

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**Pós-Graduação em Arborização Urbana – *Lato Sensu***

**MONOGRAFIA**

**MAPEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM UMA CICLOVIA  
DO GAMA-DF**

**GERALDO DIVINO DE ASSIS**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS**

**Pós-Graduação em Arborização Urbana – *Lato Sensu***

**MAPEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM UMA CICLOVIA  
DO GAMA-DF**

**GERALDO DIVINO DE ASSIS**

Sob Orientação do Professor  
**Bruno Araujo Furtado de Mendonça**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arborização Urbana, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Especialista em Arborização Urbana**.

Seropédica, RJ  
Abril, 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A848m Assis, Geraldo Divino de, 1972-  
MAPEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM UMA CICLOVIA  
DO GAMA-DF / Geraldo Divino de Assis. - Gama-DF, 2023.  
30 f.: il.

Orientador: Bruno Araujo Furtado de Mendonça.  
Monografia(Especialização). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, PGAU, 2023.

1. Arborização Urbana. 2. Ciclovia. 3.  
Geoprocessamento. 4. Floresta Urbana. 5. Gama-DF. I.  
Furtado de Mendonça, Bruno Araujo, 1981-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. PGAU  
III. Título.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**



**TERMO Nº 355 / 2023 - DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)**

**Nº do Protocolo: 23083.021112/2023-21**

**Seropédica-RJ, 06 de abril de 2023.**

**INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA (Lato sensu)**

Termo de aprovação da defesa de Monografia de GERALDO DIVINO DE ASSIS.

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Arborização Urbana, no Curso de Pós-Graduação em Arborização Urbana (Lato sensu) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

MONOGRAFIA APROVADA EM 06/04/2023

*(Assinado digitalmente em 06/04/2023 18:01 )*  
BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)  
Matricula: 2145654

*(Assinado digitalmente em 07/04/2023 09:58 )*  
CARLOS MAGNO MOREIRA DE OLIVEIRA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 083.163.436-73

*(Assinado digitalmente em 07/04/2023 13:46 )*  
DANILO HENRIQUE DOS SANTOS ATAIDE  
DISCENTE  
Matricula: 20191003452

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: **355**, ano: **2023**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **06/04/2023** e o  
código de verificação: **fe2af03773**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Divino de Assis Lopes, o Pai Eterno, à Dona Odete, a Mãe, à Maria Aparecida, a Irmã, e aos filhos: Gabriel Divino e Mariana Divino, aos sobrinhos João Vitor e Maria Luiza. Aos familiares, aos amigos, aos professores do PGAU-UFRRJ, aos trabalhadores pioneiros do Gama-DF. Aos ases do geoprocessamento: Karina Serra Silvestre, Fernando Canto, Gustavo Chaves Machado, Fábio Guerra, Vitor Ottoni, Fabricio Rodrigues, Gustavo Bediaga, Bianca Vidal, Lucas Ohashi e Leon Mortari. À Maria José Teixeira e ao Gabriel Pereira A. Rodrigues, pela presteza e atenção.

## RESUMO

ASSIS, Geraldo Divino de. **Mapeamento da arborização urbana em uma ciclovia do Gama-DF**. 2023, 30 p. Monografia (Especialização em Arborização Urbana). Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2023.

A forma remota de monitorar a dinâmica de ocupação e uso do solo urbano é muito utilizada para cálculos de tributação territorial, em consonância, oferece oportunidades às rotinas de manejo da vegetação das cidades. Este estudo apresenta aspectos da arborização urbana e da infraestrutura verde de áreas públicas em interseção com a ciclovia do Gama-DF, a partir do uso de imagens remotas do satélite sino-brasileiro de recursos terrestres (CBERS 4A) e com inspeções locais. Levantou-se feições das árvores, arbustos, palmeiras e outras formas de vegetação, além dos registros fotográficos da vida silvestre, aves, insetos e répteis. As imagens CBERS 4A foram submetidas a processamentos no programa QGis, e mapeou-se as interseções da cobertura de copa das árvores com a área de influência de 10 metros, para cada lado, do traçado da ciclovia percorrido e registrado em aparelho global de posicionamento geográfico (GPS). Percepções sobre as áreas verdes e análises das mensurações, das classificações e da dendrologia proporcionam qualificar e quantificar a arborização urbana. Os resultados de norteiam contribuições técnicas florestais a alcançar e garantir, aos cidadãos e suas gerações o bem-estar de viver numa cidade arborizada, com ótimas condições para caminhadas e uso de bicicletas nas locomoções para trabalhar, estudar, ou praticar atividades desportivas em ciclovias.

**Palavras-chave:** Florestas urbanas, ciclovia, geoprocessamento, Gama-DF.

## ABSTRACT

ASSIS, Geraldo Divino de. **Mapping of urban forest on a bicycle lane in Gama-DF. 2023**, xx p. Dissertation (Specialization in Urban Forestry). Department of Forest Products, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2023.

The remote way of monitoring the dynamics of occupation and use of urban soil is very used for calculations of territorial taxation, in accord with this, it offers opportunities for routine management of vegetation in cities. This study presents aspects of the urban forest and green infrastructure of public areas in intersection with the Gama-DF bicycle lane, through the use of remote images from the Chinese-Brazilian satellite of terrestrial resources - CBERS 4A and with local inspections. Features of trees, bushes, palm trees and other forms of vegetation were surveyed, in addition to photographic records of wildlife, birds, insects and reptiles. The CBERS 4A images were processed in the QGIS program, and the intersections of the treetop cover were mapped with an area of influence of 10 meters, for each side, of the route of the bicycle path traveled and registered in a global geographic positioning system device (GPS). Perceptions about green areas and analyses of measurements, classifications and the use of dendrology allow qualifying and quantifying urban forest. The results guide forestry technical contributions to achieve and guarantee, to city dwellers and their generations, the well-being of living in a tree-lined city, with excellent conditions for walking and using bicycles when locomoting to work, studying or practicing sports activities on bicycle lanes.

**Keywords:** Urban forest, bicycle lane, geoprocessing, Gama-DF.

## LISTA DE FIGURAS:

**Figura 1:** (a) Coleóptero *Euchroma gigantea* (b) colo da árvore com perfuração de *E. gigantea* (c) Munguba tombada em decorrência do ataque de *Euchroma gigantea*, localizada na Sede do Ibama, em Brasília/DF.

**Figura 2:** Flores de árvores pertencentes à família Malvaceae, presentes na arborização do Gama-DF, (a) *Pachira aquática*, (b) *Ceiba speciosa*, (c) *Ochroma pyramidale*.

**Figura 3:** Localização do Gama - DF no contexto Nacional.

**Figura 4:** Precipitação acumulada (mm) obtida da Estação nº 83.377 em Brasília, durante o período de 1961-2020.

**Figura 5:** (a) Recorte da imagem pancromática com a ciclovia objeto do estudo, dividida em três segmentos: Parque Ecológico do Gama (linha azul), Área Verde (linha verde) e Canteiros (linha amarela). (b) Largura da ciclovia dos segmentos Área Verde e Canteiros. (c) Largura ciclovia Parque Ecológico do Gama.

**Figura 6:** Valores de área, em hectares, e percentuais para a ciclovia do Gama – DF.

**Figura 7:** Classes de uso do Segmento Parque Ecológico do Gama – DF.

**Figura 8:** Valores de área em hectares e percentuais para as classes no Segmento Parque Ecológico do Gama – DF.

**Figura 9:** Conjunto de fotografias do Segmento Parque – Flora: (a) *Handroanthus* – ipê, (b) *Pterygota brasiliensis* – Maperoá, pau rei, (c) murundu após fogo, (d) *Calliandra dysantha* – caliandra (e) solos nus ao lado da ciclovia e próximo ao campo futebol sintético e (f) infraestruturas instaladas.

**Figura 10:** Detalhes da classificação Segmento Parque Ecológico do Gama - DF: (d) vetorização da copa da árvore de pau-rei, (e) classificação do murundum como infraestrutura e os solos do campo de terra representados pela coloração rosa.

**Figura 11:** Figura 11: Conjunto de fotografias da fauna silvestre Segmento Parque Ecológico do Gama – DF: (a) pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), (b) Tesourinha (*Tyrannus savana*), (c) Coruja (*Athene cunicularia*), (d) Quero-quero (*Vanellus chilensis*) (e) Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), (f) periquito (*Forpus xanthopterygius*), símbolo do time da cidade.

**Figura 12:** Classificação Segmento Áreas Verdes: (f) Segmento Áreas Verdes total, (g) aproximação da classificação num trecho entre a Feira Permanente do Gama até o sinaleiro do Corpo de Bombeiros.

**Figura 13.** Valores de área em hectares e percentuais para as classes no Segmento Áreas Verdes

**Figura 14:** Conjunto de Imagens do Segmento Áreas Verdes: (a) Área verde sem árvores, (b) sombreamento época de chuvas, (c) sombreamento época de estiagem, (d) e (e) visão da ciclovia em trecho situado em Setor Leste, (f) e (g) automóveis com livre acesso às áreas verdes na área de influência da ciclovia, (h) sombreamento; (i) veículo estacionado sobre o leito da ciclovia.

**Figura 15:** Classificação Segmento Áreas Canteiro do Gama – DF.

**Figura 16:** Valores de área em hectares e percentuais para classes no Segmento Canteiros ciclovia do Gama – DF.

**Figura 17:** Conjunto de fotografias do Segmento Canteiros: (a) e (b) sombreamentos próximos ao Estádio Valmir Campelo Bezerra, (c) sombra do jambolão e (d) trecho sinalizado indicando declividade acentuada no canteiro central próximo ao Centro Universitário do Planalto Central, (e) e (f) início do canteiro central da Avenida dos Pioneiros que separa o Setor Oeste do Setor Sul, árvores de jambolão.

**Figura 18:** Conjunto de fotografia de Sibipiruna no Gama – DF.

**Figura 19:** Comparação de folhagens de árvore do gênero *Albizia* – farinha seca:(a) (b)

**Figura 20:** Pneus nas áreas verdes (a) e (b), (c) descaracterização da área verde pública.



## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>7</b>
2.1	Inventários florestais e Infraestrutura verde .....	7
2.2	Áreas verdes, arborização urbana e floresta urbana .....	7
2.3	Vegetação e arborização .....	8
2.4	O satélite CBERS 4A .....	11
2.5	Mobilidade urbana .....	12
2.6	A cidade de Gama .....	12
2.7	As ciclovias .....	13
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
3.1	Área de Estudo .....	14
3.2	Base de dados .....	15
3.3	Processamento de dados .....	15
3.4	Validação dos dados .....	16
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>17</b>
4.1	Acurácia da classificação .....	17
4.2	Classes da ciclovia .....	17
4.2.1	Segmento Parque Ecológico do Gama .....	19
4.2.2	Segmento Áreas Verdes .....	22
4.2.3	Segmento canteiros .....	24
4.3	Aspectos gerais da arborização .....	25
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>27</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A instalação, manutenção e alterações de áreas verdes públicas requerem informações técnicas capazes de sustentar as ações do profissional planejador e executor da arborização urbana. Nesse sentido, o inventário florestal é revelador de informações consoantes aos objetivos específicos (PÉLLICO NETTO E BRENA, 1997). Diâmetros à altura do peito, alturas e identificação botânica são alguns dos elementos básicos e fundamentais de se conhecer para manejar a arborização urbana. Esses dados, em conjunto com outros mais, são coletados e suas análises geram índices que permitem comparações e classificações da qualidade da arborização urbana.

Os aspectos da infraestrutura verde da cidade, as interações da vegetação com a fauna silvestre, a prática de atividades ao ar livre, como desportos, cultura e lazer, a mobilidade e os meios de transportes utilizados, estão relacionados ao bem viver da população e podem ser associados à qualidade da arborização urbana. A região administrativa do Gama (RA II) possui ciclovias em sua área urbana desde 1981, contudo a construção de trechos em 2013, expandiu e consolidou o atual circuito.

Novas ciclovias foram construídas além dos limites da cidade, em 2017, às margens da rodovia DF-290 e, em 2022, às margens da rodovia DF-483, possibilitam deslocamentos até a cidade de Santa Maria – DF, Novo Gama – GO e o Céu Azul de Valparaíso de Goiás – GO, municípios goianos limítrofes a essa porção do Distrito Federal. Uma nova ciclovia, em fase de construção, às margens da rodovia DF-480, ligará a cidade ao Museu do Catetinho, a primeira residência oficial erguida para a construção de Brasília, notadamente nas terras da antiga Fazenda Gama, que deu nome à cidade, cujo projeto torna visível a forma de colmeias e hexágonos. Do Catetinho, o palácio sertanista de madeira, é possível usar ciclovias do Park Way e chegar, em ciclovias, à entrada do Aeroporto Internacional Juscelino Kubitschek.

