

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA

MONOGRAFIA

**EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO DA FLORESTA
DOS ATLETAS E ENTORNO A PARTIR DE IMAGENS
WPM/CBERS 4A, MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

CAROLINE NUNES LUIZ

2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA**

EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO DA FLORESTA DOS
ATLETAS E ENTORNO A PARTIR DE IMAGENS WPM/CBERS 4A,
MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.

CAROLINE NUNES LUIZ

Sob orientação do Professor
Dr. Bruno Araujo Furtado de Mendonça

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Arborização Urbana**, no curso de Pós-graduação em Arborização Urbana, área de concentração em Engenharia Florestal.

Seropédica, RJ
Março de 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)

Ne N. Luiz, Caroline , 1990-
EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO DA FLORESTA
DOS ATLETAS E ENTORNO A PARTIR DE IMAGENS WPM/CBERS
4A, MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. / Caroline N.
Luiz. - Rio de Janeiro, 2023.
60 f.

Orientador: Bruno Araujo Furtado de Mendonça.
Monografia(Especialização). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Pós graduação em Arborização
Urbana - Lato sensu, 2023.

1. Arborização Urbana. 2. Floresta dos Atletas. 3.
Sensoriamento Remoto. 4. Classificação Supervisionada.
5. Uso e cobertura do solo. I. Araujo Furtado de
Mendonça, Bruno , 1981-, orient. II Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Pós graduação em
Arborização Urbana - Lato sensu III. Título.



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



TERMO Nº 353 / 2023 - DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)

Nº do Protocolo: 23083.021024/2023-20

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 CAROLINE NUNES LUIZ.

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 13:35)
BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)
Matrícula: 2145654

(Assinado digitalmente em 07/04/2023 07:55)
LUIS MAURO SAMPAIO MAGALHAES
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptCAmb (12.28.01.00.00.00.29)
Matrícula: 387088

(Assinado digitalmente em 12/04/2023 16:57)
JEANNE ALMEIDA DA TRINDADE
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 732.536.697-34

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp>
informando seu número: **353**, ano: **2023**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **06/04/2023** e o
código de verificação: **f4d1ec5ea1**

Dedico
À todas as mulheres da minha família e as mulheres pioneiras na Engenharia, em especial a primeira mulher formada em Engenharia Florestal (Alcina Gardini Morici- UFPR-1964).

AGRADECIMENTOS

À UFRRJ por ser uma mãe e desde 2009 me abraçar e contribuir para minha formação.

Ao meu orientador, Bruno Mendonça, pela paciência, serenidade, confiança, apoio, conhecimento e estímulo para que eu conseguisse focar no trabalho e entregar um produto de qualidade.

Ao meu chefe, Marcelo de Carvalho Silva, por abrir as portas da empresa Biovert e permitir que eu pesquisasse sobre a floresta dos atletas e utilizasse os dados gerados por todos da equipe. Ao meu coordenador, Carlos Magno, por todo o empenho durante as manutenções das mudas e da área da floresta dos atletas e pela mentoria no dia a dia. Em especial a equipe de campo por ter sido peça fundamental para manter todas as mudas saudáveis e vistosas, sem vocês não teríamos a tal esperada floresta em pé.

Ao companheiro de trabalho e grande amigo, Luis Fernando, por todas as horas de prosa e risada, dentro do carro indo a campo.

A todxs os professorxs e pesquisadorxs da UFRRJ. um grande salve! Ensinar é uma arte que vocês dominam, e tenho grande admiração por vocês. É uma grande inspiração poder ouvir toda a experiência que vocês passam para nós.

Aos companheirxs do PGAU que equilibram pratinhos comigo ao longo desses anos de estudo, sem deixá-los cair. Em especial, a uma grande amiga Letícia Maria, que quando mais precisei de incentivo, se fez por perto para me apoiar e não deixar o desespero tomar conta.

Aos moradorxs do S108, da república mais carnavalesca e responsável que já morei, um salve pela compreensão dos tempos em silêncio, em que tive que parar e focar, e não pude socializar.

A minha terapeuta, que ao longo desse ano de análise, acompanhou de perto o desenrolar de todos os processos vividos.

Ao companheiro de jornada Fê, por me acompanhar há quase 14 anos, e topas as loucuras que propus ao longo. Seu cafuné e seu apoio me acalmam.

A uma grande amiga Sofia, por estar há pouco tempo na minha vida e já contribuir um tanto para minha visão de mundo que já era bem aberta, escancarar. Grata pelo colo e carinho!

A minha irmã e minha tia por mesmo distantes, se fazerem presentes através de todos os conselhos e risadas nessa trajetória. Amo vocês!

A Tibona, cãopaneira mais parceira e amorosa, por toda atenção e carinho. Desde 2010 fazendo meus dias mais alegres.

Aos meus pais por se fazerem presente a todo o momento, acreditarem no meu potencial, me amarem incondicionalmente e terem paciência de lidar comigo nesse processo que foi exaustivo para quem não estava mais acostumada a fazer ciência. Vocês criaram minhas raízes, e acreditam na força das minhas asas! Amo vocês!

E por fim, porém não menos importante, a todx que constroem junto comigo os capítulos da minha vida.

RESUMO

LUIZ, Caroline Nunes. **Evolução do uso e cobertura do solo da Floresta dos Atletas e entorno a partir de imagens WPM/CBERS 4A, município do Rio de Janeiro.** 2023. 58p. Monografia (Especialização em Arborização Urbana). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2023.

O bairro de Deodoro, localizado na zona oeste do Rio de Janeiro, carece de arborização urbana. O Parque Radical de Deodoro, onde foi implantada a Floresta dos Atletas em 2019, faz parte da Área de Planejamento 5 da cidade do Rio de Janeiro, e está situado próximo a Floresta do Camboatá e da APA do Gericinó-Mendanha. No município do Rio de Janeiro estão presentes as duas consideradas maiores florestas urbanas do mundo, a Floresta da Tijuca e o Parque Estadual da Pedra Branca. As mesmas possuem papel bem importante nos serviços ecossistêmicos oferecidos à população de uma cidade, tais como: conforto térmico, melhoria na qualidade do ar, regulação do clima, melhoria da qualidade da água além da biodiversidade local. Ao avaliar a conectividade entre os pequenos fragmentos florestais urbanos existentes, e a evolução de cobertura arbórea ao longo dos anos, percebe-se a necessidade de utilizar ferramentas de geotecnologias para auxiliar na compreensão do tema e fazer uma avaliação com maior precisão. Uma das formas de caracterizar uma determinada área é através da classificação supervisionada automática utilizando imagens de satélites e processando no software *Qgis* 3.16 através do algoritmo mínima distância. Foram selecionadas imagens do satélite CBERS 4A/WPM do período seco dos anos de 2020 e 2022 para comparação da evolução de cobertura arbórea desde o período de implantação até hoje. Para esta área foi feita um recorte de 1km do entorno da floresta dos atletas e foram separadas 5 classes, sendo elas: floresta, gramado, infraestrutura, solo exposto e corpo d'água. Com isso, este estudo teve como objetivo avaliar de forma temporal o uso e ocupação do solo de uma área onde foi implantada a Floresta dos Atletas e seu entorno. A acurácia da classificação supervisionada semi-automática foi dada a partir do índice kappa e de exatidão global. As imagens apresentaram um acerto global das matrizes de confusão variando entre 91% e 97% e índices kappas variando entre 91,36% e 96,20%. Ao comparar as duas imagens do ano de 2020 e 2022, pode-se perceber um aumento da porcentagem de cobertura arbórea. Houve um aumento da classe floresta de 30% para 34%, e uma diminuição da classe gramado de 41% para 36%. Com isso, percebe-se que a implantação da Floresta dos Atletas em 2019, junto com suas manutenções ao longo desses 3 anos, colaborou para um aumento de cobertura arbórea tanto do Parque Radical de Deodoro, quanto no entorno.

Palavras-chave. Floresta dos Atletas. Arborização urbana. Sensoriamento remoto. Classificação Supervisionada. Uso e cobertura do solo.

ABSTRACT

LUIZ, Caroline Nunes. **Evolution of land use and land cover of the Athletes' Forest and its surroundings using WPM/CBERS 4A images, Rio de Janeiro municipality.** 2023. 58 p. Monograph (Specialization in Urban Afforestation). Institute of Forests. Federal Rural University of Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2023.

The neighborhood of Deodoro, located in the west zone of Rio de Janeiro, lacks urban forestation. The Radical Park of Deodoro, where the Athletes' Forest was implemented in 2019, is part of the Planning Area 5 of the city of Rio de Janeiro and is located near the Camboatá Forest and the Gericinó-Mendanha APA. The city of Rio de Janeiro is home to the two largest urban forests in the world, the Tijuca Forest and the Pedra Branca State Park. They play a very important role in the ecosystem services offered to a city's population, such as thermal comfort, air quality improvement, climate regulation, water quality improvement, and local biodiversity. When evaluating the connectivity between the existing small urban forest fragments and the evolution of tree cover over the years, it is necessary to use geotechnology tools to assist in understanding the subject and to make a more precise evaluation. One way to characterize a particular area is through automatic supervised classification using satellite images and processing in Qgis 3.16 software using the minimum distance algorithm. CBERS 4A/WPM satellite images from the dry period of 2020 and 2022 were selected for comparison of the evolution of tree cover from the implementation period to the present day. For this area, a 1km radius around the Athletes' Forest was selected and five classes were separated. forest, grass, infrastructure, bare soil, and water body. Therefore, this study aimed to evaluate the temporal land use and occupation of an area where the Athletes' Forest and its surroundings were implemented. The accuracy of the semi-automatic supervised classification was determined based on the kappa index and global accuracy. The images presented an overall accuracy of the confusion matrix ranging from 91% to 97% and kappa indices ranging from 91.36% to 96.20%. When comparing the two images from 2020 and 2022, an increase in the percentage of tree cover can be observed. There was an increase in the forest class from 30% to 34%, and a decrease in the lawn class from 41% to 36%. Therefore, it can be observed that the implementation of the Athletes' Forest in 2019, along with its maintenance over the past 3 years, contributed to an increase in tree cover both in the Radical Park and Deodoro and its surroundings.

Keywords. Athletes forest. Urban tree. Remote sensing. Supervised classification. Land use and land cover.

ABSTRACTO O RESUMEN

LUIZ, Caroline Nunes. **Evolución del uso y cobertura del suelo de la Floresta dos Atletas y su entorno a partir de imágenes WPM/CBERS 4A, municipio de Río de Janeiro.** 2023. 58 p. Monografía (Especialización en Arborización Urbana). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2023.

