pesquisas que analisem a qualidade de áreas verdes nos centros urbanos da cidade, visto que a região passou por fase de expansão e crescimento populacional, por tanto o aprofundamento de tal questão é de extrema importância para os órgãos públicos e para o conhecimento da população sobre tal problemática, pois estas áreas possuem um papel fundamental na qualidade de vida dos habitantes.

## Considerações finais

O índice de 143,7 m<sup>2</sup> de área verde estimado para a cidade de Medianeira está acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e Sociedade Brasileira de Arborização (SBAU), porém as áreas verdes de uma cidade não podem se limitar apenas às áreas de preservação permanente. Quanto ao uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, mostram-se eficazes e de baixo custo para esse tipo de análise. Com base nos classificadores utilizados, o *Dzetsaka* e o *plugin* SPC ambos trazem resultados satisfatórios visto que apresentaram dados similares e com qualidade. De maneira geral, as áreas verdes da cidade poderiam ser melhoradas com a criação de novas áreas, relativo a proporcionar o melhor uso das funções ecossistêmicas culturais.

## Referências

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano.** Texto para Discussão. IE/UNICAMP n. 155, fev. 2009.

ASSIS, L.; CAMPOS, M.; GIRÃO, V. J. **Manejo florestais degradados**. Campinas (SP): The Nature Conservancy, 2019. Disponível em: <<https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/manejodefragmentosflorestaisdegradados.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

BAHNSON, F., WIRZBA, N. **Fazendo as pazes com a terra: o chamado de Deus para a reconciliação com Criação**. Downers Grove, Illinois: IVP Books, 2012

BARGOS, C.; MATIAS, L. F. **Áreas urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual**. Piracicaba: REVSBAU, 2011.

CABRAL, K. **O que são serviços ambientais?** 28 fev. 2020. Disponível em: <https://cebds.org/o-que-sao-os-servicos-ambientais/#>. YQspU4 5KhPY. Acesso em: 04 ago. 2021.

CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José S. **Princípios básicos em Geoprocessamento**. In: ASSAD, Eduardo D.; SANO, Edson E. Sistemas de Informações Geográficas. Aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília: Embrapa, 1998. 434 p. 3-11.

CAVALEIRO et al. **Proposição e terminologia para o verde urbano**. Jul. Ago. Set, 1999. Disponível em: <<https://tgpusp.files.wordpress.com/2018/05/cavalheiro-et-al-1999.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

CORTIVO, N.; THIEMANN, P. **Análise multitemporal e geotécnica da área urbana e periurbana de Medianeira - PR**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - curso de Engenharia Ambiental, Medianeira-PR, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12588/1/an%C3%A1lisemultitemporalgeot%C3%A9cnicamedianeira.pdf>>. Acesso em: 25 de nov. 2022.

DEMONTE, Rodrigo P. et al. **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

FERRAZ, R. P. **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

FILHO, A. T. B.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV. Curitiba. **Revista do Departamento de Geografia**, 18, p. 48-59, 2006.

FLORENZANO, T. G. **Sensoriamento Remoto para Geomorfologia**. 2008.

HARDER, I. C. F.; RIBEIRO, R. de C. S.; TAVARES, A. R. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/PfFNrxQW5mhY8nstvDDDzvC/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **censo 2010**. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/medianeira.html>>. Acesso em: 01 de maio 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **censo 2022**. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/medianeira.html>>. Acesso em: 01 de maio 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **censo 2019**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/medianeira.html>>. Acesso em: 01 de maio 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Sobre o CBERS**. 2018-2019. Disponível em:<<http://www.cbbers.inpe.br/sobre/index.php>>. Acesso em: 20 set. 2022.

LIMA, M. O.; VIEIRA, V. C. **Uso das tecnologias para análise da cobertura vegetal urbana**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Florianópolis. Disponível em<<http://marte.sid.inpe.br/ibi/dpi.inpe.br/sbsr@80/2007/01.31.19.10>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006. Disponível em<<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=YNEtCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT811&q=resolu%C3%A7%C3%B5es+-+sensoriamento+remoto&ots=vygqx3FDYn&sig=b29vRoCxjyrnSXL8c8UmIgWkFIA#v=onepage&q=resolu%C3%A7%C3%B5es%20-%20sensoriamento%20remoto&cf=false>>. Acesso em: 12 no. 2022.

MAZZEI, K.; SANTOS, D. G. dos; SANTOS, F. Um Índice De Áreas Verdes (IAV) Na Cidade De Uberlândia / Mg. **Revsbau**. Piracicaba, v.4, n.3, p.86 - 97, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/332823831\\_um\\_indice\\_de\\_areas\\_verdes\\_iav\\_na\\_cidade\\_d\\_e\\_uberlandia\\_mg](https://www.researchgate.net/publication/332823831_um_indice_de_areas_verdes_iav_na_cidade_d_e_uberlandia_mg)>. Acesso em: 28 set. 2022.

MEDIANEIRA. Lei Municipal nº 068, de 26 de junho de 2007 – **Institui o Perímetro Urbano do Município de Medianeira e dá outras providências**. Medianeira, 2007. Disponível em:

[https://www.medianeira.pr.gov.br / planodiretor/Leis/novo/01\\_068.pdf](https://www.medianeira.pr.gov.br/planodiretor/Leis/novo/01_068.pdf). Acesso em 19 nov. 2022.