As ferramentas de geoprocessamento podem ser utilizadas para a espacialização da arborização urbana e permitem análises da paisagem urbana com grande vantagem, como atualizações constantes e integradas para uma gestão ambiental das áreas verdes públicas. As imagens remotas possibilitam análises que podem melhor direcionar as ações relacionadas à arborização urbana, de forma expressa e de fácil visualização, portanto, no trajeto cicloviário há interseções constantes com árvores, arbustos e palmeiras. Tais interseções constituem padrões de acordo com os segmentos em análise.

Este estudo tem como objetivo utilizar as imagens do CBERS 4A para registrar e analisar a cobertura de copa da arborização urbana, associada a uma visão de campo, de forma a contribuir para a gestão da arborização no Gama - DF. Como objetivos específicos apresenta a cobertura de copas e sua distribuição na faixa de 10 metros, para cada lado, a partir dos limites da ciclovia, e avalia a arborização e a infraestrutura verde dos espaços públicos com interseções nas ciclovias.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Inventários florestais e Infraestrutura verde

De forma clássica e conceitual, Husch et al. (2003) classificam o inventário florestal como a base para o manejo, a conservação das florestas, o planejamento regional, fundamentando a tomada de decisões estratégicas nos diversos níveis administrativos.

Entre os parâmetros individuais das árvores, a idade é o tempo decorrido a partir da germinação da semente ou de brotação. Essa informação é importante em relação ao crescimento e como variável na avaliação da qualidade do local, que pode ser obtida com amplo e detalhado registro de todas as ações de manejo da arborização urbana (HUSCH et al., 2003).

Especificamente, Husch et al. (2003), sobre as mensurações de áreas de copas, registram que as medições de campo são difíceis devido à irregularidade das copas das árvores e que as medições podem ser feitas em fotografias aéreas verticais.

Aplicações tecnológicas que expandem o papel da medição da floresta para incluir o monitoramento da arborização urbana possibilitam economias de recursos monetários, pois o censo das árvores de uma cidade pode ultrapassar o empenho aplicado em outras esferas da Administração Pública, além disso, técnicas de amostragem para representar a população arbórea da cidade permitem estimativas representativas e confiáveis.

### 2.2 Áreas verdes, arborização urbana e floresta urbana

A consolidação dos conceitos para designar o conjunto da vegetação arbórea, presente nas cidades, é tema de estudos de Magalhães (2006), que aponta que o termo floresta urbana está ligado à expansão das cidades e à demanda crescente de métodos e técnicas que podem ser aplicados ao conjunto arbóreo desses espaços, e que árvores isoladas ou mesmo em pequenos grupos são bastante distintas de florestas. As florestas nas cidades estão em áreas maiores e contínuas e constituem ecossistemas característicos, com o estabelecimento de relações específicas com o solo, água, nutrientes, a fauna e outros componentes ambientais, portanto, a arborização é um termo usado com frequência nos trabalhos com árvores isoladas ou em pequenos grupos, mas sua aplicação é rara ou inexistente quando se trata da atividade florestal, como reflorestamento, e não tem qualquer ligação com atividades em florestas naturais, como o manejo de áreas silvestres.

A arborização urbana se restringe às ruas e às calçadas, árvores dispostas em linha, enfileiradas e espaçamento uniforme. Florestas urbanas em todos os locais possíveis de plantio e com árvores dispostas de forma variável, de acordo com as dimensões e as condições locais (GONÇALVES E PAIVA, 2004).

De acordo com o MMA (2021), as áreas verdes urbanas são categorizadas com base nos principais serviços ecossistêmicos prestados e na relevância desses serviços para os ambientes urbanos, praças, canteiros e parques. A seguir, conceitos ministeriais sobre o assunto:

- **Canteiros:** Área ajardinada e/ou arborizada que acompanha obras de infraestrutura viária. Estão incluídos nesta tipologia canteiros centrais, lineares, rotatórias e similares.
- **Praça:** Espaço público de livre circulação dentro de área urbana e periurbana, destinado à convivência, recreação, atividades econômicas e culturais, que geralmente dispõe de mobiliário urbano, equipamentos de lazer, arborização e permeabilidade. Estão incluídos nesta tipologia largos, quintas, jardins e similares.
- **Parque:** Espaço público de múltiplas finalidades, dentro de área urbana ou periurbana, com predominância de atributos naturais e cobertura vegetal,

destinado à proteção e ao uso sustentável de serviços ecossistêmicos, socialização, lazer ativo e contemplativo, prática de esportes e atividades econômicas, recreativas e culturais da população, e que pode ser utilizado para educação ambiental e pesquisa.

### 2.3 Vegetação e arborização

O Cerrado é uma das formações importantes no país, ocorrendo em todo Brasil Central, partes da Amazônia, do Nordeste e do Sudeste (FELFILI E SILVA JÚNIOR, 1998). Romariz (1996) destaca que o Cerrado ocupa cerca de 1/5 do território brasileiro, ocorrendo sobretudo nos planaltos do interior. Predomina em Goiás e Mato Grosso e estende-se por vários outros estados, tanto de forma contínua como em manchas. Pela vasta abrangência, não se pode falar em estrita relação com determinado tipo de clima, embora em sua área principal predomine o clima tropical com alternância das estações chuvosa e seca, sendo que esta dura de 3 a 4 meses. Destaca a vegetação do Cerrado *sensu stricto* de árvores geralmente baixas, troncos e galhos retorcidos, de formas irregulares, e de casca espessa de folhas grandes e coriáceas. De forma simples, a flora desse bioma possui diferentes fitofisionomias e ecossistemas associados.

Alencar (2008) registra problemas com algumas espécies plantadas no Distrito Federal há mais de 40 anos, como sibipirunas e mungubeiras (Figura 1).

As sibipirunas, *Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides*, presentes principalmente na avenida dos Bombeiros do Gama-DF, apresentam indivíduos arbóreos com estabilidade estrutural.

As mungubeiras (mungubas), *Pachira aquática*, reboleira avaliada entre o Serviço de Limpeza Urbana (SLU) e o Departamento de Trânsito (Detran), até o momento, não apresentam sinais de danos ocasionados pelo coleóptero *Euchroma gigantea* (Figura 1), umas de suas denominações é besouro-metálico, que tanto prejudica não só exemplares em áreas do Plano Piloto de Brasília, Região Administrativa I. Garcia (1988) constatou *Euchroma gigantea* em 23,7% das mungubas de Goiânia e Resende (2019) estudou o ciclo de vida do inseto e reporta registros de danos em árvores da família Malvaceae em Belo Horizonte.

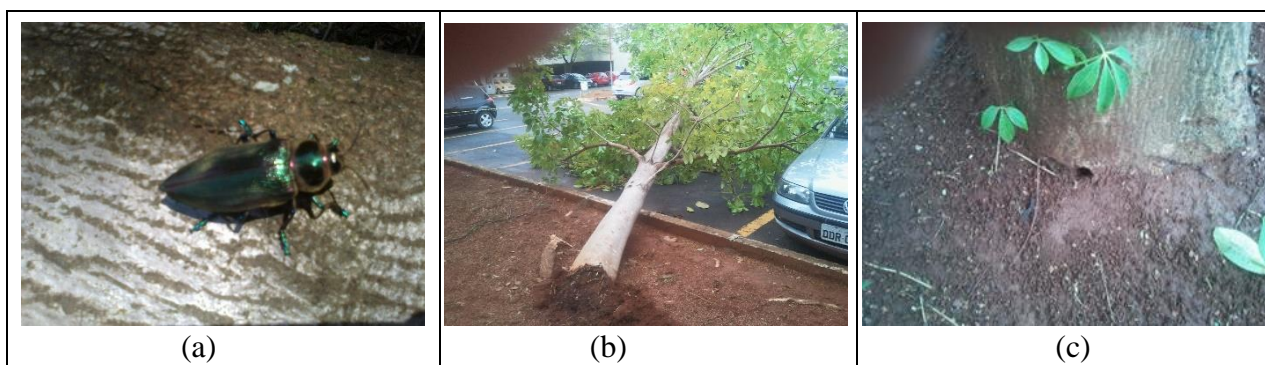


Figura 1: (a) Coleóptero *Euchroma gigantea*; (b) Munguba tombada em decorrência do ataque de *Euchroma gigantea*, localizada na Sede do Ibama, em Brasília – DF; (c) colo da árvore com perfuração de *E. gigantea*.

Ainda sobre a família Malvaceae, cumpre-nos destacar o pau-de-bálsamo, *Ochroma pyramidale*, por possuir característica ornamental, ser de rápido crescimento, com madeira extremamente leve, usada na fabricação de aeromodelos e pranchas de surfe, cuja densidade é da ordem de 265 kg/m<sup>3</sup>, (PAULA; ALVES, 2007), em que perdas de galhos, de forma natural ou por podas, a comprometem severamente. Além dessa espécie, a paineira *Ceiba speciosa*,

que espalha suas painas brancas e tem flores e frutos muito apreciados pelos periquitos do gênero *Forpus*.

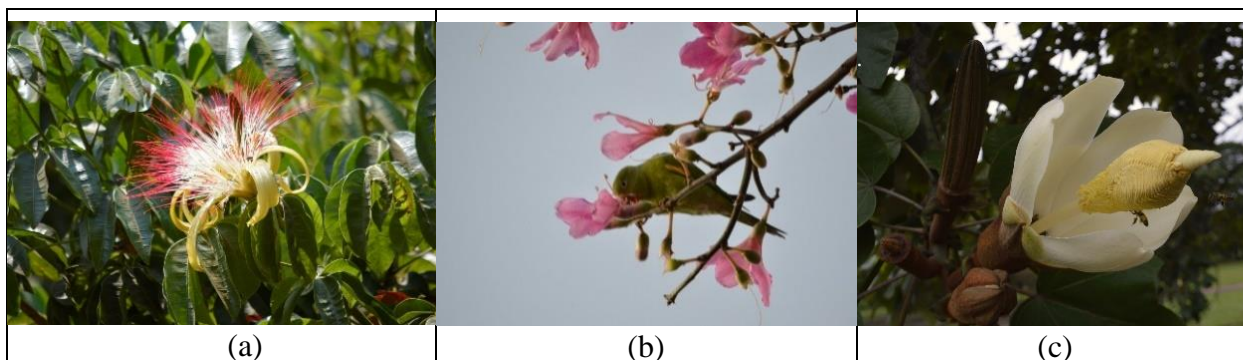


Figura 2: Flores de árvores pertencentes à família Malvaceae; presentes na arborização do Gama-DF: (a) *Pachira aquática*; (b) *Ceiba speciosa*; (c) *Ochroma pyramidale*.

O segmento da ciclovia no Parque Ecológico permite observar presença singular dos murunduns, unidade vegetacional com campo úmido, entre os murunduns, e Cerrado sobre o topo de montículos naturais de terra, em forma de abóbodas, com presença ou não de cupinzeiros (EITEN, 2001). O Parque Ecológico se destaca como área de interesse para a observação de aves silvestres, escutar sons de outros representantes da fauna, ver luzes de insetos durante período noturno e observá-los durante o dia.

Vital (2012) faz revelações sobre cidades que são modelos de desenvolvimento urbano sustentável, destaca atributos das cidades relacionados aos parques e áreas verdes, incentivo ao uso da bicicleta, sistema de transporte público eficiente e sistema de reúso de água de chuva, compondo o cenário de infraestruturas verdes, telhados verdes, avenidas com canteiros centrais, ruas arborizadas e jardins de chuva. Segundo a mesma autora, o espaço público aberto é entendido como estruturador dos princípios de conservação urbana, e sustentáculo da identidade cultural, da habitabilidade e da paisagem cultural. É representado, também e especialmente, pelo sistema de conectividade para a escala do pedestre e do ciclista, ou seja, as calçadas e as ciclovias. Existem, ainda, as praças, os largos e os parques, lembrando que essas modalidades são classificadas como equipamentos públicos.