El barrio Deodoro, ubicado en la zona oeste de Río de Janeiro, carece de arbolado urbano. El Parque Radical de Deodoro, donde se implantó la Floresta dos Atletas en 2019, forma parte del Área de Planeamiento 5 de la ciudad de Río de Janeiro y está situado cerca de la Floresta do Camboatá y de la APA del Gericinó-Mendanha. En el municipio de Río de Janeiro se encuentran las dos mayores florestas urbanas del mundo, la Floresta da Tijuca y el Parque Estadual da Pedra Branca. Estas tienen un papel muy importante en los servicios ecosistémicos ofrecidos a la población de una ciudad, como el confort térmico, la mejora de la calidad del aire, la regulación del clima, la mejora de la calidad del agua y la biodiversidad local. Al evaluar la conectividad entre los pequeños fragmentos forestales urbanos existentes y la evolución de la cobertura arbórea a lo largo de los años, se percibe la necesidad de utilizar herramientas de geotecnologías para ayudar en la comprensión del tema y hacer una evaluación con mayor precisión. Una de las formas de caracterizar una determinada área es a través de la clasificación supervisada automática utilizando imágenes de satélite y procesando en el software Qgis 3.16 a través del algoritmo mínima distancia. Se seleccionaron imágenes del satélite CBERS 4A/WPM del período seco de los años 2020 y 2022 para comparación de la evolución de la cobertura arbórea desde el período de implantación hasta hoy. Para esta área se hizo un recorte de 1 km del entorno de la floresta dos atletas y se separaron 5 clases, siendo ellas. floresta, gramado, infraestructura, suelo expuesto y cuerpo de agua. Con esto, este estudio tuvo como objetivo evaluar de forma temporal el uso y ocupación del suelo de un área donde se implantó la Floresta dos Atletas y su entorno. La exactitud de la clasificación supervisada semi-automática se dio a partir del índice kappa y de la exactitud global. Las imágenes presentaron una exactitud global de las matrices de confusión variando entre el 91% y el 97% y índices kappa variando entre el 91,36% y el 96,20%. Al comparar las dos imágenes del año 2020 y 2022, se puede percibir un aumento del porcentaje de cobertura arbórea. Hubo un aumento de la clase floresta del 30% al 34% y una disminución de la clase gramado 41% y 36%. Con esto, se percibe que la implantación de la Floresta dos Atletas en 2019, junto con sus mantenimientos a lo largo de estos 3 años, colaboró para un aumento de la cobertura arbórea tanto del Parque Radical y Deodoro como del entorno.

Palabras clave. Floresta dos Atletas. Arborización urbana. Sensoriamento remoto, Clasificación supervisada. Uso y cobertura del suelo.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

AP5 - Área de Planejamento 5

IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas

SMAC- Secretaria Municipal de Ambiente e Clima

SECONSERMA - Secretaria de Meio Ambiente e
Conservação

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MMA – Ministério do Meio Ambiente

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

%	Porcentagem
APA	Área de Preservação Ambiental
ha	Hectare
m ²	Metro quadrado
R\$	Real

LISTA DE TABELAS e FIGURAS.

- Figura 01.** Mapa da cidade do Rio de Janeiro com a marcação em azul de onde está localizada a área de estudo.
- Figura 02.** Localização, em vermelho, do Parque Radical no contexto das áreas protegidas.
- Figura 03.** Corredor Mendanha – Pedra Branca, via Vila Militar.
- Figura 04.** Localização da área de estudo - buffer de 1km e Floresta dos atletas
- Figura 05.** Fluxograma metodológico.
- Figura 06.** Chave de classificação.
- Figura 07.** Demonstrativo de padrões dos pixels das classes de uso e cobertura do solo (sendo CBERS 4ª WPM) A- Floresta; B- Gramado; C- Solo exposto; D- Infraestrutura; E- Infraestrutura; F- Corpo d'água.
- Figura 08.** Gráfico da porcentagem de erros de omissão e comissão gerada a partir da matriz de confusão para o ano de 2020.
- Figura 09.** Gráfico da porcentagem de omissão e comissão gerada a partir da matriz de confusão para o ano de 2022.
- Figura 10.** Imagens classificadas de uso e cobertura do solo referente ao ano de 2020 (A) e 2022 (B).
- Figura 11.** Gráfico de áreas, em ha, para as classes de uso do solo, do perímetro da Floresta dos Atletas nos anos de 2020 e 2022 de acordo com o processamento da imagem do satélite CBERS 4A, sensor WPM.
- Figura 12.** Gráfico de áreas, em ha, para as classes de uso do solo, do buffer de 1km nos anos de 2020 e 2022 de acordo com o processamento da imagem do satélite CBERS 4A, sensor WPM.
- Figura 13.** Gráfico de áreas, em %, para as classes de uso do solo, Floresta e Gramado da floresta dos atletas e do entorno. Onde (A) pertence a Floresta dos Atletas e (B) pertence ao entorno nos anos de 2020 e 2022 de acordo com o processamento da imagem do satélite CBERS 4A, sensor WPM.
- Figura 14.** Imagens de composição das bandas 1, 2, 3, 4 a partir do CBERS 4A no entorno da Floresta dos Atletas nos anos de 2020 (A) e 2022 (B).
- Figura 15.** Bosque de *Leucena leucocephala* nos arredores da Floresta dos Atletas.
- Tabela 01.** Macro classe e classes com o quantitativo de amostra.
- Tabela 02.** Valores de referência do índice Kappa de acordo com a qualidade de mapeamento.
- Tabela 03.** Matriz de confusão da classificação para a imagem do satélite CBERS 4A de 2020. Em que. Floresta (F), Gramado (G), Infraestrutura (I), Solo exposto (S) e Corpo

d'água (A).

Tabela 04. Matriz de confusão da classificação para a imagem do satélite CBERS 4A de 2022. Em que. Floresta (F), Gramado (G), Infraestrutura (I), Solo exposto (S) e Corpo d'água (A).

Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Caracterização da área de estudo. Floresta dos Atletas e entorno	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Área de estudo	20
3.2. Processamento e análise de dados	21
3.3 Definição das classes de uso e cobertura	22
3.4 Avaliação da Acurácia da Classificação	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Avaliação da Acurácia para o ano de 2020	25
4.2 Avaliação da Acurácia para o ano de 2022	26
4.3. Classificação do uso e cobertura do solo	28
4.4 Análise empírica do entorno e da Floresta dos Atletas	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
APÊNDICE	37
A. Mapas de uso e cobertura do solo ano de 2020 e do ano de 2022	37
B. Lista de espécies plantadas por país na Floresta dos Atletas	37
ANEXO.	50
A. Fotos do Preparo da área junto com implantação da Floresta dos Atletas em Dezembro de 2019	51
B. Fotos da manutenção realizada na área em Fevereiro-março-abril de 2020	52
C. Fotos da manutenção realizada na área em Agosto-setembro de 2020	53
D. Fotos da manutenção realizada na área em Janeiro de 2021	55
E. Fotos da manutenção realizada na área em março de 2021	56
F. Fotos da manutenção realizada na área em Maio de 2021	57

1 INTRODUÇÃO

As áreas verdes desempenham um papel crucial na melhoria da qualidade ambiental urbana. Quando são adequadamente planejadas e estruturadas, oferecem inúmeros benefícios à população, seja por meio da arborização das vias públicas ou do estabelecimento de florestas urbanas. Segundo a prefeitura do Município de São Paulo, essas áreas podem ser de propriedade pública ou privada e são previamente designadas com o objetivo de implantar ou preservar espaços verdes.

Segundo Biondi (2008), destacam-se como benefícios, a diminuição da poluição atmosférica, conforto térmico, presença de avifauna local e aumento da área de lazer. Além de poder facilitar a conexão entre áreas verdes adjacentes, colaborando para o fluxo gênico entre espécies da flora e da fauna. O conforto térmico urbano influencia bastante na forma como o espaço pode ser utilizado a partir das atividades de lazer (HWANG, 2011). Como parte da manutenção dos ecossistemas nas cidades, as árvores que acompanham o viário, assim como as florestas urbanas contribuem para amenizar as situações da ilha de calor que podem ocorrer nos grandes centros urbanos (SANUZI et. al, 2016).

O termo "urban forest", inicialmente traduzido como "arborização urbana", conforme definido por Milano (1992), refere-se ao "conjunto de terras públicas e privadas em uma cidade que possuem predominância de vegetação arbórea ou em estado natural". No Brasil, são empregados certos conceitos para descrever um conjunto de vegetação arbórea que ocorre nas cidades. MAGALHÃES (2006) afirma que as árvores isoladas ou em pequenos grupos se distinguem significativamente das florestas. As florestas urbanas estão presentes em áreas maiores e contínuas, formando ecossistemas distintos com relações específicas com o solo, a água, os nutrientes, a fauna e outros componentes ambientais.

Nucci e Cavalheiro (1999) propõem a utilização de termos como "áreas verdes" para definir espaços livres especiais onde a vegetação desempenha um papel fundamental na composição. As mesmas devem atender os objetivos ecológico-ambiental, estético e lazer. Eles afirmam também que essas áreas devem estar destinadas a serem utilizadas pela população. O termo "cobertura vegetal" refere-se à representação cartográfica do verde, podendo ser identificada por meio de fotografias aéreas. A mesma pode estar distribuída em espaços construídos, espaços livres, espaços de integração urbana, e dentro de unidades de conservação presentes na cidade.

Conforme o IPT (2016), a floresta urbana abrange tanto o ambiente construído quanto as áreas naturais adjacentes à cidade, incluindo unidades de conservação, parques naturais, parques urbanos, praças, áreas verdes ao longo das vias públicas e árvores plantadas em residências. Esse conceito busca integrar todos esses fragmentos ao ambiente urbano, reconhecendo a importância de considerar as áreas verdes como componentes essenciais de uma cidade. Puente (2005) sustenta que a floresta urbana pode ser definida pela presença de vegetação lenhosa não apenas dentro das áreas metropolitanas, mas também em seus arredores.

De acordo com Biondi (2008) a floresta urbana pública pode ser caracterizada

como uma área verde coberta por vegetação localizada nas vias urbanas. Ela abrange toda a cobertura vegetal dentro do perímetro urbano, incluindo arbustos, plantas herbáceas e árvores. Portanto, a arborização das ruas pode ser considerada como parte da floresta urbana pública, enquanto bosques e jardins residenciais são categorizados como floresta urbana privada. As áreas verdes podem ser classificadas como áreas verdes culturais ou fragmentos florestais urbanos. Konijnendijk et al. (2005) afirmam que a definição da floresta urbana pode ser baseada em sua localização e no papel que desempenha no ambiente urbano. Ao contrário de um fragmento florestal contínuo, ela pode se apresentar isolada ou em grupos, com uma variedade de espécies, podendo ser encontradas em menor ou maior quantidade.

A manutenção da vegetação nessas áreas tem sido um desafio significativo, especialmente para as cidades em expansão. No caso da cidade do Rio de Janeiro, existem importantes núcleos de florestas urbanas, como os fragmentos florestais que compõem as unidades de conservação da cidade. Entre os parques urbanos de maior destaque em termos de tamanho estão o Parque Nacional da Tijuca, o Parque Estadual da Pedra Branca e o Parque Estadual do Mendanha. Esses parques desempenham um papel crucial na preservação e no fornecimento de áreas verdes para a população em meio a um ambiente urbano densamente povoado.