MENEZES, P. R.; ALMEIDA, T. **Instrução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Centro Universitário de Brasília - UNB. Brasília, 2012.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSEMENT. **Visão geral da avaliação do ecossistema do milênio**. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>. Acesso em: 11 ago. 2021.

MUÑOZ, A. M. M.; FREITAS, S. R. F. Importância dos serviços ecossistêmicos nas cidades: revisão das publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Vol.6. Universidade Nove de Julho. São Paulo. Maio/ ago. 2017.

OLIVEIRA, C. H. **Análise e processos no uso do solo, vegetação, crescimento e adensamento urbano**. Estudo de caso: Município de Luiz Antônio (SP). Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Centro de ciências biológicas e saúde. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2001.

OLIVEIRA, U. C.; TEIXEIRA, L. F. C.; SOARES, F. F.; MENDONÇA, P. S.; JUNIOR, C. A. M. **Avaliação do uso do solo e cobertura vegetal na zona de amortecimento do Parque Nacional de Ubajara, em Ubajara, Ceará**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. 2019. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/XI-095.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. **Dados do indicador Área verde por habitante**. 2012. Disponível em: <https://2013-2016-indicadores.cidadessustentaveis.org.br/area-verde-por-habitante#:~:text=Refer%C3%A2ncia%20de%20Meta%3A%20A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20de%20Sa%C3%BAde,%2012%20m%C2%B2%20de%20%C3%A1rea%20verde%20por%20habitante>. Acesso em: 02 maio 2022.

PARRON, L. M. et al. **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

ROCHA, A. S.; HAYAKAWA, E. H.; MAGALHÃES, V. L.; BADE, M. R. In: **Geografia da bacia hidrográfica do Paraná 3: fragilidades e potencialidades socioambientais** / Anderson Sandro da Rocha e Maicol

Rafael Bade. – Jundiá: Ed. In House, 2018. 314 p. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4117>>. Acesso em: 3 dez. 2022

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia, EDUFU, 7a ed. 2009.

ROSSET, F. **Procedimentos metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas**. Estudo de caso: Erechim, RS /Franciele Rosset. São Carlos: UFSCar, 2005.

SALGUEIRO, T. B. **Cidade pós-moderna: espaço fragmentado, Território**. Rio de Janeiro, Ano III, n.º 4, p.39-54, jan-jun 1998.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação: 4ª edição revisada e atualizada**. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftccbiblio.paginas.ufsc.br%2Ffiles%2F2010%2F09%2F024\\_Metodologia\\_de\\_pesquisa\\_e\\_elaboracao\\_de\\_teses\\_e\\_dissertacoes1.pdf&psig=AOvVaw2Kxk\\_ivPpR-O2kQtptSh\\_P&ust=1708797303205000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQn5wMahcKEwi4kIW4hMKEAxUAAAAAHQAAAAAQA](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftccbiblio.paginas.ufsc.br%2Ffiles%2F2010%2F09%2F024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes1.pdf&psig=AOvVaw2Kxk_ivPpR-O2kQtptSh_P&ust=1708797303205000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQn5wMahcKEwi4kIW4hMKEAxUAAAAAHQAAAAAQA). Acesso em: 21 jul 2021.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Disponível em: <[https://www.google.com.br/books/edition/Avalia%C3%A7%C3%A3o\\_d\\_e\\_impacto\\_ambiental/nsN6BwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=area+verdes+pdf&printsec=frontcover](https://www.google.com.br/books/edition/Avalia%C3%A7%C3%A3o_d_e_impacto_ambiental/nsN6BwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=area+verdes+pdf&printsec=frontcover)>. Acesso em: 31 jul. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **SBAU**. Disponível em: <<https://sbau.org.br/>>. Acesso em: 2 abr. 2022.

TAKIKAWA, B. Y., SILVA, D. C. da C. e, & LOURENÇO, R. W. (2020). Proposta metodológica para elaboração de um indicador de fragilidade ambiental para fragmentos florestais. **Revista Do Departamento De Geografia**. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/170587/169716>>. Acesso em: 01 ago 2021.

TOLEDO, F. SANTOS, D. G. Espaços Livres de Construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Piracicaba, SP, v3, n.1, p. 73-91 mar. 2008.

VALE, C. C.; SILVA, A. L. **Classificação supervisionada dos maciços vegetais e cobertura do solo no aglomerado urbano de São Raimundo**

**das Mangabeiras - MA.** Acta Tecnológica v.14, nº 1, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/924/126126169>>. Acesso em: 02 maio 2022.

**VIEIRA, P. B. H. Uma Visão Geográfica das Áreas Verdes de Florianópolis-SC: Estudo de Caso do Parque Ecológico do Córrego Grande.** Trabalho de Conclusão de Curso, UFSC, 2004. Disponível em: <[https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1539019/mod\\_resource/content/1/O%20PARQUE%20ECOL%20GICO%20DO%20C%20RREGO%20GRANDE%20COMO%20%2081REA%20VERDE%20URBANA.pdf](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1539019/mod_resource/content/1/O%20PARQUE%20ECOL%20GICO%20DO%20C%20RREGO%20GRANDE%20COMO%20%2081REA%20VERDE%20URBANA.pdf)>. Acesso em: 03 fev. 2022.