No tocante à formação de teto verde, de acordo com aspectos dimensionais do segmento viário, vias mais largas, dificilmente, permitirão a total cobertura por dossel arbóreo, mesmo com a presença de árvores de grande porte. Em vias mais estreitas, quando as condições de infraestrutura são favoráveis, as árvores conseguem formar plenamente um teto verde, (VIGNOLA JÚNIOR, 2015). Sobre esse tema, o emprego a ser utilizado forma galeria e não teto verde. O termo mata de galeria define com exatidão a explicação acima sobre teto verde, mas prevalece a ideia central e isso é verificável nas vias da cidade, comprovando que há trechos da ciclovia sob galeria.

Silva e Casagrande (2013) destacam que os descartes, de modo geral, podem tornar-se um passivo ambiental que demanda gestão, bem como os da saúde pública, pois expostos no meio ambiente favorecem a proliferação de insetos vetores de doenças infecciosas como dengue febre amarela, malária (Região Norte). Ações que impeçam o uso de pneus, tornam-se expressão do princípio da prevenção, segundo o qual, as agressões previsíveis ao meio ambiente devem ser antecipadas e evitadas, uma vez que a recuperação dos recursos naturais pode ser muito onerosa, incompleta e, muitas vezes, até impossível.

Além da saúde, a precisão de exaltar a beleza, a estética e respeitar as orientações técnicas, urge educar a população e evitar uma desordem ambiental de reutilizar pneus na arborização urbana, constatado em muitos lugares do Brasil, a saber: Gama-DF, Plano Piloto e demais regiões administrativas do Distrito Federal: Áreas públicas e lotes institucionais, em

Seropédica-RJ, em Brasília-AC, em municípios ao longo das rodovias brasileiras, Brasília até Cruzeiro do Sul – AC, Brasília – Belém, Brasília – Salvador – Aracaju – Alagoas, de Boa Vista – Pacaraima, nas Minas Gerais, em Portel – PA, em Terra-Santa – PA, em Santarém – PA, em Oriximiná – PA, em Itapuã-do-Oeste -RO, em São Paulo- SP, em Goiânia – GO, em Trindade – GO e em muitos outros municípios brasileiros (registros próprios).

Até em Yaroslavl, na Rússia, pneus são utilizados na arborização urbana. Possível de comprovar com um simples exame nas imagens de suas ruas.

A presença de adereços nas árvores da arborização urbana (pregos, pneus, garrafas plásticas, vasilhames diversos, placas comerciais, caiação generalizada, vidros, tampinhas de garrafas e outros) conspurcam a arborização e causam danos associados ao desenvolvimento da planta.

No caso do emprego dos pneus, o mínimo esmero prevalece, limitador do crescimento diamétrico da árvore ou da palmeira, em defeito ao crescimento do tronco em espessura, conforme salientado por Paula e Alves (2007). Isso, resulta do trabalho das divisões mitóticas das células cambiais (iniciais fusiformes e iniciais radiais), e as células do felogênio, também chamadas câmbio da casca, continuam formando periderme, para acompanhar o crescimento do volume de xilema e floema secundários, no cilindro vascular do tronco. Em palmeiras, que também são limitadas por pneus, o aumento em diâmetro do estipe ocorre de modo distinto.

É preciso medidas educativas e impeditivas ao uso de pneus ou suas partes na arborização urbana, em áreas públicas. A remoção dos pneus espalhados pelas áreas verdes é representativa para uma mudança de comportamento e diminuição de gastos futuros.

A circulação de automóveis sobre áreas verdes públicas, bem de uso comum, descaracterizam as funções ambientais destas e trazem transtornos aos moradores e transeuntes, pois eliminam parte da vegetação e impossibilitam a regeneração natural, solos são prejudicados, compactados e perdem eficiência na absorção da água da chuva. Na estação seca, poeira, na estação chuvosa, a lama.

É costume uso de áreas verdes públicas por proprietários de lotes lindeiros e comum a instalação de edificações com atividades econômicas ou sociais atrativas de automóveis, que demandam acesso e local de estacionamento sobre áreas verdes. Também há conversão de áreas verdes públicas em estacionamentos impróprios, em geral, desprovidos de árvores e com degradações ambientais representativas, além disso, promovem a descontinuidade da faixa da ciclovia ou a interrompem por completo.

E, grandes estacionamentos contíguos, sem arborização, em áreas privadas comerciais, revestidos de asfalto ou outros materiais de baixa permeabilidade completam o cenário de impermeabilização dos solos urbanos do Gama – DF, portanto, a ação prioritária seria frear o aumento da impermeabilidade dos solos urbanos e ao mesmo tempo executar benfeitorias em arborização urbana e infraestrutura verde, capazes de aumentar a área permeável sob domínio público ou privado.

Jardim e Umbelino (2020) registram a importância de um sistema de informações georreferenciadas para o manejo da arborização urbana, aplicável em escalas mais próximas, que permita identificar, com precisão, a localização de cada árvore existente, áreas sem arborização, priorizar plantios em áreas verdes, em quadras, canteiros e praças, para erradicar ou diminuir o déficit arbóreo. É preciso acrescentar que, além dos registros dos autores, é de fundamental importância identificar alterações de uso de áreas verdes públicas causadoras de impermeabilizações do solo ou a simples perda da cobertura de vegetação rasteira.

Agarwal et al. (2020) exemplificam que cidades, em todo o mundo, utilizam mapeamento para planejar programas de plantio de árvores, identificar lacunas na cobertura arbórea, que requerem intervenção, relacionar informações sobre o manejo da terra com a biodiversidade das árvores e mapear copas de árvores urbanas com precisão e economia. Na ausência de sistematizações da arborização, emprega-se abordagens semiautomáticas para mapear e monitorar árvores. As áreas verdes urbanas fornecem serviços ecossistêmicos, suporte à

biodiversidade e sequestro de carbono, mas sua importância é amplamente ignorada por planejadores e administradores, principalmente em cidades em desenvolvimento.

Roriz (2021) elenca quesitos para plantios de árvores e palmeiras, ao longo de ciclovias urbanas, em cidades tropicais, mostra que pela própria diversidade da composição vegetal, as respostas quanto à atenuação do microclima é diretamente relacionada às características da planta: Tamanho da abertura permeável disponível; área de sombreamento, conforto térmico proporcionado; rapidez de crescimento, altura da árvore quando adulta; custos com manutenção; ecologia (árvores e palmeiras têm funções fundamentais de abrigo e alimentação para a fauna e a estética da via).

## 2.4 O satélite CBERS 4A

O satélite CBERS 4A possui diversos sensores ou instrumentos, como sensores WPM (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura), câmera de Campo Largo (WFI) e câmera MUX (Câmera Multiespectral Regular) que fornecem imagens com resolução espacial que podem variar de 2 m a 55 m. A Tabela 1 resume as características dos sensores do satélite CBERS 4A.

**Tabela 1.** Descrição dos sensores do satélite CBERS 4A.

Sensor	Bandas	Resolução Espectral (p.m)	Resolução Espacial (m)	Resolução Temporal (dias)
WPM	P	0,45 - 0,90	2	
	B1	0,45 - 0,52		
	B2	0,52- 0,59	8	
	B3	0,63 - 0,69		
	B4	0,77 - 0,89		31
MUX	B5	0,45 - 0,52		
	B6	0,52- 0,59	16,5	
	B7	0,63 - 0,69		
	B8	0,77 - 0,89		
WFI	B13	0,45 - 0,52		
	B14	0,52 - 0,59		
	B15	0,63 - 0,69	55	5
	B16	077 - 089		

Fonte: Adaptado de INPE (2018).

O satélite CBERS 04A possui grande potencial para atender múltiplos requisitos de aplicações em função de suas características de resolução espacial, resolução temporal, e características espectrais e radiométricas (INPE, 2023).

## 2.5 Mobilidade urbana

Segundo Neri (2012), o conforto ambiental é um estimulador do ciclismo urbano. A arborização urbana, seus benefícios para as cidades e, em especial, para os ciclistas, com referência ao conforto ambiental, abrangem aspectos como redução da insolação direta, diminuição da velocidade dos ventos, amenização da poluição sonora e atmosférica e diminuição da temperatura. Nesse contexto, esse indicador valoriza corredores que apresentam arborização em canteiros centrais ou passeios, destaca as distâncias de raio, a partir do centro, em observância aos serviços essenciais, menciona a declividade como fator para a mobilidade por bicicleta.

Tempestades mais frequentes e mais intensas oferecem ameaça à infraestrutura aérea da cidade (postes, sinalização e arborização) cujos danos podem alcançar estações e fluxos de veículos e pedestres. Um dos riscos para a mobilidade urbana e a segurança das pessoas é a queda de árvores sobre vias, sistemas de fornecimento de energia e telecomunicações, decorrente de tempestades com fortes rajadas de vento. Um fator que aumenta essa sensibilidade é a utilização de espécies pouco adequadas ao espaço urbano e com baixa resistência a ventos fortes, como raízes superficiais, galhos pouco flexíveis, porte avantajado, alta densidade de folhagem e da madeira, idade avançada, além da eventual conservação inadequada, bem como o uso de pavimentos que compactam e diminuem a camada superficial de solo, contribuindo para a queda de árvores, já que impedem o crescimento e o aprofundamento das raízes (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017).

## 2.6 A cidade de Gama

A Região Administrativa do Gama – RA II – completa 63 anos em 2023. Sua inauguração ocorreu em 12 de outubro 1960. Com área de 27.605,34 hectares, o Gama recebe água para seu abastecimento do reservatório do Rio Descoberto, Engenho das Lajes, Alagado, Crispim, Ponte de Terra e Olho D'Água.

As terras que fazem parte do Gama pertenciam a Santa Luzia - GO. O primeiro núcleo habitacional foi implantado em 1960 e as primeiras edificações eram de madeira, inclusive a Igreja de Nossa Senhora Aparecida, localizada no Setor Oeste da cidade.

A RA II está estabelecida na Lei nº 4.545 de 1964, ocasião em que o território do Distrito Federal foi subdividido em 8 Regiões Administrativas, sendo que hoje são 33 regiões administrativas, cujos limites físicos definem a jurisdição da ação governamental, para fins de descentralização administrativa e coordenação dos serviços públicos.

Pesquisas governamentais (CODEPLAN, 2022), aponta que a população urbana da RA Gama era de 137.331 habitantes em 2021, mostram números sobre o comportamento dos moradores do Gama: (a) Por insuficiência de amostra, a bicicleta não figura como um dos meios de transporte utilizado para ir ao trabalho principal, além disso, (b) 98,9% declararam que não utilizam a bicicleta como meio de transporte para o trabalho principal, no entanto, (c) 30% possuem bicicletas, (d) 71,5% dos entrevistados declararam possuir automóvel, (e) a bicicleta também não figura na lista do principal meio de transporte da casa até a unidade de ensino, (f) 39,6 % da população exerciam seu trabalho principal no Gama, (g) a distribuição dos domicílios ocupados, segundo material predominante nas paredes externas, a madeira das casas dos pioneiros da cidade não possui mais representatividade amostral, pois 94,3% das residências apresentavam parede externa, de alvenaria, com revestimento.

Há muito a ser feito em prol do sistema de transporte urbano sustentável, uma vez que esses modos de transporte não são emissores de gases prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. O ciclismo é considerado o modo mais adequado para as distâncias de 2 a 5 quilômetros. De



acordo com Estados-Membros como Holanda, Dinamarca, partes da Alemanha e em Flandres, até 8 quilômetros. Em países como Dinamarca, Reino Unido e Alemanha, as cicloviárias estão sendo construídas ou foram construídas para permitir andar de bicicleta em distâncias mais longas, sem, ou poucas interrupções, para atravessar ruas e sinais de trânsito. Pedalar e caminhar são atividades físicas que melhoram a saúde e o bem-estar das pessoas. Dessa forma, possuem impacto econômico, em função da redução dos custos relacionados à saúde. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013).

A cidade passa por constantes transformações, associadas à infraestrutura familiar, ocupação total do lote urbano, com edificações e impermeabilização do solo, impedem individualizar as responsabilidades sobre a quantidade de águas das chuvas que percolam e que poderiam infiltrar nos solos, pois raros são os lotes urbanos, com quintais, que possuem espaços dedicados a hortas, flores, roseiras, que tenha árvores, arbustos ou palmeiras. Esse costume pode ser explicado, em parte, pela perspectiva de segurança, com o fechamento da cobertura frontal das residências e alterações da taxa de ocupação, e coeficiente de aproveitamento dos lotes urbanos permitidos pela legislação distrital.