Conforme Victorio (2021), as áreas verdes na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro refletem um histórico de uso da terra que remonta ao período pré-colonial e ao início da colonização do Brasil. Grande parte da região é caracterizada por uma planície costeira, que, devido ao aumento da urbanização e construção de residências, perdeu parte de sua cobertura vegetal. Diante disso, o governo passou a priorizar a criação de áreas de proteção ambiental na região, como o Parque Natural Municipal do Mendanha, o Parque Estadual da Pedra Branca e o Parque Natural Municipal da Serra da Capoeira Grande (ARMAZÉM, 2014; NASCIMENTO, 2015). Juntos, esses parques totalizam quase 10.000 hectares de áreas verdes preservadas.

A vegetação em áreas urbanas desempenha diversos serviços ecossistêmicos para a população local. Esses serviços incluem a proteção do solo, a absorção de carbono atmosférico, a preservação de material genético, além de serem fontes de biomassa, alimentos e princípios medicinais. Devido à sua importância, é fundamental que essas áreas verdes sejam devidamente estudadas e gerenciadas (BROWN e LUGO, 1990; GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001).

As geotecnologias desempenham um papel fundamental na compreensão das áreas verdes urbanas e no mapeamento dos serviços ecossistêmicos. De acordo com Bargas e Matias (2012), o uso dessas tecnologias tem possibilitado um mapeamento mais detalhado das florestas urbanas, oferecendo maior rapidez e agilidade na interpretação de imagens. Métodos e ferramentas geoespaciais, como o Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem uma compreensão eficaz da vegetação urbana. Essas tecnologias são capazes de fornecer dados espaciais de forma rápida e abrangente, por meio dos quais a arborização urbana pode ser identificada, quantificada, qualificada e analisada em termos de sua distribuição espacial na cidade.

Moll, Mahon e Mallet (1995) destacaram na década de 1990 que a "nova" tecnologia dos SIGs proporcionou uma nova visão da arborização urbana e permitiu a

atribuição de valores que nunca haviam sido mensurados. Os autores ressaltaram que os SIGs possibilitariam uma combinação detalhada de informações sobre as árvores e a estrutura das florestas urbanas. A cobertura arbórea do dossel tem sido cada vez mais estudada de forma remota para avaliar a quantidade de árvores nas ruas (LANDRY e CHAKRABORTY, 2009).

A análise da paisagem urbana combinada com o sensoriamento remoto de alta resolução espacial pode ser utilizada como uma ferramenta para compreender os padrões de arborização urbana, assim como para avaliar a quantidade, distribuição e qualidade dessa arborização na cidade.

O objetivo deste estudo é realizar uma análise temporal do uso e cobertura do solo na área do Projeto de Restauração Florestal da Floresta dos Atletas e seu entorno, localizado no município do Rio de Janeiro-RJ. O período abrangido compreende desde o ano de 2020, quando o projeto foi implementado, até 2022. As informações serão obtidas por meio de imagens do satélite WPM/CBERS-4A.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Caracterização da área de estudo: Floresta dos Atletas e entorno

A Floresta dos Atletas foi estabelecida no Parque Olímpico de Deodoro, também conhecido como Parque Radical, localizado no bairro de Deodoro, na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro. Ela ocupa uma área de 10 hectares (FIRJAN, 2018). Devido à intensa urbanização nos arredores, busca-se restaurar a integridade física, química, biológica e funcional desse ambiente. O objetivo é restabelecer a produção de recursos naturais, assim como fornecer serviços ambientais e sociais, aproximando os cidadãos do meio ambiente e abordando questões relevantes (BIOVERT, 2017).

As atividades de implantação desta Floresta junto com o Bosque dos Medalhistas ocorreram entre outubro e dezembro no final do ano de 2019. No total, foram plantadas 13.725 mudas, pertencentes a 207 espécies listadas na tabela que consta no anexo. As mesmas foram categorizadas quanto ao seu grau de extinção, grupo ecológico e síndrome de dispersão. Ao todo, foram selecionadas 13 espécies ameaçadas de extinção, sendo que 5 encontram-se segundo o site da Flora do Brasil, em estado de perigo, 8 em vulnerabilidade, 2 quase ameaçadas, 41 pouco preocupantes e 1 com insuficiência de dados, e 150 como não avaliadas.

O Bosque dos Medalhistas é um projeto pequeno, onde foram plantadas 2.488 mudas olímpicas de 42 espécies diferentes do Bioma Mata Atlântica. Este projeto se diferencia da Floresta dos Atletas, pois destaca não os países, mas sim as modalidades olímpicas e os atletas que se destacaram durante os Jogos Olímpicos e receberam medalhas. O local escolhido para esse plantio está próximo à Floresta dos Atletas, pertencendo ao Parque Radical de Deodoro.

Atualmente, o município do Rio de Janeiro é a segunda maior metrópole do país. Para facilitar a administração municipal, em 1981, foi necessário estruturar a cidade em 5 áreas de planejamento, 33 regiões administrativas e 160 bairros. Aproximadamente 75% da extensão territorial da Área de Planejamento 5 (AP5)

sofreu alterações em suas características naturais devido às atividades humanas, seja por urbanização ou outras formas de ocupação. Essa área, além de ser descontínua, com uma concentração nos antigos núcleos suburbanos, é separada por extensas periferias de baixa densidade habitacional. Apresenta sérios problemas de desordem urbana, com ocupações irregulares frequentes, inclusive em encostas, o que resulta não apenas em problemas de infraestrutura e segurança, mas também em desmatamento e comprometimento da qualidade ambiental local (Figura 01).

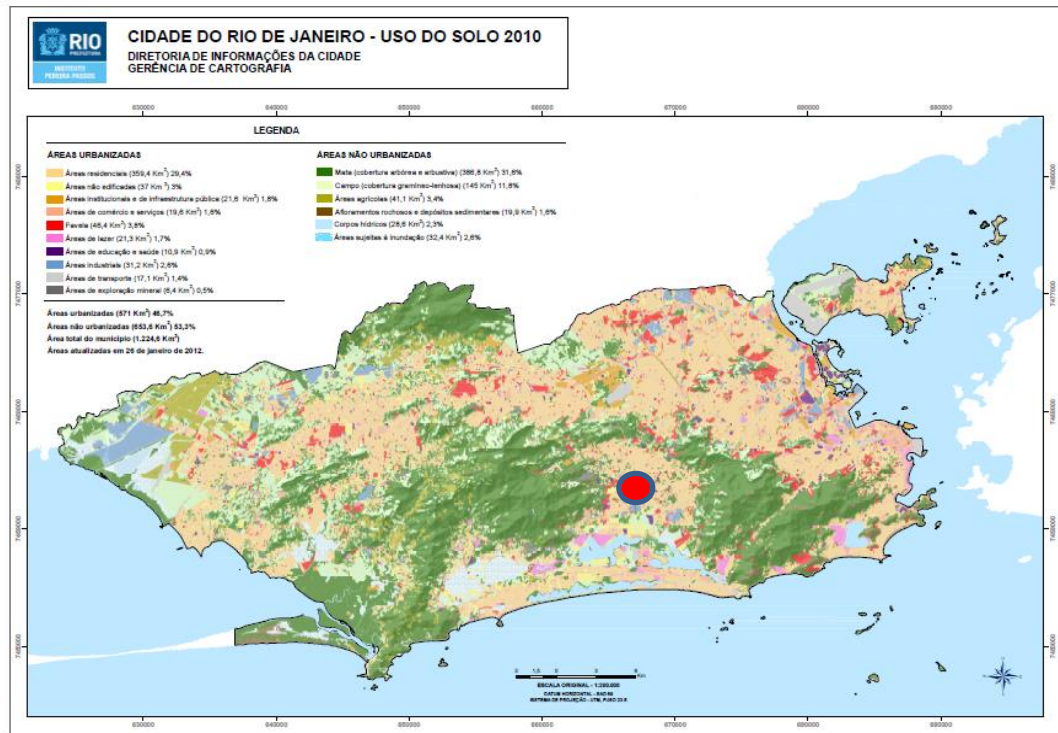


Figura 01: Mapa da cidade do Rio de Janeiro com a marcação do círculo vermelho de onde está localizada a área de estudo.

A AP5 possui aproximadamente 10 mil hectares de áreas protegidas, entre elas, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Proteção Ambiental e Recuperação Urbana, Parque Natural Municipal do Mendanha, Parque Estadual da Pedra Branca e Parque Natural Municipal da Serra da Capoeira Grande (Figura 02).



Figura 03. Corredor Mendanha – Pedra Branca, via Vila Militar.

(Fonte. Corredores Verdes - Relatório do Grupo de Trabalho - Resolução SMAC-RJ nº183 de 7 de novembro de 2011)

Numa análise da paisagem, essa é uma ideia conhecida como “stepping stone”, onde pequenos remanescentes estratégicos funcionam como escada ou ponto de passagem entre grandes remanescentes. Neste contexto, a Floresta dos Atletas favorece a implantação do Corredor do Mendanha-Maciço da Pedra Branca (via Vila Militar), que engloba a área do Campo de Gericinó, conectando-se à Vila Militar pela Avenida Brasil e ao Morro da Estação, em Deodoro, pelo curso do Rio Marangá consecutivamente, o corredor segue da Vila Militar ao Parque Estadual da Pedra Branca, atravessando a Avenida Marechal Fontenelle.

A floresta dos atletas foi idealizada para recuperar 5 hectares de área antropizada do Parque Radical de Deodoro. Acredita-se que com as devidas manutenções e monitoramentos em um futuro próximo possa haver a reversão dessa área, tida como pasto, para um início de floresta. Essa recuperação visa recompor a integridade estrutural (física, química e biológica) e funcional (capacidade produtiva) do ambiente, retornando à produção de frutos e outros recursos naturais, bem como à prestação dos serviços ambientais.

Para selecionar as 207 espécies, foram avaliados fatores tais como disponibilidade de frutos, viabilidade das sementes, diversidade de portes, taxas de germinação e outras inúmeras características que viabilizaram o projeto. Utilizaram-se espécies de aproximadamente 40 famílias distintas, sendo algumas arbóreas e outras arbustivas, possuindo grande variação de porte, o que possibilitará a utilização dos diversos extratos da futura floresta. Foram selecionadas espécies que tivessem diferentes síndromes de dispersão, ou seja, cujas sementes fossem espalhadas por diferentes agentes ambientais.

As principais formas de dispersão selecionadas foram a zoocórica (sementes

dispersas por animais), a anemocórica (sementes dispersas pelo vento) e a autocórica (sementes dispersas pela própria planta – explosão do fruto ou gravidade, por exemplo). É importante que haja diferentes tipos de dispersão para que a possibilidade de sucesso e de troca de material genético seja maior. Além disso, diferentes grupos ecológicos foram selecionados, ou seja, espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas. Essa variedade é importante, pois as espécies de crescimento mais rápido (pioneiras e secundárias iniciais) são mais resistentes ao sol e com o seu desenvolvimento, acabam fornecendo sombra para as espécies de crescimento mais lento (secundárias tardias e climácicas).

2.2 Geoprocessamento e classificação supervisionada.

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas utilizadas em conjunto no levantamento e mapeamento da superfície terrestre. O primeiro pode ser definido como sendo uma ferramenta para obter informações de um alvo sem que haja contato físico direto com o mesmo, mas através de Fontes naturais (Sol) ou artificiais (radares) de ondas eletromagnéticas que, após serem refletidas no alvo, podem ser captadas à distância por um sensor (ROSA, 2003). Estes sensores captam a energia eletromagnética e a codifica em dados brutos, de onde serão extraídas informações mais complexas (NOVO, 1992).