## 2.7 As cicloviárias

Segundo Lusk et al. (2020), o posicionamento de elementos como árvores e bancadas, bem como o uso de materiais de revestimento, pode sugerir uma rota preferida para ciclistas. Os autores, ainda fazem um alerta para as folhas que caem e que podem tornar a ciclovia escorregadia, especialmente nas curvas. Este estudo mostra que os participantes da pesquisa perceberam que a arborização das ruas entre a ciclovia e a rua bloqueia a percepção do tráfego e fez com que sentam mais frescor. Também pedem o desenvolvimento de padrões de planejamento urbano para calçadas, cicloviárias e árvores, especialmente porque a copa das árvores oferece múltiplos benefícios.

Nesse sentido, quebra-ventos usando plantações, árvores, sebes ou cercas, podem ajudar a mitigar os efeitos de fortes ventos prevalecentes em áreas adjacentes às cicloviárias (DEPARTMENT FOR TRANSPORT UK, 2020).

Fernandes (2021), por sua vez relata a percepção de ressignificações que chegaram a extrapolar o campo da mobilidade urbana, em especial no que se refere à concepção dos espaços públicos, portanto, há conflitos de interesses entre segmentos da sociedade e polarizações da opinião pública sobre a instalação de cicloviárias.

Não se pode esquecer que a ciclovia também contribui para a impermeabilização dos solos no Gama-DF, principalmente por ser instalada nas áreas verdes e canteiros, nesse sentido, Balbo et al. (2022), afirma que, além da pavimentação, a impermeabilização causada em superfícies pavimentadas deve ser o principal objeto de mitigação para cidades sustentáveis, desenvolveu e instalou trecho experimental de cicloviárias, com pavimentação de maior permeabilidade. Para isso, propõe o uso de pigmentos coloridos no concreto, como alternativa às pinturas das cicloviárias, com tintas, na busca por menor escoamento superficial das águas da chuva.

As condições climáticas também interferem na escolha pelo uso da bicicleta, de acordo com Meneses e Sales (2018), sendo o calor um dos mais citados, seguido da chuva. A partir disso, considera-se relevante o registro das temperaturas superficiais dos materiais que compõem as cicloviárias da cidade, bem como as condições de arborização das próprias, propondo planejamento integrado entre as cicloviárias e sombreamento arbóreo, reduzindo as altas temperaturas superficiais e a temperatura do ar, de modo a contribuir com a sensação de conforto dos usuários.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

O Distrito Federal situa-se entre 850 e cerca de 1400 metros do nível do mar em uma das áreas mais elevadas da Região Centro-Oeste. Possui altitude média de 1.100 metros e o ponto mais alto é o Pico do Roncador, localizado na Serra de Sobradinho com 1.341 metros acima do nível do mar. O Planalto Central, correspondendo ao que restou dos aplainamentos que afetam esta região, caracterizam a forma de relevo mais frequente nesta área - as chapadas.

O estudo foi desenvolvido nas ciclovias da Região Administrativa do Gama-DF, uma vez que a própria foi construída em áreas verdes públicas (Figura 3). As ciclovias deste estudo abrangem áreas verdes, praças, canteiros centrais, Parque Ecológico e estacionamentos da cidade do Gama-DF. O levantamento de campo foi realizado entre os meses de junho de 2022 a janeiro de 2023.



Figura 3: Localização do Gama no contexto Nacional.

A classificação do clima no Distrito Federal é Aw, segundo Köppen, é tipo predominantemente tropical de altitude, com estação seca no inverno. São identificadas duas estações distintas: quente e úmida de outubro a abril, e seca de maio a setembro, conforme a Figura 4.

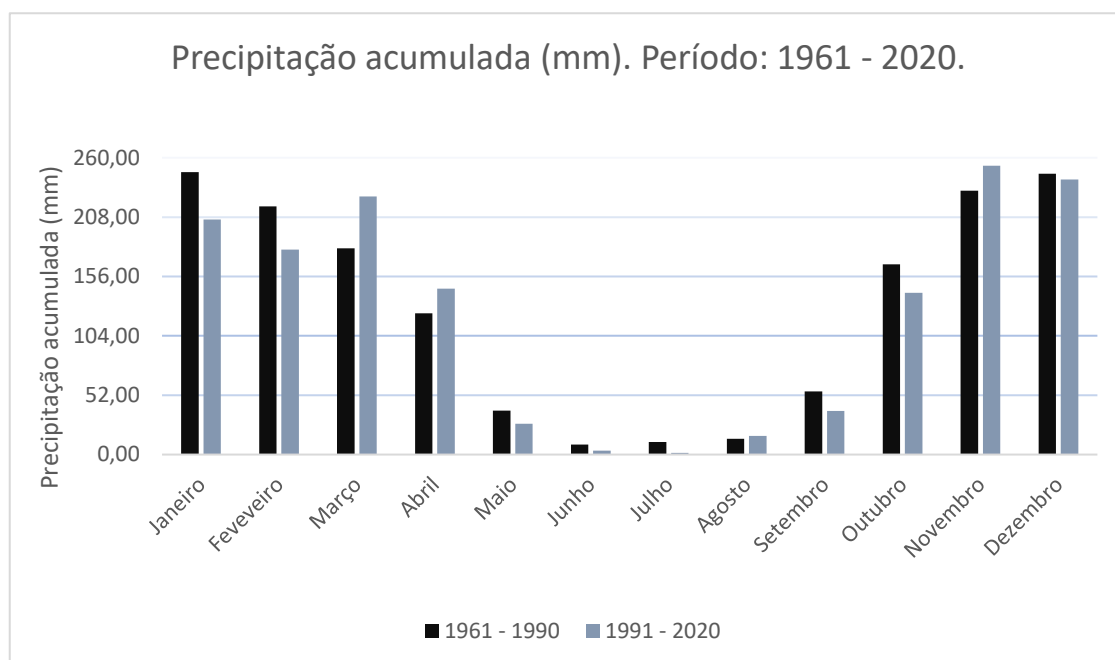


Figura 4: Precipitação acumulada (mm) obtida da Estação nº 83.377 em Brasília, durante o período de 1961-2020. Fonte de dados: Instituto Nacional de Meteorologia.

### 3.2 Base de dados

A partir do percurso cicloviário, registrado em aparelho de navegação GPS, registros fotográficos realizados com câmera digital de reflexo por lente (18-300mm), houve a inserção das linhas e waypoints no programa TrackMaker Profissional, para unificar as linhas das trilhas percorridas e para excluir arestas de registros não lineares, resultantes de paradas para registros fotográficos e anotações gerais.

O recinto temático dos registros fotográficos foram a fauna silvestre urbana, os verticilos florais, as árvores, os arbustos e as palmeiras, as áreas verdes, a ciclovia e a sinalização viária.

A identificação das espécies partiu especialmente das observações de flores e frutos (PROENÇA et al., 2000), mas foram também utilizados elementos da dendrologia, como folhas, ritidoma, fuste e outros.

A identificação das aves registradas, que constituem a fauna nativa mais evidente aos olhos humanos (ANTAS, 1988), foi parte integrante do estudo, que recorreu ao guia referenciado.

As análises realizadas a partir da imagem WPM/CBERS 4A, obtida em 28 de julho de 2022, coincidem com a época de estiagem no Distrito Federal, quando a vegetação natural e gramados secos, às vezes encontravam-se acinzentados pelas chamas do fogo, comuns nesse período. Além dos fatos, neste clímax temporal, surgem árvores decíduas e árvores com folhagens, que são as mais preferidas, por pássaros e pelos moradores, pois são respectivamente refúgios para a vida silvestre e fornecedoras de sombras.

### 3.3 Processamento de dados

Com o arquivo do percurso da ciclovia limpo, obtido com GPS, no formato *Shapefile*, passou-se a usar o programa QGIS – versão Buenos Aires, para o processamento dos dados

espaciais. Nesse ambiente, criou-se uma faixa de 10 metros, para cada lado do traçado da ciclovia.

De forma remota, para o registro da radiação, ao manipular as bandas, o espectro evidenciado é na faixa de radiação no infravermelho próximo, portanto, destaque na coloração vermelha para o dossel ou copa de árvores próximas ou isoladas. Isso facilita a coleta de amostras, para a realização da classificação supervisionada.

Sob a área de influência da ciclovia, além do interesse em destacar as copas das árvores (1), a classificação supervisionada classificou a vegetação rasteira e os gramados (2), o solo exposto (3) e asfalto, brita, concreto e outras infraestruturas (4).

Com uso do complemento Dzetsaka, a classificação reportou consonância entre as amostras, as detecções e as confirmações de campo ou comparações com imagens do GeoPortal do Distrito Federal. Os campos de futebol sem grama apresentam a classificação de solo exposto (3). Os campos de futebol gramados estão classificados com vegetação (2) e os campos sintéticos, bem como os murundus, atingidos pelo fogo, a classificação de infraestrutura (4).

As imagens do satélite CBERS 4A/WPM foram escolhidas no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023), bandas 1, 2 e 3 foram fusionadas e posteriormente, adicionada à banda 0 - pancromática para maximização da resolução.

Hamamura (2020) discorre positivamente sobre a fusão pancromática, pois amplia a distinção dos materiais nas cidades, útil para segmentações, sem precisão de separar as copas das árvores, caso deste estudo, e sobre delinear a copa de cada árvore, mais adequado para o uso das imagens do Geoportal do Distrito Federal, imagens *Web Feature Service WMS*, de melhor resolução, pois é possível descarregar arquivos de pontos de árvores, para compor as análises. Moreira et al. (2007) associam interpretações visuais de imagens e checagens locais para a verificação do mapa.

### 3.4 Validação dos dados

Após a classificação supervisionada da imagem, buscou-se validá-la, sendo a acurácia estimada pelo coeficiente Kappa (COHEN, 1960), com o uso do complemento GRASS, e pela ferramenta *r.kappa*, no QGIS – versão 3.26.2 – Buenos Aires, a partir das amostras de validação de cada classe. A ferramenta *r.kappa* tabula a matriz de erro do resultado da classificação, cruzando a camada do mapa, classificada em relação à camada do mapa de referência.

Os valores de kappa para as classes gerais e de cada classe foram calculados junto com suas variações. Também foram tabulados o percentual de erros de comissão e omissão, o resultado total de classificação correta por contagens de pixels, a área total em contagens de pixels e a porcentagem geral de pixels classificados corretamente, de acordo com a equação:

$$kpp[i] = (pii[i] - pi[i] * pj[i]) / (pi[i] - pi[i] * pj[i])$$

onde:

- $pii[i]$  é a probabilidade de concordância (ou seja, número de pixels, para os quais há concordância, dividido pelo número total de pixels avaliados);
- $pi[i]$  é a probabilidade de classificação  $i$  tendo classificado o ponto como  $i$ ;
- $pj[i]$  é a probabilidade da classificação  $j$  ter classificado o ponto como  $i$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Acurácia da classificação

O Quadro 1 evidencia a matriz de erro, podendo ser observados os erros de omissão para a classe dossel/copas, de 25 pixels, representando apenas 1,4% do conjunto de validação (amostras de referência). Essa classe apresenta os melhores resultados de acurácia. A classe vegetação rasteira/grama apresenta erros de omissão de 139 pixels para solo exposto e 27 pixels para infraestrutura. Na época de aquisição da imagem (28/7/22), os gramados se encontravam-se muitos secos apresentando falhas, desgaste ou trilhas, o que favorece a confusão com a classe solo exposto.

Quadro 1: Apresentação da matriz com os valores de cada classe.

Classe	Amostras de referência			
	Dossel/copas	Vegetação rasteira	Solo exposto	Infraestrutura
Dossel/copas	1709	0	0	0
Vegetação rasteira/grama	25	13109	61	0
Solo exposto	0	139	1615	0
Infraestrutura	0	27	4	868

A classe dossel/copas de árvores não apresenta erros de comissão. O Quadro 2 demonstra que não houve inclusões de áreas de dossel/copas de árvores em outras classes. O maior percentual de erro de comissão é da classe solo exposto, com 7,9% em outras classes. Essa mesma classe, tem o maior erro de omissão.

Quadro 2: Percentual de erros de comissão e omissão total de classificação correta por contagens de pixels e índice Kappa.

Classe	% Comissão	% Omissão	Estimativa Kappa
Dossel/copas	0.00	1.44	1.00
Vegetação rasteira/grama	0.65	1.25	0.97
Solo exposto	7.92	3.87	0.91
Infraestrutura	3.44	0.00	0.96
Total			<b>0.96</b>

A Estimativa Kappa total foi de 0,96, reportando ainda valores altos e máximo para classe dossel/copa. Hamamura (2020) traz ressalvas para comparações de valores de trabalhos, em razão da quantidade de classes, quantidade de amostras, formas de validação do classificador e emprego de validações cruzadas, separação de amostras (treinamento/validação), citando o risco de modelo sobreajustado.

### 4.2 Classes da ciclovia

Para fins de análise dos dados, a área de estudo está dividida em 3 segmentos a saber, Parque Ecológico do Gama, Áreas Verdes e Canteiros (Figura 5). Ao todo a ciclovia possui 28.500 m de extensão e sua largura é de 2,20 m, ou seja, 1,10 m por sentido de tráfego, excetuando o trecho que corta a Parque Ecológico, pois, neste, há uma faixa exclusiva para o pedestre, acoplada à ciclovia, aumentando em 1,10 m sua largura, a saber: 3.30 m de faixa pavimentada com asfalto para uma extensão de 2.900 m, totalizando uma área de 65.895 m<sup>2</sup> de ocupação do solo, com a ciclovia, a aumentar a área impermeável da área urbana.

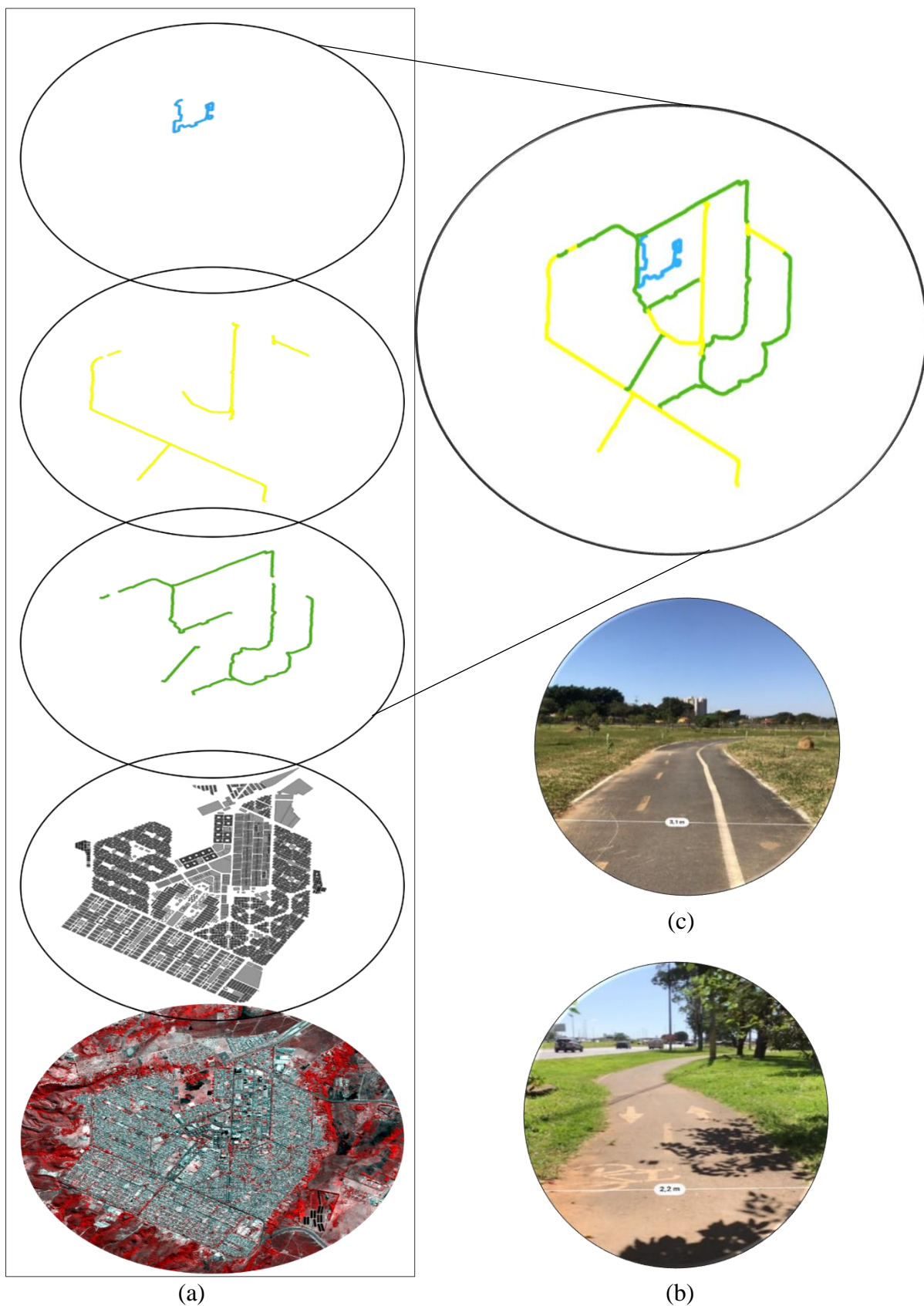


Figura 5: (a) Recorte da imagem pancromática com a ciclovia objeto do estudo, dividida em três segmentos: Parque Ecológico do Gama (linha azul), Área Verde (linha verde) e Canteiros (linha amarela). (b) Largura da ciclovia dos segmentos Área Verde e Canteiros. (c) Largura ciclovia Parque Ecológico do Gama.

A Figura 6 indica a área, em hectares, para cada classe mapeada. As análises remotas da faixa de 10 m para cada lado da ciclovia reportaram, após a vetorização da imagem classificada. Calcula-se que o percentual de copas detectáveis pelo satélite CBERS 4A, notadamente, pode contribuir para amenizar as adversidades ambientais em torno da ciclovia, pois é de 32,65%, portanto, a área da ciclovia cuja projeção das copas sobrepõe a área de influência da ciclovia estudada é de 18.500 m<sup>2</sup>.

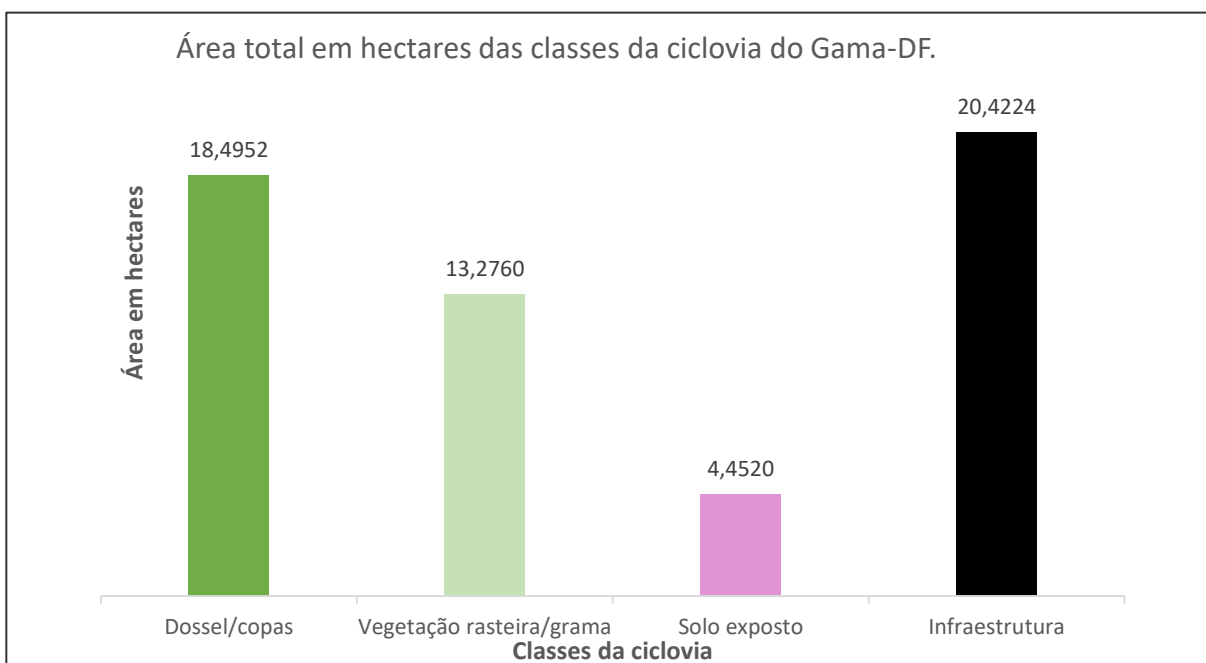


Figura 6: Valores totais de área em hectares para a ciclovia do Gama - DF:

#### 4.2.1 Segmento Parque Ecológico do Gama

O trecho da ciclovia nos limites do Parque Ecológico, possui em sua área de influência registros de vegetação rasteira/grama (2), da copa das árvores (1) e quadrantes de 2m x 2m (pixel), em suas margens, com classificação de infraestrutura (4) asfalto e solo exposto (3), advindos dos limítrofes dos campos de futebol de solos às vistas, acabamento de motoniveladora e campos de grama sintética, estacionamentos e infraestruturas instaladas.

Evidencia-se a classificação de áreas de vegetação queimada como tema (4) infraestruturas, ocorrências e registros de fogo na vegetação é comum nesta época do ano, conforme a Figura 7 e Figura 8.



Figura 7: Classes de uso Segmento Parque Ecológico do Gama – DF.

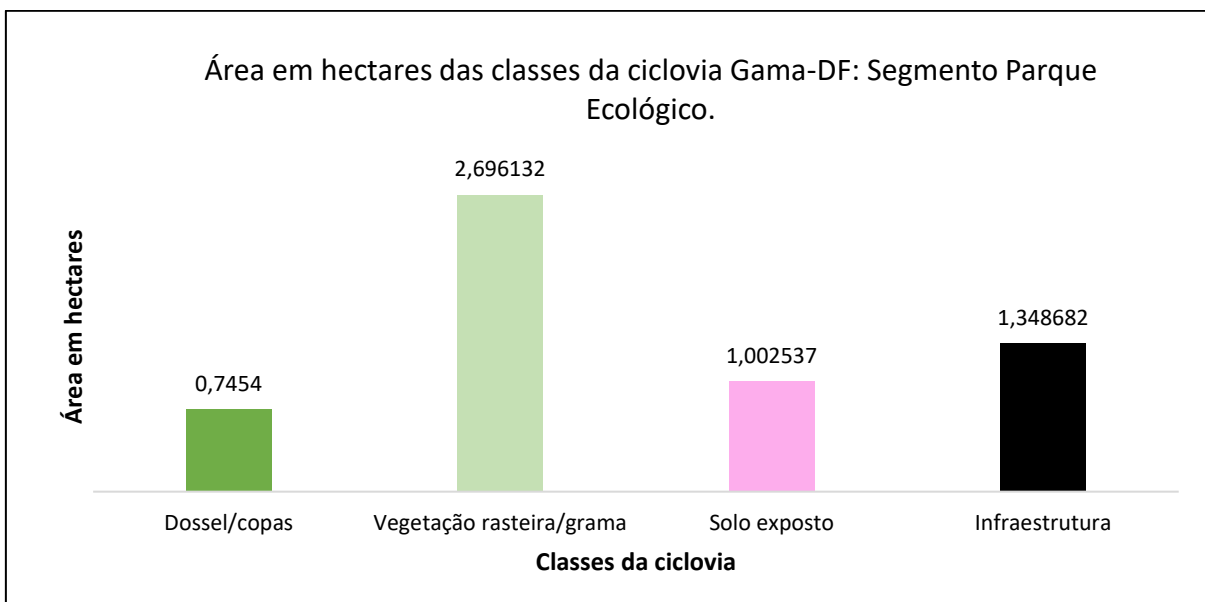


Figura 8. Valores de área em hectares e percentuais para classes no Segmento Parque Ecológico do Gama – DF.

Fotografias do segmento Parque Ecológico do Gama são reveladas na Figura 9, com vegetação gramínea do Cerrado e presença de gramíneas não oriundas do Cerrado. Nesse segmento há presença de plantios de mudas sob a área de influência deste estudo, contudo é preciso manter as fisionomias do Cerrado, a biodiversidade, a paisagem que migra dos murunduns aos buritizais, e resguardar as atuais vistas para os frequentadores apreciadores do acaso.