O sensoriamento remoto teve seu início em 1822, a partir dos estudos da óptica e da estereoscopia. Com a invenção dos aviões, a fotografia aérea começou a ser testada com o objetivo de gerar mapas cartográficos, mostrando bons resultados. Esta ciência tem sido utilizada nas mais diversas áreas e fins, e se torna ainda mais eficiente quando associada a Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), possibilitando o monitoramento de grandes extensões. Pode ser utilizada para fins de mapeamento e análise ambiental, urbana ou rural. Entre suas vantagens, Rodrigues (1990) menciona conseguir abranger locais de difícil acesso a partir de imagens obtidas em grandes altitudes. Além disso, pode ser considerada uma ferramenta de baixo custo, quando comparada às saídas de campo, devido ao fato de conseguir sobrepor e gerenciar simultaneamente diversas camadas de informação de um mesmo local (NOVO, 1992).

Os índices espectrais podem ser obtidos por diversos sensores, sendo um deles, o Satélite CBERS 4A-WPM. Este pode ser definido como um satélite de sensoriamento remoto de média resolução equipado com uma carga útil óptica operando no espectro visível com faixa de resolução de 2 a 60 metros. Segundo Inpe (2018), suas imagens podem ser utilizadas para diversas finalidades no monitoramento ambiental. Destacando-se o monitoramento de desmatamento e queimadas, controle de recursos hídricos e ocupação do solo.

Este satélite possui três sensores diferentes. O primeiro sensor é a câmera Multiespectral (MUX), que possui três bandas no visível e uma banda no infravermelho com resolução espacial de 16 m. Já o outro sensor é a câmera de Campo Largo (WFI) que também possui três bandas no visível e uma banda infravermelha, espacialmente resolvido, a taxa é de 55 m. Por último, o terceiro sensor, a Wide Scan

Multispectral and Panchromatic Câmera (WPM), com três bandas do visível e uma do infravermelho, cada uma com resolução espacial de 8 m e banda pancromática de 2 m (INPE, 2018).

As imagens de satélites para o sensoriamento remoto são muito utilizadas para confeccionar mapas temáticos de uso e cobertura do solo (PINHO et. al., 2005). A classificação supervisionada objetiva delimitar áreas distintas, como o uso e cobertura da terra e fragmentos florestais restantes, o que permite avaliar mudanças ocorridas em uma determinada região. Leva em consideração a classificação de pixel de identidade desconhecida por meio de um algoritmo de classificação, usando características espectrais dos já conhecidos (MENESES e ALMEIDA, 2002). Isso pode vir acompanhado de uma confirmação em campo, ou podem ser usadas informações secundárias correspondentes ao tema em estudo, que irão auxiliar na identificação e agrupamento dos pixels pelo analista, resultando na seleção da área de treinamento (FRANÇA et al., 2009). Em seguida, o algoritmo reconhece os demais pixels, e irá agrupá-los de acordo com os critérios estatísticos já estabelecidos, se tornando uma forma de validar o que foi feito previamente (GANAN et al., 2005).

Um dos algoritmos utilizados na classificação pode ser denominado MaxVer (máxima verossimilhança). Este classificador pode contribuir para analisar as alterações ocorridas na paisagem (NERY et al., 2013). De acordo com Silva et al., (2011), pode ser considerado um algoritmo paramétrico, que atua correlacionando classes a partir de pontos individuais de uma determinada imagem. Além de registrar a probabilidade estatística de um pixel, primeiramente desconhecido, fazer parte de uma determinada classe este classificador leva em consideração estimativa de valores médios de cada classe, junto com a matriz de covariância, com relação ao padrão já estabelecido pelas amostras de treinamento e então resulta na classificação da imagem (LIU, 2006; NERY et al., 2013).

Fisher et al. (1999) realizaram um estudo comparativo entre os métodos de máxima verossimilhança e mínima distância. Quando se tratam de amostras coletadas de forma controlada, o primeiro método não apresentou resultados satisfatórios. Por outro lado, o segundo método mencionado obteve excelentes resultados em todos os experimentos controlados, assim como um desempenho superior no experimento aleatório. No entanto, no estudo de Cohen e Carvalho (2015), com conhecimento da área a ser avaliada, foram obtidos melhores resultados de classificação das imagens utilizando o algoritmo MaxVer em comparação com o método de mínima distância.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O bairro de Deodoro encontra-se localizado na Zona Oeste do Rio de Janeiro (O RIO DE JANEIRO, 2019). Pode ser considerado altamente antropizado, com alguns fragmentos florestais nas proximidades. A floresta dos atletas foi implantada dentro do Parque Radical de Deodoro a partir de uma área cedida pelos militares. A região da área de planejamento 05 (AP5) - conforme lei complementar nº 111 de 1º de fevereiro de

2011 é uma área militar que apresenta feições morfológicas típicas de planície costeira, com morros mais arredondados. Na posição Norte e leste, podem ser avistados os maciços do Gericinó que inclui o morro do Marapicu e as serras do Mendanha, do Gericinó e de Madureira e o maciço da Pedra Branca (RIO-ÁGUAS, 2012) (Figura 04).

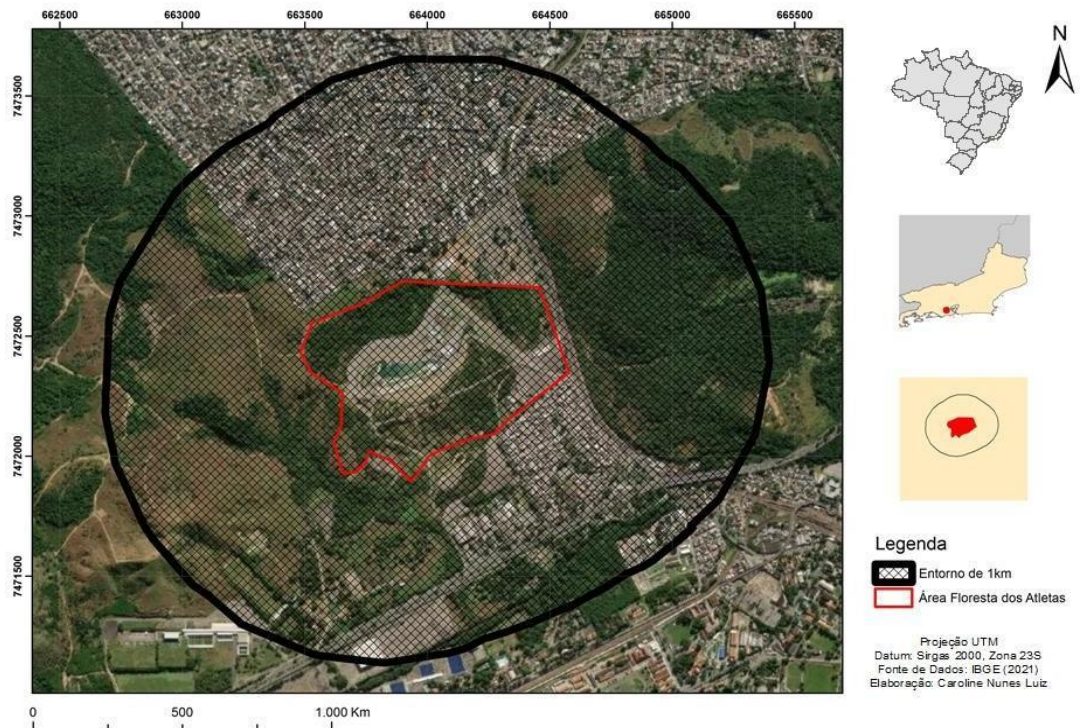


Figura 04. Localização da área de estudo - buffer de 1km e Floresta dos atletas

Fonte: elaborado pela autora

Segundo SMAC (2020a), a zona oeste apresenta uma cobertura verde de 9.620ha, correspondendo a 50% das áreas conservadas no município do Rio de Janeiro. A área urbana do rio de janeiro, é dividida em cinco partes geográficas definidas por áreas de planejamento - AP. A AP5 onde encontra-se o município de Deodoro é considerada a maior delas e concentra grandes índices populacionais (26,6% da população do município) (IBGE, 2020).

O clima da região pode ser caracterizado por ser quente e úmido, com temperatura média variando de 20°C a 27°C, tendo seus meses mais quentes entre novembro e abril e os mais frios, entre maio e outubro. As chuvas são mais frequentes entre dezembro e março, sendo janeiro o mês mais chuvoso e o período mais seco indo de junho a setembro. Os Maciços do Gericinó e da Pedra Branca tem grande influência no micro clima dessa região, pois seu relevo atua como uma barreira à passagem de ventos e massas úmidas e também pela presença das matas, que contribuem para a absorção de calor e para o aumento do nível de umidade do ar (RIO-ÁGUAS, 2012). Nessa região podem ser encontradas, duas áreas de proteção ambiental (APA), a APA de Gericinó-Mendanha e a APA da Pedra Branca.

3.2. Processamento e análise de dados

O estudo foi direcionado a partir de etapas quantitativas e qualitativas nas áreas de plantio da Floresta dos Atletas, no bairro de Deodoro no município do Rio de Janeiro, de forma a fazer uma breve análise de evolução de cobertura do solo a partir do desenvolvimento das copas das mudas plantadas desde dezembro de 2019.

Para a análise temporal desta área, foram utilizadas imagens do satélite CBERS 4A WPM L4 DN selecionadas dentro do espectro da estação seca dos anos de 2020 e 2022. As imagens foram adquiridas através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022). Na hora de baixar as imagens, optou-se por selecionar as que tivessem pouca cobertura de nuvens para não atrapalhar na classificação. A resolução das bandas utilizadas foi de 8 m. Quanto melhor a resolução espacial do sensor, melhor será o nível de detalhamento observado (Figura 05).

A Floresta dos Atletas foi considerada a área fixa de onde foi gerado um *buffer* de 1 km. Este foi criado para que fossem também observadas as áreas do entorno, como a Floresta do Camboatá à direita e parte da Área de Proteção Ambiental Gericinó-Mendanha.