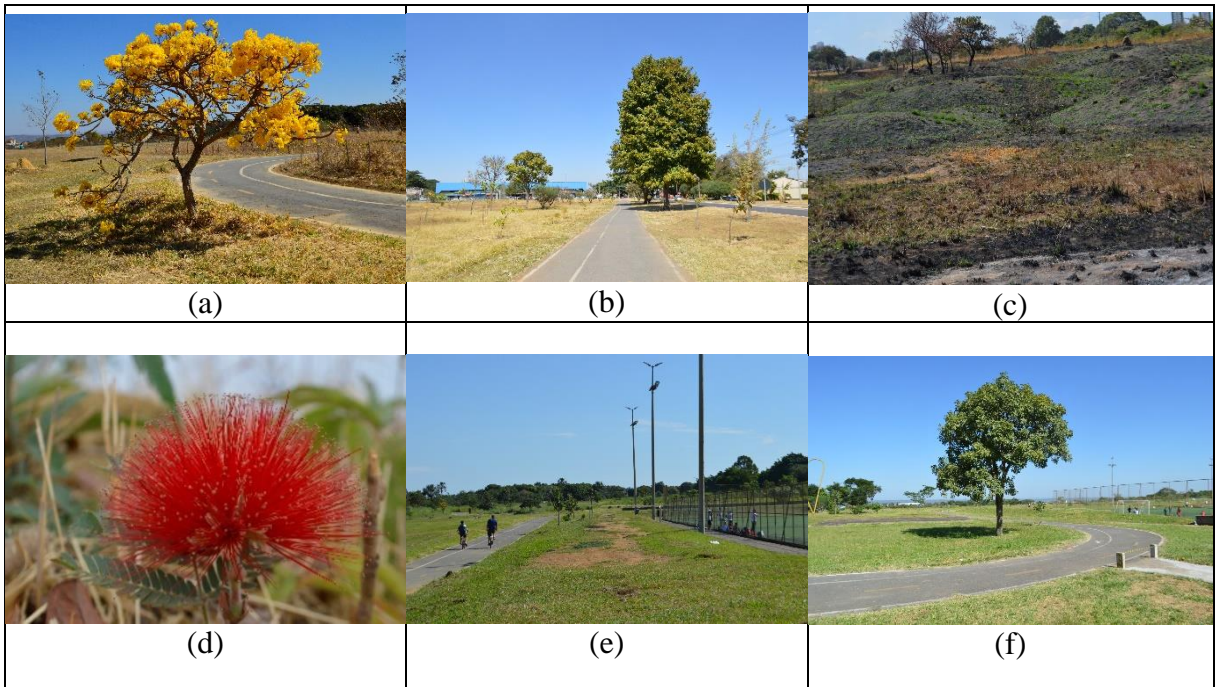


Figura 9: Conjunto de fotografias do Segmento Parque – Flora: (a) *Handroanthus* – ipê; (b) *Pterygota brasiliensis* – Maperoá, pau-rei; (c) murundu após fogo; (d) *Calliandra dysantha* – caliandra (e) solos expostos ao lado da ciclovia e próximo ao campo de futebol sintético; (f) infraestruturas instaladas.

As respectivas classificações vetorizadas correspondem com a presença dos objetos identificados em campo (Figura 10).

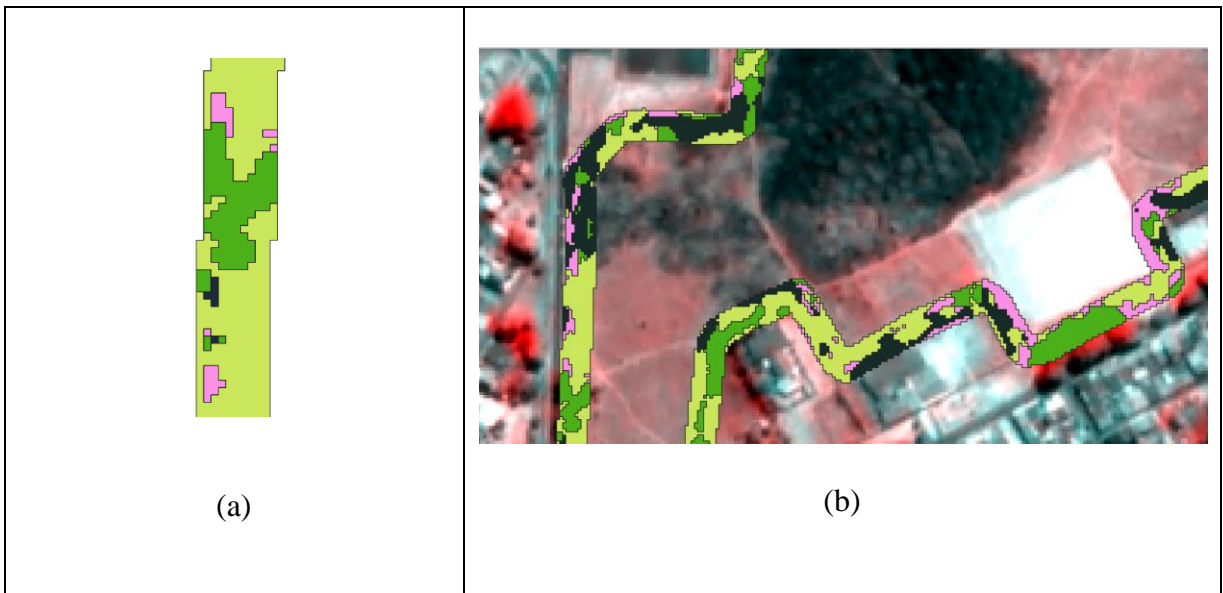


Figura 10: Detalhes da classificação Segmento Parque Ecológico do Gama - DF: (a) vetorização da copa da árvore de pau-rei; (b) classificação do murundum como infraestrutura e os solos do campo de terra representados pela coloração rosa.

A fauna silvestre pode ser apreciada com facilidade enquanto se passeia de bicicleta no Parque Ecológico do Gama. A Figura 11 mostra alguns dos representantes.

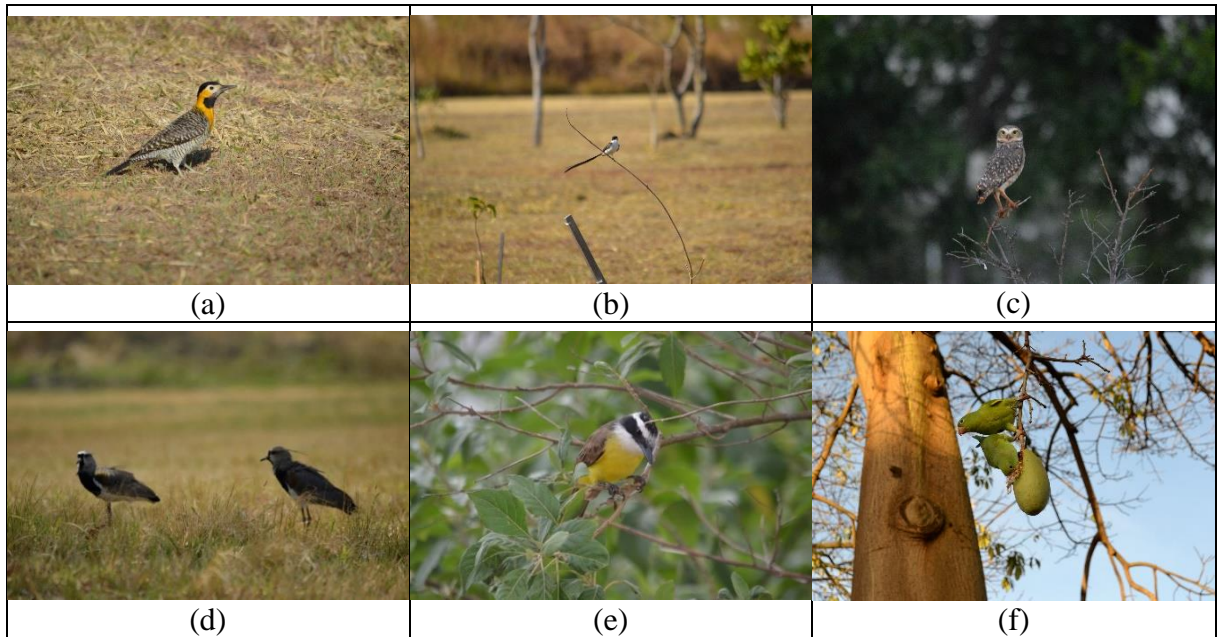


Figura 11: Conjunto de fotografias da fauna silvestre Segmento Parque Ecológico do Gama – DF: (a) pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), (b) Tesourinha (*Tyrannus savana*), (c) Coruja (*Athene cunicularia*), (d) Quero-quero (*Vanellus chilensis*) (e) Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), (f) periquito (*Forpus xanthopterygius*), símbolo do time da cidade.

#### 4.2.2 Segmento Áreas Verdes

Para os trechos da ciclovia que corta as áreas verdes, constata-se que a classificação reportou maior incidência de pixel classificado como solo exposto (Figura 13), notadamente, em campo. Tais áreas apresentam uso e ocupação do solo não compatíveis com a destinação, com áreas urbanas degradadas, em parte, em razão da livre circulação de automóveis nessas áreas, deposição de materiais de construção e outros (Figura 14). A Figura 12 mostra o segmento Áreas Verdes.

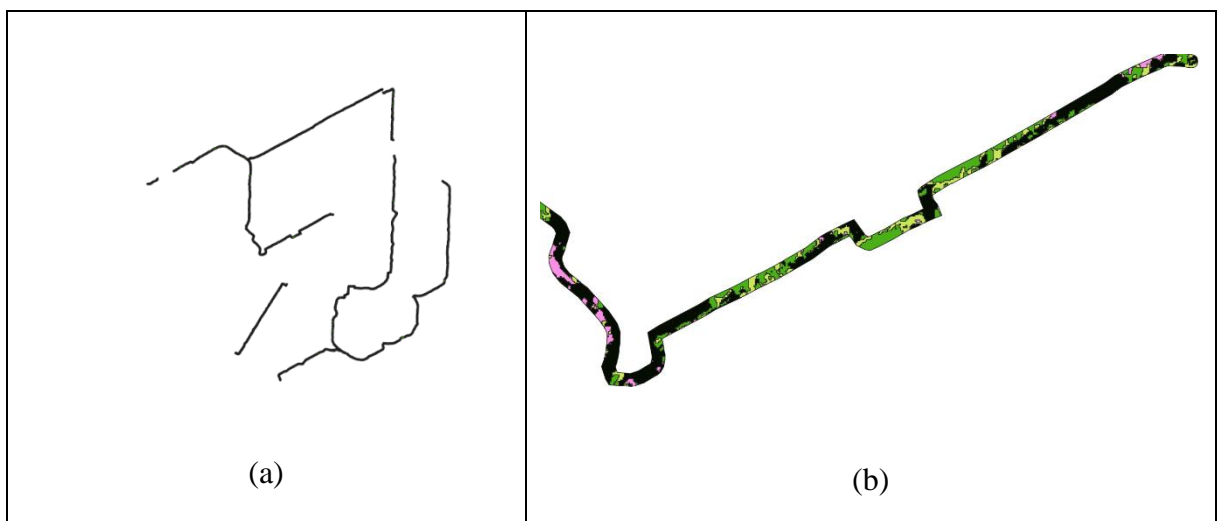


Figura 12: Classificação Segmento Áreas Verdes: (a) Segmento Áreas Verdes total e (b) aproximação da classificação num trecho entre a Feira Permanente do Gama e o sinaleiro do Corpo de Bombeiros.