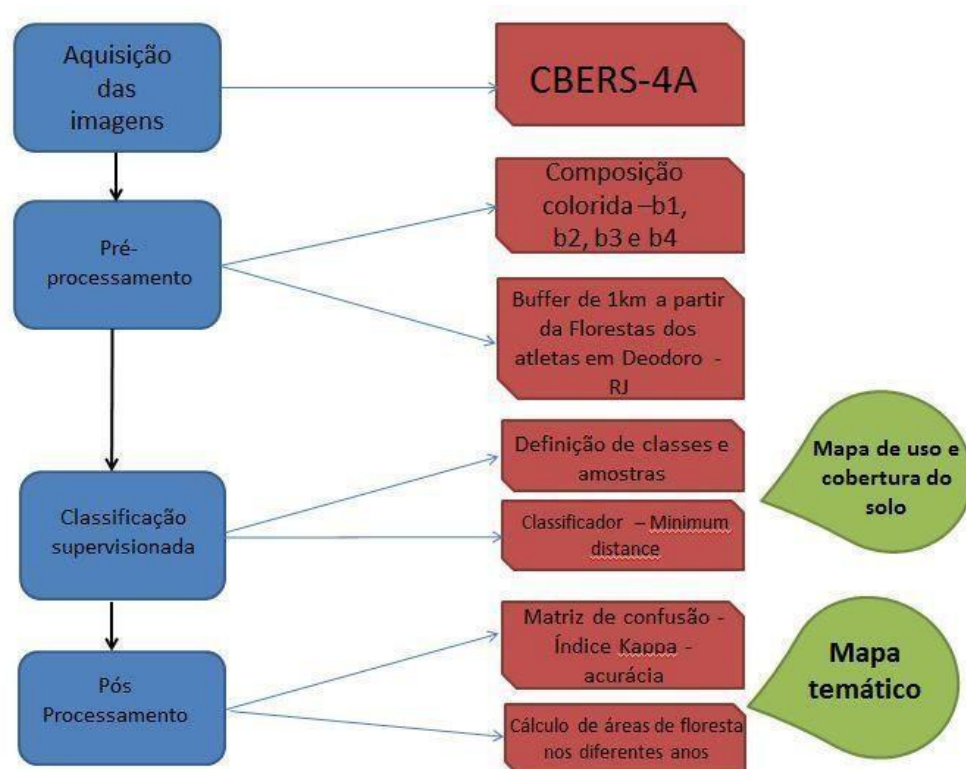


Figura 05. Fluxograma metodológico. Fonte. elaborado pela autora.

A quantificação da cobertura arbórea foi feita pelo método de classificação semi-automática de imagens. Dentre os dois tipos de classificação que existem, optou-se por fazer um mapeamento semi automático supervisionado. Onde foram definidas as amostras de treinamento para algoritmos, representando o comportamento médio das classes e extrapoladas pelo computador. Para isso foi utilizado o programa gratuito e disponível, Quantum GIS.

3.3 Definição das classes de uso e cobertura

A escolha das classes de uso e cobertura do solo foi feita com base na quantificação da evolução de cobertura arbórea na área de estudo. A Macro Classe de Vegetação compreende as Classes de Floresta e Gramado, a Macro Classe Cidade compreende a classe de infraestrutura, a Macro Classe Solo engloba apenas o Solo exposto e a Macro Classe Água compreende o Corpo d'água (Figura 06).

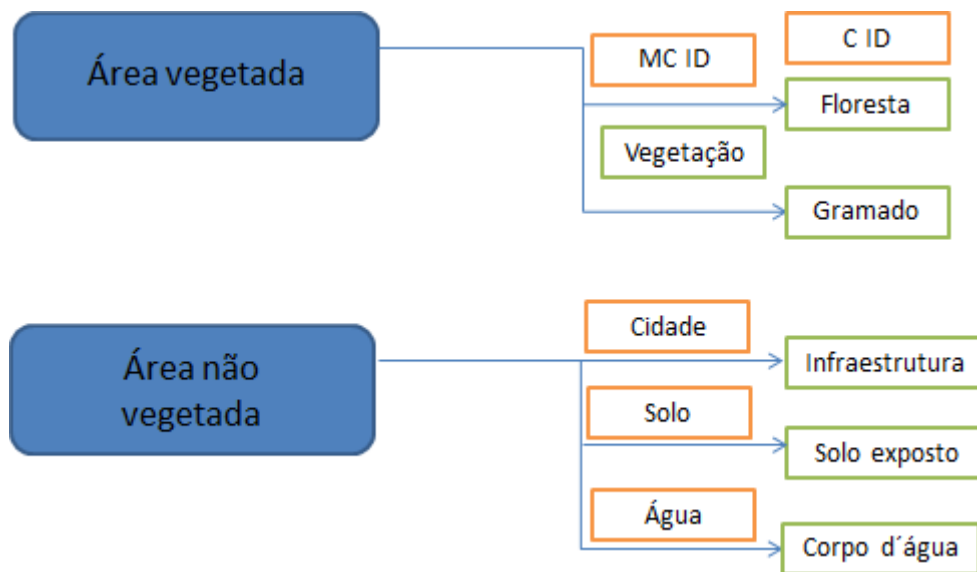


Figura 06. Chave de classificação. Fonte: elaborada pela autora.

Para cada imagem composta pelas diferentes bandas do CBERS-4A gerada para o ano de 2020 e de 2022, foram selecionadas amostras de treinamento e validação em cima da similaridade dos pixels. A análise temporal da Floresta dos Atletas foi feita a partir das classes definidas. Foram estabelecidas 5 classes de uso e ocupação do solo com 1 a 8 amostras em cada. Vegetação (Floresta e Gramado), Cidade (infraestrutura), Solo exposto e Corpo D'água (Figura 07).

- Classe Floresta - caracterizada por ter pixels verde escuros e dossel mais fechado;
- Classe Gramado - caracterizada por ter pixels em tonalidade de verde um pouco mais claro que o de floresta, demonstrando um campo mais aberto;
- Classe Infraestrutura - caracterizada por levar em consideração as construções e os asfaltos. Os pixels variaram de cores desde o branco, passando pelo lilás e chegando a tonalidades de cinza.
- Classe solo exposto - caracterizada por solos desprovidos de vegetação, concentrando pixels de cores mais alaranjadas.
- Classe Corpo D'água - caracterizada por englobar rios, lagos, lagoas, piscinas. Concentrando pixels de tons esverdeados e azulados.

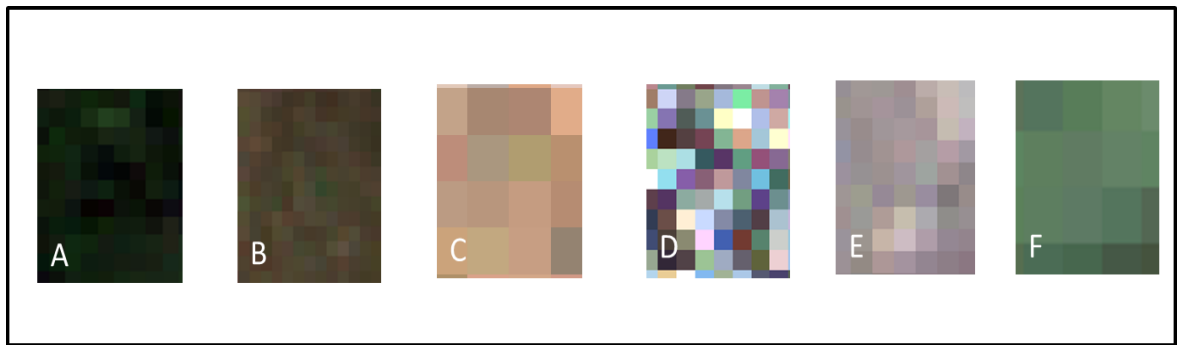


Figura 07. Demonstrativo de padrões dos pixels das classes de uso e cobertura do solo (sendo CBERS 4ª WPM) A- Floresta; B- Gramado; C- Solo exposto; D- Infraestrutura; E- Infraestrutura; F- Corpo d'água. Fonte. elaborado pela autora

Tabela 01. Macro classe e classes com o quantitativo de amostras coletadas

Identificação	Nome	Polígonos das Amostras
1	Vegetação - Floresta	8
2	Vegetação - Gramado	7
3	Cidade – Infraestrutura	6
4	Solo – solo exposto	5
5	Água – Corpo d'água	1

Fonte. elaborado pela autora

A metodologia escolhida consistiu em utilizar classificação supervisionada semiautomática com base no que já é conhecido em campo. É um método muito utilizado para quantificação e qualificação do uso da terra e então pode-se aplicar índices para avaliação ambiental da área. Nesta pesquisa a classificação foi feita a partir de imagens orbitais de alta resolução espacial CBERS 4A. A partir deste, foi realizada uma procura por amostras representativas que correspondessem às classes já definidas no software. O mesmo utiliza de uma combinação matemática dos valores dos pixels, que associa com outros pixels com uma resposta espectral parecida, assim colocando-os na mesma classe. Para que as amostras fossem validadas de forma mais simples, foi utilizado o algoritmo de mínima distância que leva em consideração as matrizes de covariância de todas as classes como diagonais e iguais (RICHARDS, 1986).

Para avaliar a classificação realizada, de acordo com Congalton (1991) apud Ferreira et al. (2007), a matriz de erro é o ponto de partida para cálculo de estatísticas descritivas índice de exatidão geral, e analíticas, através do Índice Kappa. A matriz de erro, também denominada matriz de confusão, compara categoria por categoria, a relação entre os dados de referência e os resultados correspondentes de uma classificação automatizada. Ainda de acordo com Ferreira et al. (2007), a partir das matrizes de erros, também chamada de matriz de confusão, a conciliação entre o mapeamento e a verdade terrestre pode ser mais criteriosamente estudada.

Com base nos elementos que constituem a matriz de confusão, é possível calcular algumas métricas de avaliação. Essa ferramenta é importante para avaliar a precisão de um modelo de classificação e identificar os erros cometidos pelo classificador. Estes são considerados erros de comissão (acurácia do usuário) e erros de omissão (acurácia do produtor). O primeiro refere-se aos erros de exclusão/omissão; os pixels de uma determinada classe são atribuídos erroneamente a outras classes. E o segundo tipo de erro, é quando o modelo prevê uma classe negativa, sendo positiva. E assim, considera-se que o modelo omitiu um padrão que deveria ter sido classificado como positivo.

3.4 Avaliação da Acurácia da Classificação

Ao trabalhar com classificação supervisionada semi automática é importante que seja feita uma validação estatística das amostras coletadas. Landis & Koch (1977) afirmam que para averiguar com exatidão os mapeamentos temáticos, foram criadas as matrizes de erro e dendrogramas por distância euclidiana com a utilização do índice Kappa. Este índice contribuiu para verificar a verossimilhança entre o mapa que foi gerado a partir das imagens de satélite e a realidade terrestre. Lu & Weng (2007) explicam que este coeficiente funciona como uma verificação dos resultados obtidos na classificação digital. A interpretação do resultado seguiu a escala feita por Monserud & Leemans (1992), conforme se encontra na Tabela 02.

Tabela 02. Valores de referência do índice Kappa de acordo com a qualidade de mapeamento

Limite inferior	Grau de acordo	Limite superior
<0,5	não	0,5
0,05	bem pobre	0,2
0,2	pobre	0,4
0,4	moderado	0,55
0,55	bom	0,7
0,7	muito bom	0,85
0,85	excelente	0,99
0,99	perfeito	1

Fonte. adaptado de Monserud & Leemans (1992)

A qualidade dos dados a serem obtidos com as classificações, foi testada a partir das matrizes de confusão para as diferentes imagens de satélite. A matriz de confusão é uma forma eficaz de representar a acurácia na precisão de cada classe, onde os erros de inclusão (erros de comissão) e os erros de exclusão (erros de omissão) são analisados e levados em consideração (FERREIRA et al. 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da Acurácia para o ano de 2020

A partir das amostras de treinamento coletadas foi gerado o mapa de uso e cobertura do solo (Apêndice A) que foi validado com outros conjuntos de amostras, originando a matriz de confusão (Tabela 03). A partir disso, pôde-se avaliar a qualidade da classificação, comparando com o quão próximo da realidade o mesmo encontra-se. A validação estatística da classificação supervisionada teve como resultado para este ano, uma exatidão global de 94,32% e índice Kappa de 91,36%. Segundo Monserud and Leemans (1992), esse valor é considerado excelente.

Tabela 03. Matriz de confusão da classificação para a imagem do satélite CBERS 4A de 2020. Em que. Floresta (F), Gramado (G), Infraestrutura (I), Solo exposto (S) e Corpo d'água (A).

Classe	Amostras de referência					Total
	F	G	I	S	A	
F	210	1	1	0	0	212
G	8	220	13	0	0	241
I	0	0	153	0	0	153
S	0	0	20	62	0	82
A	0	0	0	0	12	12
Total	218	221	187	62	12	700

Fonte. elaborado pela autora

Os erros de omissão e comissão para as diferentes classes são apresentados em seguida na Figura 08. Assim como na matriz de confusão observa-se claramente na Figura que a classe Corpo d'água junto com Solo Exposto não apresentaram erros de omissão. A classe Gramado apresentou 1 pixel de erro de omissão e, enquanto as classes Floresta e Infraestrutura, apresentaram os maiores erros de omissão, com 8 e 24 pixels, respectivamente. Quanto aos erros de comissão, as classes Floresta, Solo exposto e Gramado foram as que apresentaram uma porcentagem de erro, com 2, 20 e 21 pixels, respectivamente.

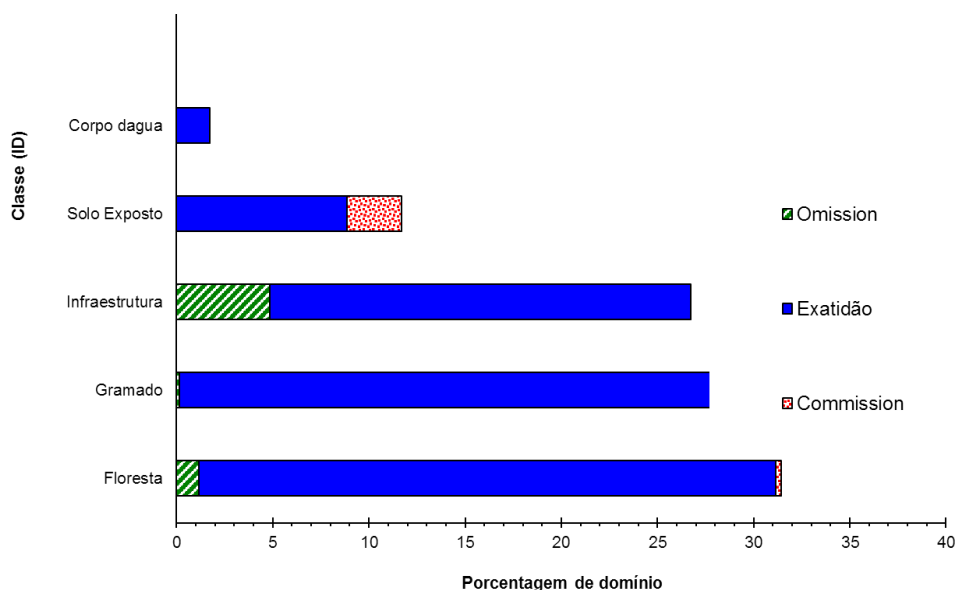


Figura 08. Gráfico da porcentagem de erros de omissão e comissão gerada a partir da matriz de confusão para o ano de 2020. Fonte. elaborada pela autora, adaptado de Pontius Jr. e Milones (2011)

4.2 Avaliação da Acurácia para o ano de 2022

A partir das amostras de treinamento coletadas foi gerado o mapa de uso e cobertura do solo (Apêndice A) que foi validado com outros conjuntos de amostras, originando a matriz de confusão (Tabela 04) para este ano. A partir disso, pôde-se avaliar a qualidade da classificação, comparando se está próximo da realidade. A validação estatística da classificação supervisionada teve como resultado para este ano, uma exatidão global de 97,37% e índice Kappa de 96,20%. Segundo Monserud and Leemans (1992), esse valor é considerado excelente.

A Tabela 04. apresenta a matriz de confusão resultante das classificações para a imagem do satélite CBERS 4A do ano de 2022. Os erros de omissão e comissão para as diferentes classes são apresentados em seguida na Figura 08.

Tabela 04. Matriz de confusão da classificação para a imagem do satélite CBERS 4A de 2022. Em que. Floresta (F), Gramado (G), Infraestrutura (I), Solo exposto (S) e Corpo d'água (A).

Amostras de referência						
Classe	F	G	I	S	A	Total
F	147	5	0	0	0	152
G	0	193	3	0	0	196
I	0	0	148	0	0	148
S	0	0	12	61	0	73
A	0	0	0	0	12	12
Total	147	198	163	61	12	581

Fonte. elaborado pela autora

Os erros de omissão e comissão para as diferentes classes são apresentados em seguida na Figura 09. Assim como na matriz de confusão, observa-se claramente na Figura abaixo que as classes Corpo d'água, Solo exposto e Floresta, não apresentaram erros de omissão. Porém a classe Infraestrutura apresentou 15 pixels de erro de omissão, contra 5 pixels da classe Gramado. E com relação aos erros de comissão, as classes Floresta, Gramado, e Solo exposto apresentaram uma porcentagem de erro, 5, 3, 12, respectivamente.

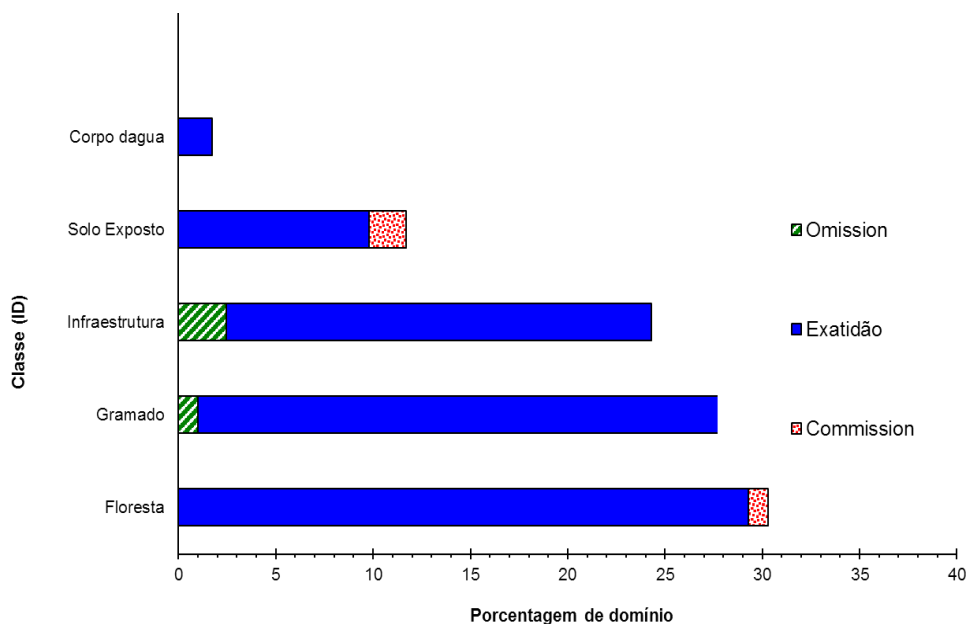


Figura 09. Gráfico da porcentagem de omissão e comissão gerada a partir da matriz de confusão para o ano de 2022. Fonte. elaborado pela autora, adaptado de Pontius Jr. e Milones (2011)

4.3. Classificação do uso e cobertura do solo

A partir do processamento das imagens e da classificação foi possível gerar um mapa de uso e cobertura do solo para cada ano analisado. E então compreender as mudanças ocorridas ao longo desses anos na área onde foi implantada a Floresta dos Atletas e a evolução também do seu entorno (*buffer* de 1 km). Conforme pode ser observado na Figura 10, houve um nítido aumento da classe floresta ao longo dos anos, dentro e fora da área da Floresta dos Atletas.

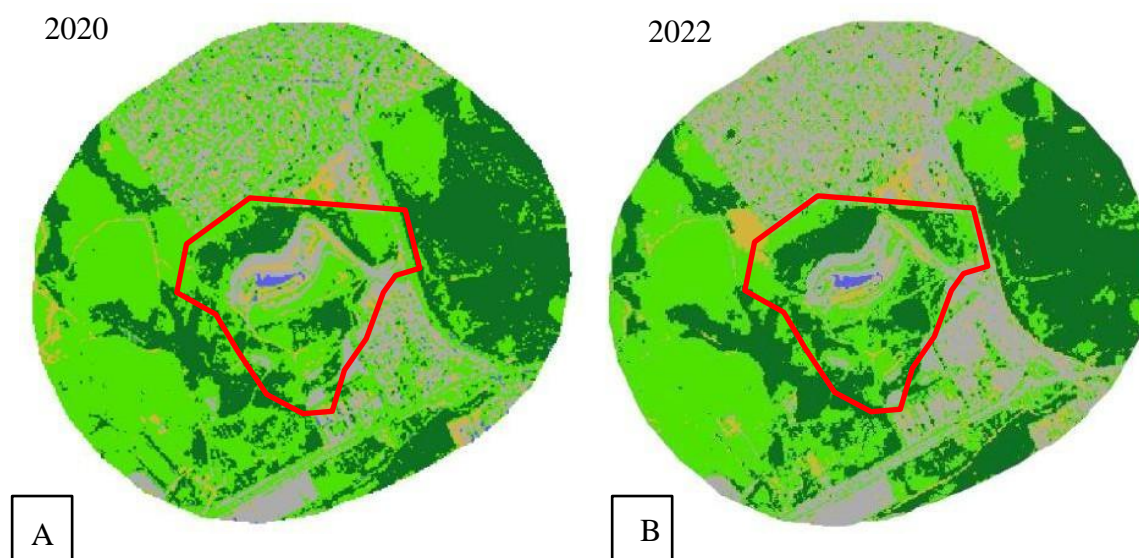


Figura 10. Imagens classificadas de uso e cobertura do solo referente ao ano de 2020 (A) e 2022 (B) Fonte: elaborado pela autora

Na Figura acima é possível verificar que existe diferença de classificação no uso e cobertura do solo entre os anos. Ao comparar o ano de 2020 com 2022, houve uma diminuição do gramado tanto no entorno quanto dentro do perímetro da Floresta dos Atletas. Na Figura 11 observa-se a área de cada classe obtida, a partir da contagem de pixels para cada classe.

Pode-se observar para a área como um todo, que a classe predominante da paisagem para os dois anos refere-se ao gramado com 49% para 2020 e 38% para 2022, aproximadamente. Seguida da classe Floresta, que subiu de 28% para 31%. Juntas, estas duas classes constituem a área vegetada total, representando, portanto, mais de 50% das superfícies da área estudada.