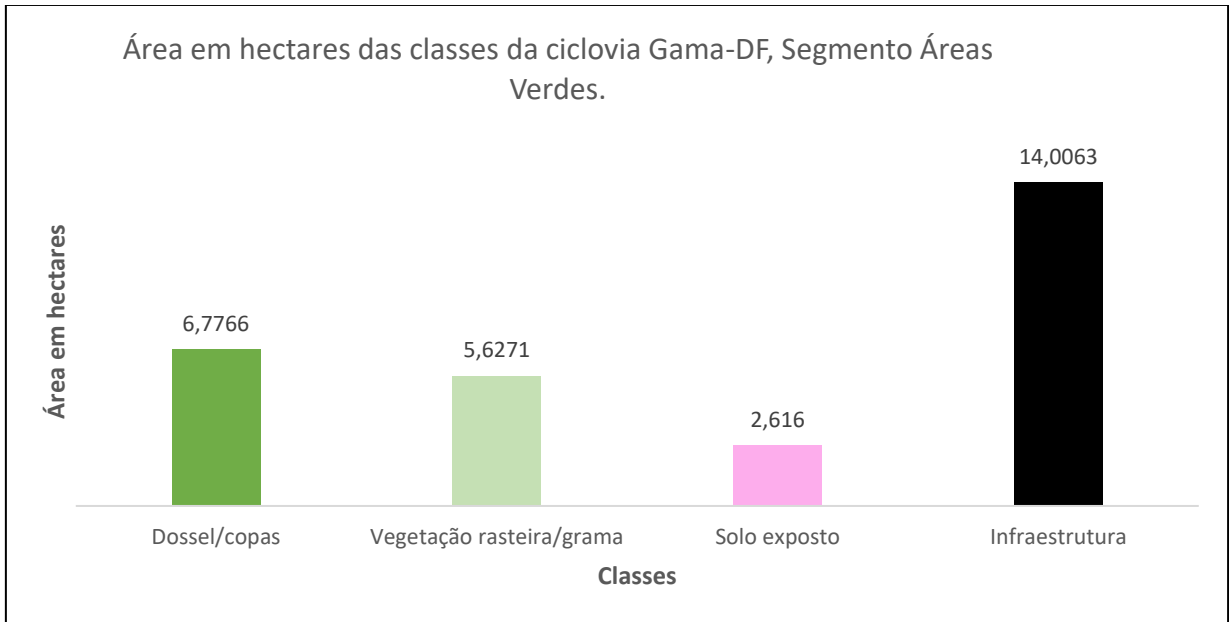


Figura 13. Valores de área, em hectares, e percentuais para classes no Segmento Áreas Verdes do Gama – DF.

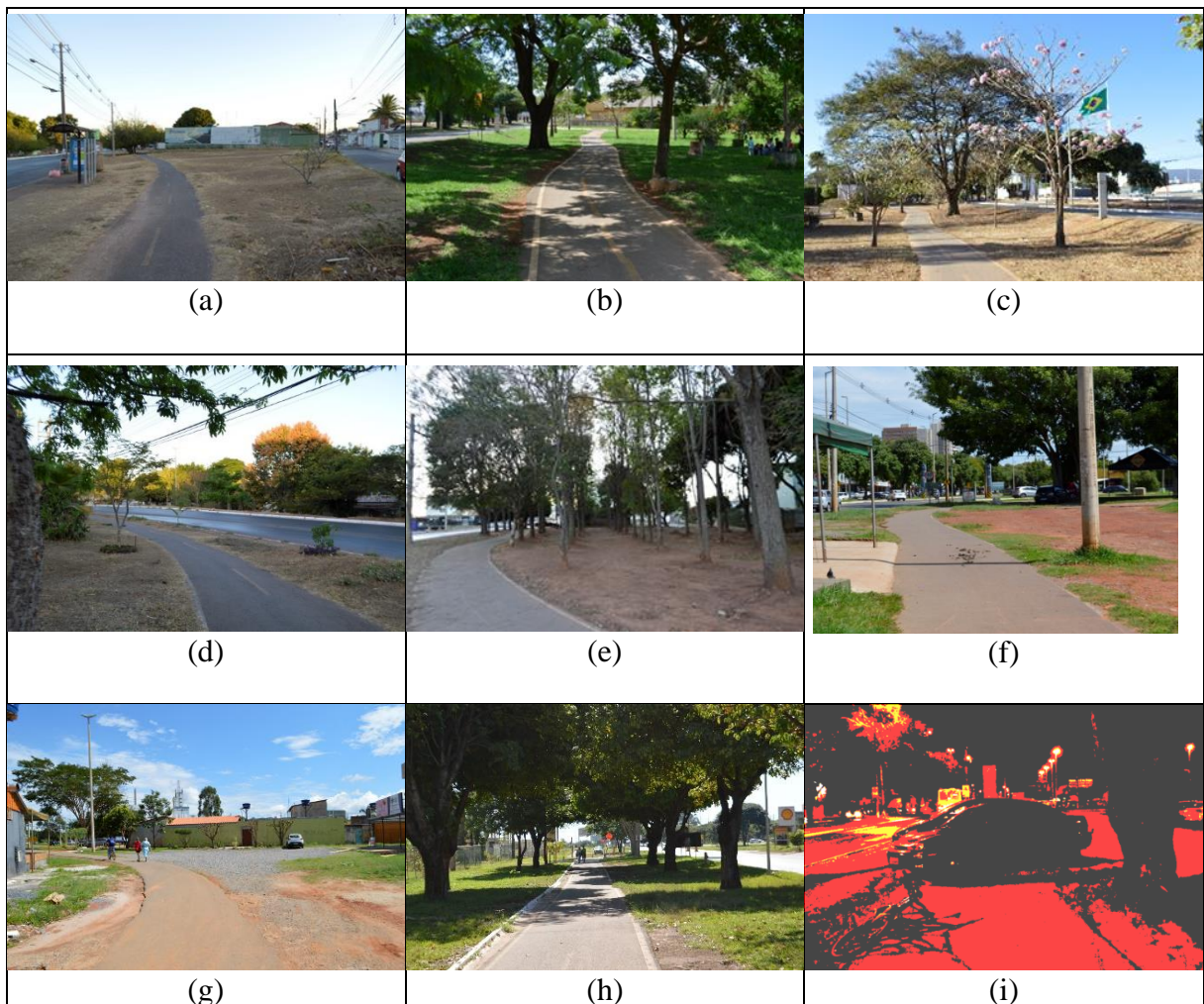


Figura 14: Conjunto de Imagens do Segmento Áreas Verdes: (a) Área verde sem árvores, (b) sombreamento época de chuvas, (c) sombreamento época de estiagem, (d) e (e) visão da

ciclovias em trecho situado em Setor Leste, (f) e (g) automóveis com livre acesso às áreas verdes na área de influência da ciclovias, (h) sombreamento; (i) veículo estacionado sobre o leito da ciclovias.

### 4.2.3 Segmento canteiros

Para os trechos da ciclovias que corta os canteiros centrais, consta-se a presença de copas distribuídas bastante uniformes, com presenças marcantes de classificações de infraestrutura (4) (Figura 16), pois a ciclovias não ocupa a área central do canteiro, em sua totalidade. Por vezes, a distância entre a ciclovias e o asfalto é a largura do meio-fio, consignando uma área de influência de classe única por conta do asfalto. Soma-se a isso as interrupções do canteiro para os retornos da via. Nessa área de influência da ciclovias, as árvores decíduas contribuem para minorar a detecção de copas, visto que sua distribuição é linear ou alternada.

A classe vegetação rasteira/grama (2) teve sua área reduzida em razão da instalação da própria ciclovias, pois é coberta pelas copas e comuns as falhas existentes entre árvores. Figura 15 e Figura 17.

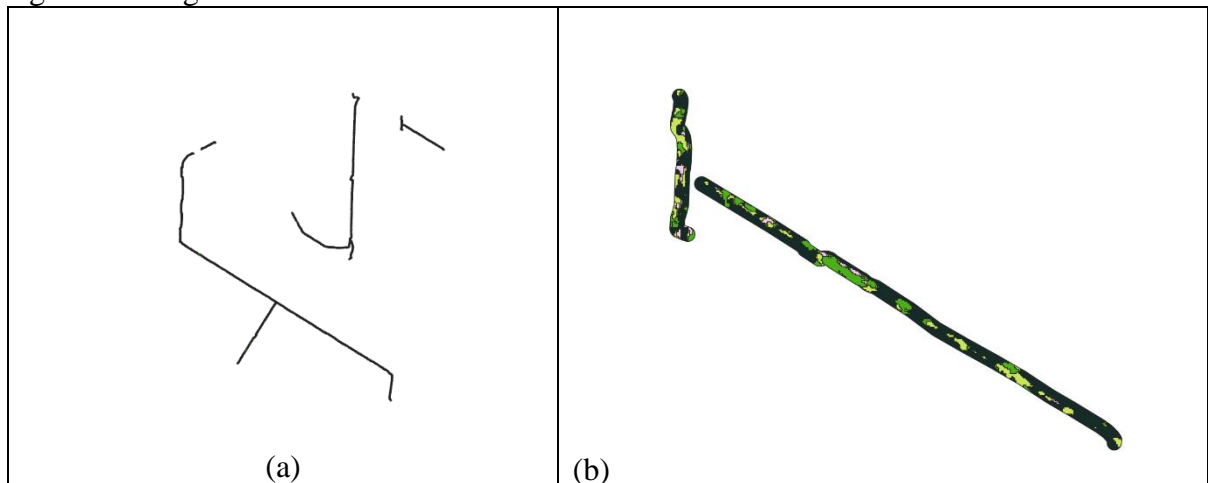


Figura 15: Classificação Segmento Áreas Canteiro do Gama – DF

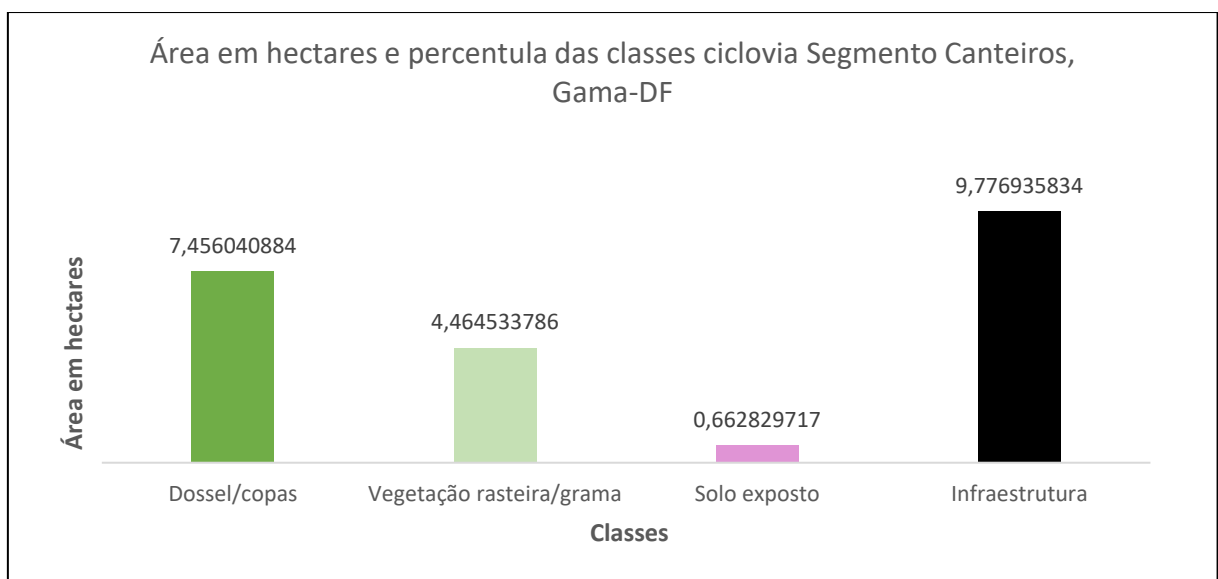


Figura 16. Valores de área, em hectares, e percentuais para classes no Segmento Canteiros ciclovias do Gama – DF.