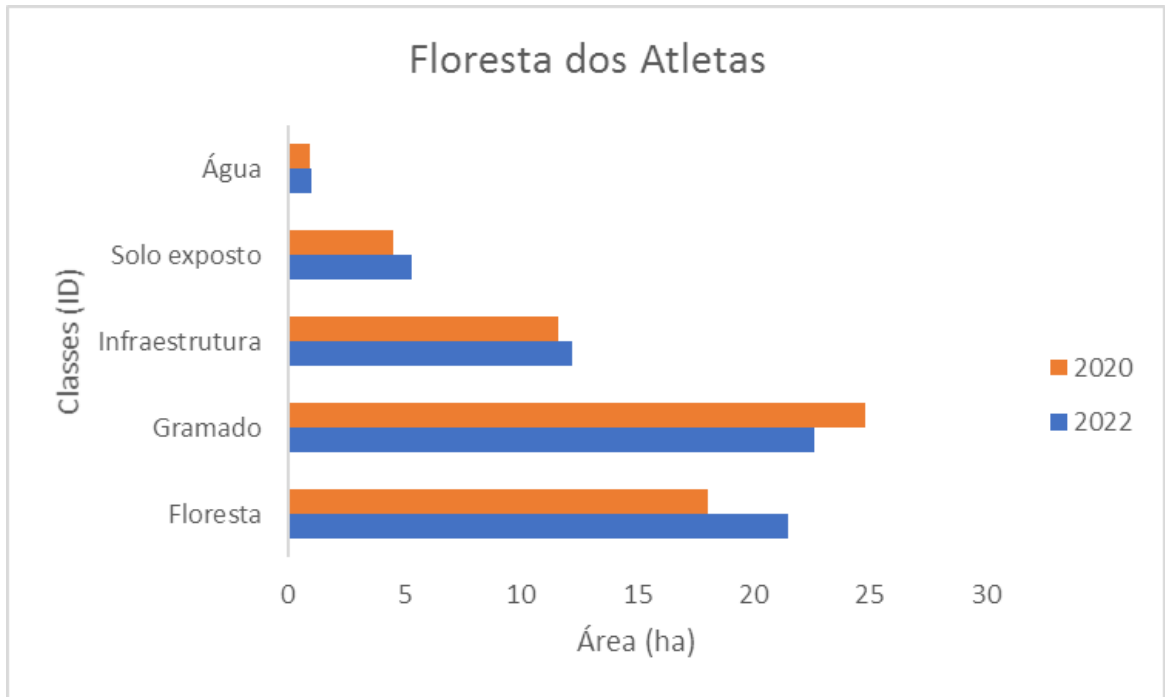


Figura 11. Gráfico de áreas, em ha, para as classes de uso do solo, do perímetro da Floresta dos Atletas nos anos de 2020 e 2022 de acordo com o processamento da imagem do satélite CBERS 4A, sensor WPM. Fonte. elaborado pela autora.

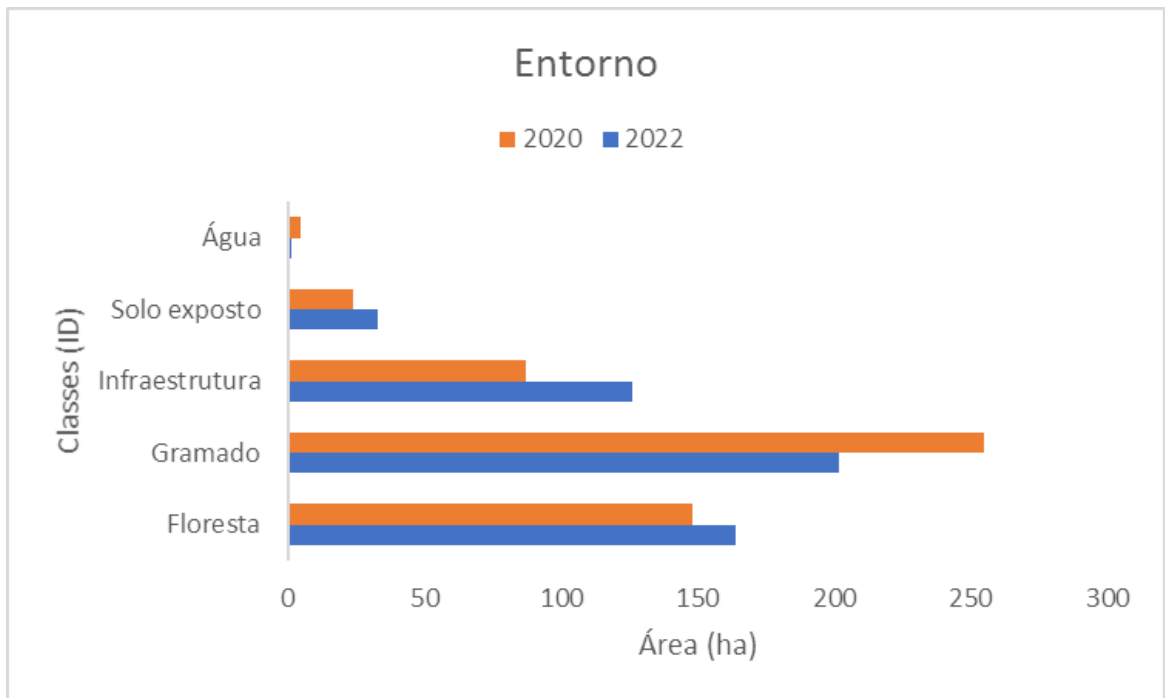


Figura 12. Gráfico de áreas, em ha, para as classes de uso do solo, do *buffer* de 1km nos anos de 2020 e 2022 de acordo com o processamento da imagem do satélite CBERS 4A, sensor WPM. Fonte. elaborado pela autora.

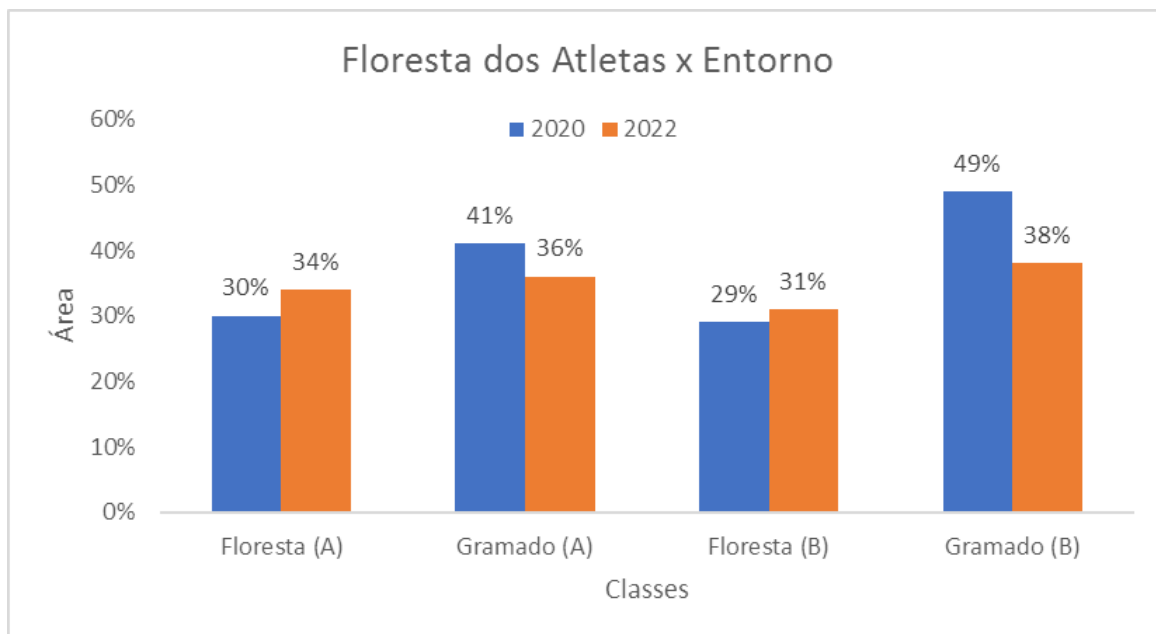


Figura 13. Gráfico de áreas, em %, para as classes de uso do solo, Floresta e Gramado da floresta dos atletas e do entorno. Onde (A) pertence a Floresta dos Atletas e (B) pertence ao entorno nos anos de 2020 e 2022 de acordo com o processamento da imagem do satélite CBERS 4A, sensor WPM. Fonte. elaborado pela autora.

Analisando o mapeamento em conjunto com os gráficos de áreas, fica bem representado que houve um aumento da cobertura arbórea ao longo dos anos, o que indica, do ponto de vista da cobertura do solo, o sucesso do processo de restauração além da viabilidade do uso dessas imagens para estas finalidades. É possível perceber que no ano de 2022, tanto dentro do Parque Radical de Deodoro, onde está localizada a Floresta dos Atletas, quanto na área de entorno, houve um aumento de área da classe floresta. Nota-se que para o caso em questão, as classes floresta e gramado são inversamente proporcionais. Além disso, observa-se que houve um aumento da área nas classes de solo exposto e infraestrutura o que revela um aumento da pressão urbana nestas áreas.

4.4 Análise empírica do entorno e da Floresta dos Atletas.

Victorio (2021), afirma que as áreas verdes da AP-5 apesar de possuírem grande potencial ecoturístico, ainda não são tão visitadas quanto às da Zona Sul. A floresta do Camboatá, localizada em Deodoro, representa um dos últimos remanescentes florestais do município do Rio de Janeiro (GRIBEL et al. 2013). Na Figura 14, é possível observar uma área verde à direita da floresta dos atletas marcada em azul, com uma extensão de aproximadamente 160 hectares. Originalmente, foi utilizada como campo de treinamento militar, e segundo o projeto de lei nº 632 de 2017, foi categorizada em APA do Camboatá. É um local aberto ao público, oferecendo caminhadas ecológicas e atividades de pesquisa científica.

2020

2022

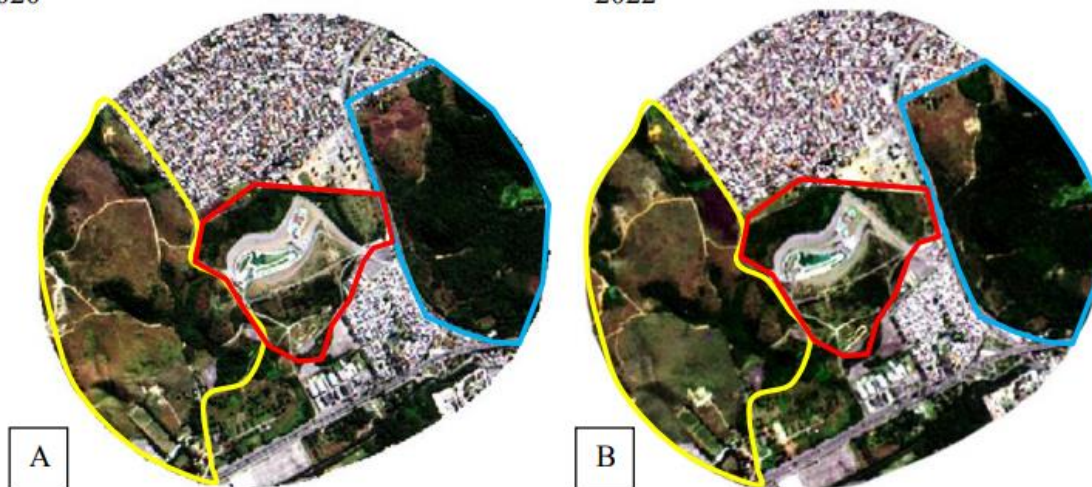


Figura 14. Imagens de composição das bandas 1, 2, 3, 4 a partir do CBERS 4A no entorno da Floresta dos Atletas nos anos de 2020 (A) e 2022 (B). Fonte. elaborado pela autora.