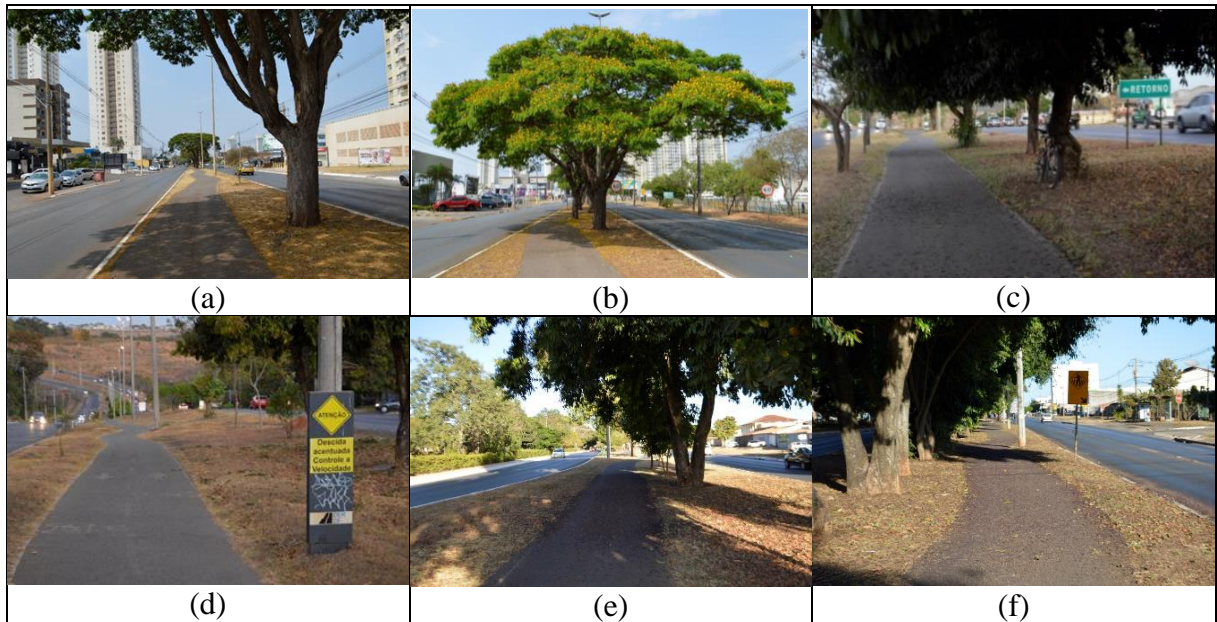


Figura 17: Conjunto de fotografias do segmento canteiros: (a) e (b) sombreamentos próximos ao Estádio Valmir Campelo Bezerra, (c) sombra do jambolão; (d) trecho sinalizado indicando declividade acentuada no canteiro central próximo ao Centro Universitário do Planalto Central, (e) e (f) início do canteiro central da Avenida dos Pioneiros que separa o Setor Oeste do Setor Sul, árvores de jambolão.

### 4.3 Aspectos gerais da arborização

Ao percorrer a ciclovia é possível verificar os êxitos da arborização urbana da cidade, comprovando-se possuir alamedas e avenidas com árvores majestosas, de área basal vistosa, resultado de planejamento anterior e ações supervisionadas.

No caso do Gama, durante todo o percurso e tempo de estudo, não se constatou problemas decorrentes de caducifolia das árvores, mas uma espécie muito comum utilizada na arborização da cidade, o jambolão – *Syzygium cumini*, Família, Myrtaceae, que possui porte elevado, provoca acúmulo de frutos sob a planta e sobre a ciclovia construída após o estabelecimento da arborização. Medida para minorar riscos de acidentes é a instalação de placas indicativas.

Os frutos do jambolão são muito apreciados pela avifauna, além disso, é uma árvore utilizada como abrigo para aves, devido à copa densa.

Outra espécie, a sibipiruna, muito frequente no segmento canteiro, em especial na Avenida do Bombeiros, perde não só as folhas, mas suas flores quando caem, compõem uma bela paisagem recortada por sinuosa ciclovia, conforme a Figura 18.

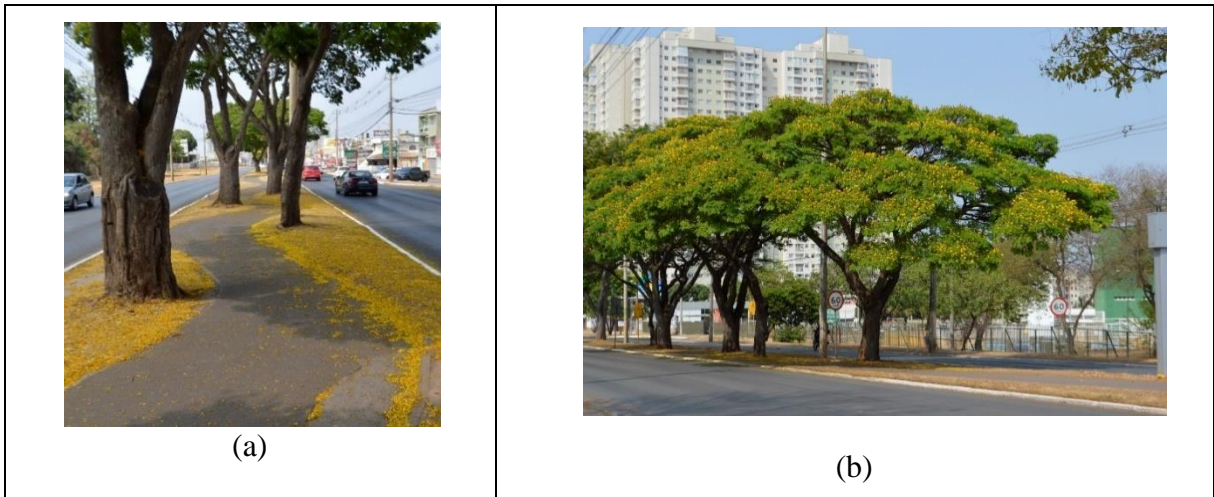


Figura 18: Conjunto de fotografias de Sibipiruna no Gama – DF.

Aspectos da mesma árvore do segmento área verde, sem folhagem e com folhagem, trata-se de exemplar de *Albizia* – farinha seca. Isso também ocorre com os ipês, com as sucupiras, com as sibipirunas, com as paineiras e outras de copas significativas para o sombreamento das áreas, alterando as detecções remotas.



Figura 19: Comparação de folhagens de árvore do gênero *Albizia* – farinha seca:(a) (b)

Presença marcante de materiais não pertencentes à arborização urbana, nas áreas verdes públicas, desqualifica, compromete e gera custos adicionais para a remoção ou para a substituição precoce de eventual árvore perdida por plantio inadequado. Considera-se que a soma de todos esses materiais diminuem a área de vegetação e aumenta a impermeabilização das áreas verdes, conforme a Figura 20.



Figura 20: Pneus nas áreas verdes (a); (b); (c) descaracterizando a área verde pública.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de classificação supervisionada das imagens do satélite CBERS 4A, sensor WPM, é aplicável para estudos da arborização urbana, permitindo identificar e quantificar feições de interesse. Isso, associado a inspeções rotineiras e a um conjunto de dados, num sistema de informações georreferenciadas, constitui alicerces para a gestão dos espaços públicos. A metodologia é aplicável também para planejar plantio de árvores em áreas desprovidas, para enriquecer e para repor árvores.

## REFERÊNCIAS

- AGARWAL, S.; Vailshery, L.S.; Jaganmohan, M.; Nagendra, H. *Mapping Urban Tree Species Using Very High Resolution Satellite Imagery: Comparing Pixel-Based and Object-Based Approaches*. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2013, 2, 220-236. <https://doi.org/10.3390/ijgi2010220>
- ALENCAR, Francisco Ozanan Correa Coelho. *Arborização urbana no Distrito Federal: história e espécies do cerrado*. Brasília: Novacap, 2008.
- ANTAS, Paulo de Tarso Zuquim. *Aves do Planalto Central*. Brasília: Editora UnB, 1988.
- BALBO, José Tadeu et al. *Concreto colorido e permeável para ciclovias: estudo de dosagem laboratorial*. Concreto & Construções, v. 49, n. jan./mar. 2022, p. 34-41, 2022. Tradução. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/1809-7197.2022.105.0002>. Acesso em: 03 mar. 2023.
- CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. *Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílio*. PDAD 2021. Brasília 2022.
- COHEN, J. A. *Coefficient of agreement for nominal scales*. v.20, n.1. Washington: Journal of Educational and Measurement, 1960.
- DEPARTMENT FOR TRANSPORT (United Kingdom). *Cycle infrastructure design*. United Kingdom: The Stationery Office, 2020. 195 p., il. (Local Transport Note 1/20) Disponível em: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/951074/cycle-infrastructure-design-ltn-1-20.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/951074/cycle-infrastructure-design-ltn-1-20.pdf). Acesso em: 25 maio 2023.
- EITEN, G. *Vegetação natural do Distrito Federal*. Brasília: Editora UnB ; Sebrae, 2001.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. 1998. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. *Acta Botanica Brasilica*, 2, 85-104.
- FERNANDES, Pedro de Alvarenga Macedo. *Lógicas da mobilidade urbana: uma análise do discurso da grande mídia sobre a implantação de ciclovias em São Paulo*. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100136/tde-20082021-204501/>. Acesso em: 03 mar. 2023.
- GARCIA, A. H. 1998. Aspectos sobre a biologia de *Euchroma gigantea* (L., 1758) (Coleoptera –Buprestidae) em *Paquiria aquatica* Aublet (Bombacaceae). *Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária (Brasil)* 28(1):69-73.
- GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. *Árvores para o ambiente urbano*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, 3).
- HAMAMURA, Caio. *Sensoriamento remoto para identificação taxonômica e mapeamento de espécies arbóreas em ambiente urbano / Caio Hamamura. – versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. – Piracicaba, 2020.*
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; KERSHAW, J. *Forest mensuration*. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em: <http://www.cbets.inpe.br/sobre/cbets04a.php>. Acesso em 27 de março de 2023.



JARDIM, J. P.; UMBELINO, G. *Mapeamento de áreas verdes e da arborização urbana: estudo de caso de Diamantina, Minas Gerais*. Revista Espinhaço, v. 9, n. 2, p. 28–39, 2020.

LUSK, A. C., SILVA FILHO, D. F. DA, & DOBBERT, L. (2020). *Pedestrian and cyclist preferences for tree locations by sidewalks and cycle tracks and associated benefits: Worldwide implications from a study in Boston, MA*. *Cities*, 106, 1-9. doi:doi.org/10.1016/j.cities.2018.06.024

MAGALHÃES, L. M. S. *Arborização e florestas urbanas: terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras*. Série Técnica, Floresta e Ambiente. p.23-26, jan. 2006.

MENESES, J. R.; SALES, G. de L. *Caminhos cicláveis: Conforto térmico como fator de melhoria do uso das ciclovias de Vilhena, RO*. *Paranoá*, [S. l.], n. 22, p. 131–142, 2018. DOI: 10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.09. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/25674>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Estudo Técnico Adaptação às Mudanças Climáticas na Mobilidade Urbana*. Brasília/DF, 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES: *Planejamento em Mobilidade Urbana*, p. 128. Brasília, Brasil, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Programa cidades + verdes. Coordenação geral: André Luiz Felisberto França. Coordenação técnica Ana Paul Ramos de Almeida e Silva. Equipe técnica MMA: Ana Luísa Teixeira de Campos et al. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, 2021. 22 p., il. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes/programacidadesmaisverdes\\_vdefeso.p df](https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes/programacidadesmaisverdes_vdefeso.p df). Acesso em: 25 maio 2023.

MOREIRA, T. C. L.; SILVA FILHO, D. F.; POLIZEL, J. L. 2007. Extração de cobertura arbórea intra-urbana de imagens de alta resolução. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Florianópolis. Anais. Curitiba: INPE, p. 5403-5409.

NERI, Thiago B. *Proposta metodológica para definição de rede cicloviária: um estudo de caso de Maringá*. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

PAULA, J. E. de; ALVES, J. L. de H. *897 madeiras nativas do Brasil*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2007. 438p.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. *Inventário Florestal*. Curitiba: UFPR, 1997. v.1, 316p.

PROENÇA, Carolyn; OLIVEIRA, Rafael S.; SILVA, Ana Palmira. *Flores e frutos do cerrado = Flowers and Fruits of the Cerrado*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000.

PROGRAMA Cidades+Verdes [livro eletrônico] /coordenação André Luiz Felisberto França, Ana Paula Ramos de Almeida e Silva. 1. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente :Secretaria de Qualidade Ambiental, 2021.

RESENDE, M. A. R. *Estudo do ciclo biológico do besouro Euchroma gigantea L. 1758 (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE)*. Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, [S. l.], v. 9, n. 5, p. b-88, 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/7267>. Acesso em: 1 abr. 2023.

ROMARIZ, D. de A. *Aspectos da vegetação do Brasil*. 2. ed. São Paulo: [sn], 1996.

RORIZ, J. W. S. *A influência da arborização urbana no conforto térmico de pedestres e ciclistas no microclima urbano: caso da av. Universitária de Goiânia-GO*. 2021. 105 f. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

SILVA, Marco Aurélio Ramos da; CASAGRANDE, Aline. A controvérsia dos pneus, o princípio da prevenção e precaução e o dever de sustentabilidade. *Revista Eletrônica do Curso de Direito*, v.8, p.758-768, 2013.

VIGNOLA JÚNIOR, R. ArbVias: método de avaliação da arborização no sistema viário urbano. *Paisagem e Ambiente*, [S. l.], n. 35, p. 89-117, 2015.

VITAL, Giovanna Teixeira Damis. *Projeto sustentável para a cidade: o caso de Uberlândia*. São Paulo, 2012.