Além desta floresta do lado direito (polígono azul), existe parte de fragmentos florestais da APA Gericinó-Mendanha no lado esquerdo (polígono amarelo), e alguns fragmentos “verdes não funcionais” como manchas arbóreas de leucenas por exemplo nas proximidades. O local apresenta os indivíduos arbóreos de leucenas (*Leucena leucocephala*) presentes nos arredores (Figura 15). Por causa do banco de sementes que as mesmas proporcionam, seu controle se torna cada vez mais difícil. Essa espécie é considerada exótica e invasora por conta do seu perfil de alastramento - conforme Resolução SMAC nº 492 de 05 de julho de 2011. Para que haja sucesso de evolução desse futuro fragmento que será a Floresta dos Atletas, é imprescindível que ocorra a remoção e controle de espécies exóticas invasoras. Ao longo da implantação e dos anos de manutenção desse local, foi tido muito cuidado com essa espécie para que não houvesse facilitação de sua reprodução.



Figura 15. Bosque de *Leucena leucocephala* nos arredores da Floresta dos Atletas
Fonte. Imagens tiradas em campo pela autora

O fato da Floresta dos Atletas encontrar-se nas proximidades do Parque Estadual do Mendanha, ocasiona em contribuir para uma melhoria da conectividade da região. Aumentando a possibilidade de fluxo gênico entre as áreas e facilitando um caminho mais seguro para a avifauna local. Segundo Bargas e Matias (2012), as áreas verdes urbanas podem ser classificadas também a partir de seu porte e suas funções. Essas características influenciam nos serviços ecossistêmicos que as mesmas podem oferecer, através da sombra das copas que resultam em uma melhor qualidade de vida às pessoas que usufruem daquele espaço, assim como a presença de frutos dessas espécies que serve para atração de avifauna.

Existem muitos desafios dentro da restauração florestal em ambientes urbanos, e um deles é o controle desta espécie citada que influencia na evolução das espécies nativas que servirão para enriquecer o local. Desde a sua implantação em dezembro de 2019, foram realizadas 4 manutenções por ano. Nestas foram realizadas atividades de controle de formiga; assim como replantio de alguma muda que não havia se desenvolvido bem; aplicação de adubo e controle de espontâneas. Hoje a mesma encontra-se estruturada, com mudas acima de 3m, florindo e frutificando, conforme pode ser visto das fotos em Anexo.

Além destes desafios, quando se pretende avaliar uma área a partir do uso de geotecnologias, é importante definir bem os objetivos do estudo para que as imagens de satélite com as respectivas resoluções atendam. Segundo Dobbs, Harms e Kendal (2017), os modelos baseados em GIS podem modelar melhor a oferta e a demanda de serviços ecossistêmicos, mas sua escala de análise geralmente é mais grosseira, e os detalhes necessários para a tomada de decisão podem ser perdidos quando a análise é baseada em informações de uso ou cobertura de solo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As geotecnologias têm se mostrado úteis na gestão de arborização urbana. O uso das imagens de satélite contribuiu para corroborar a evolução da cobertura arbórea no local estudado. Apesar de verificar que existe bastante gramado, as áreas consideradas floresta não apresentaram retrocesso, e nesses últimos 3 anos, só cresceram. A partir de todas as etapas de processamento e análise das imagens CBERS4A-WPM foi possível constatar que houve aumento da cobertura arbórea tanto no entorno da Floresta dos Atletas, assim como no local onde a mesma foi implantada. Assim comprovando que existe pelo menos um início de conectividade dos fragmentos arbóreos de 2019 para 2022.

Grande parte da vegetação conservada presente na zona oeste, encontra-se no interior das unidades de conservação. Conforme essas áreas verdes dentro de grandes núcleos urbanos vão sendo mantidas e manejadas, aos poucos vão facilitando o ambiente para receber propágulos de espécies nativas. Além das espécies arbóreas zoocóricas começarem a ser dispersas pela avifauna presente e atraída pela diversidade de alimento.

Vale ressaltar que mesmo sendo observado um processo de evolução de cobertura arbórea dentro do Parque Radical de Deodoro assim como no entorno, ainda faz-se necessário atentar às manutenções do plantio. Espera-se que ao longo dos anos, cada vez menos manutenções sejam necessárias para manter a Floresta dos Atletas saudável. E que pela proximidade com unidade de conservação, acabe facilitando a existência de um corredor ecológico consolidado dentro da cidade. Além disso, a ideia de recuperar uma área antropizada do Parque Radical de Deodoro, pode servir de inspiração para outras áreas da cidade do Rio de Janeiro que precisam de atenção.

É possível concluir que a utilização de imagens do satélite CBERS 4A Sensor WPM, pode ser bem útil para fazer uma avaliação temporal da evolução de cobertura arbórea em um determinado sítio ao longo dos anos. A sua resolução apresenta grande nível de detalhe, quando comparado com outros satélites, podendo ser bastante utilizada como ferramenta de auxílio de estudos ambientais. Contudo, é importante atentar-se a época do ano em que será escolhido baixar as imagens para poder comparar imagens de períodos semelhantes em todos os anos e com o tamanho da área a ser estudada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMAZÉM DE DADOS. Descrição e mapas da Área de Planejamento-5. Rio de Janeiro. Disponível em. <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/dados.asp?id=167>. Acesso em. 10 fev. 2014.

Araújo, B., & de Mendonça, F. (2021). Geotecnologias aplicadas à arborização urbana. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Departamento de Silvicultura. Recuperado em 14 mar. 2023, de https://www.qgis.org/pt_BR/docs/index.html.

Bargos, D. C. (2010). Mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como indicador da qualidade ambiental urbana. estudo de caso de Paulínia-SP [Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas]. Recuperado em 14 mar. 2023, de <https://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286868>.

BIOVERT FLORESTAL E AGRÍCOLA LTDA. (2017). Floresta dos Atletas – Espécies e Países, 2017. Rio de Janeiro.

Caporusso Bargos, D. (2012). Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP). estudo com a aplicação de geotecnologias (Vol. 1).

Cohenca, D., & Carvalho, R. (2015). Comparação de métodos de classificação OBIA, Máxima Verossimilhança e Distância Mínima em imagem OLI/Landsat-8 em área de alta diversidade de uso do solo.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. 173 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade de Campinas, São Paulo. 1992.

Da, N., & Nascimento, S. (2015). Deodoro, zona oeste do Rio de Janeiro. apagamentos e lembranças sobre um campo minado. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Memória Social, Mestrado em Memória Social.

da Silva Reis, D., Mendes da Silva, I., Ferreira da Silva Filho, D., Lordello Polizel, J., de Souza Pires, C., & Torquato Oliva, G. (2017). O uso de imagem de satélite na avaliação de indicadores de floresta urbana da cidade de Arinos, MG. 2, 1–15.

DUTRA, L. V., SOUZA, R. D. & MOREIRA, J. Análise automática de imagens multiespectrais. 1. ed. Campinas. INPE, 1981. 33p.

FISHER, D. E. et al. Comparação entre os métodos de máxima verossimilhança, distância mínima e o método. Bol. Ciênc. Geod., v. 5, n. 1, p. 5-19, 1999.

FERREIRA, E.; AGUILAR DANTAS, A. A.; RAMALHO DE MORAIS, A. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no município de Lavras, MG. [S.l.]. [s.n.], [s.d.]. Disponível em. <http://www.dpi.inpe.br/geoprof/projetos/20cbg/CD/CI-055.pdf>. Acesso em. 14 mar. 2023.

Ferrini, F., Konijnendijk van den Bosch, C.C., & Fini, A. (Eds.). (2017). Routledge Handbook of Urban Forestry (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315627106>

FUNDAÇÃO INSTITUTO DAS ÁGUAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO - RIO-ÁGUAS. Contrato de Concessão no 001/2012 – Anexo VI – Descrição e Mapas da Área de Planejamento-5. Rio de Janeiro, RJ, 2012. Disponível em.

<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4290214/4105682/06.AnexoVIDescricaoeMapadaAreadePlanejamento5.pdf>. Acesso em. 18 dez. 2022.

Grupo de Trabalho Corredores Verdes. Relatório do Grupo de Trabalho. Resolução SMAC P nº183 de 07.11.2011.

HWANG, R. L.; LIN, T. P.; MATZARAKIS, A. Seasonal effects of urban street shading on long-term outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, v. 46, n. 4, p. 863–870, 2011. DOI. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.017>.

KONIJNENDIJK, C. C.; NILSSON, K.; RANDRUP, T. B.; SCHIPPERIJN, J. *Urban forests and trees. a reference book*. Springer Science & Business Media. Berlin Heidelberg New York, 2005.

Landis, J.R. and Koch, G.G. (1977) The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33, 159. <https://doi.org/10.2307/2529310>

Landry, S. M., & Chakraborty, J. (2009). Street trees and equity. Evaluating the spatial distribution of an urban amenity. *Environment and Planning A*, 41(11), 2651–2670. <https://doi.org/10.1068/a41236>

Li, X., & Ratti, C. (2018). Mapping the spatial distribution of shade provision of street trees in Boston using Google Street View panoramas. *Urban Forestry and Urban Greening*, 31, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.013>

LU, D.; WENG, Q. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performace. *International Journal of Remote Sensing*. London-England, v. 28, n.5, p. 823-870, 2007.

MATIAS, L.F. *Geoprocessamento Aplicado à Análise das Transformações no Uso da Terra no Município de Paulínia - SP (1964-2006)*. Relatório Final de Pesquisa. FAPESP, 2009.

MI.ANO, M.S. *A cidade, os espaços abertos e a vegetação*. h1: Anais do 1. Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana. 1992. Vitória. Sociedade Brasileira. Arborização Urbana. 1992. Vol.1. p3-14.

MONSERUD, R.A.; LEEMANS, R. Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. *Ecol. Modelling*, v. 62, p. 275-293, 1992.

MOURA, A.R. de; NUCCI, J.C. Cobertura vegetal em área urbanas – o caso do bairro de Santa Felicidade, Curitiba/PR. *Geografia. Ensino & Pesquisa*. v.12, UFSM: Santa Maria, 2008.

NOVO, E.M.L.M. *Sensoriamento remoto. princípios e aplicações*. 2. ed. Edgard Blücher. São Paulo, 1992. 308 p.

NUCCI, J.C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas: conceito e método. São Paulo. Geosp, n. 6, p. 29-36, 1999.

PINHO, C. M. D.; RENNÓ, C. D. ; KUX, H. Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem QuickBird. In.Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 12, 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos. INPE, 2005. p.4225 – 423

PUENTE, André D. BLEICKER, Paola P. TORRES, Vladimir S. Floresta urbana e sua biodiversidade. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 9., 2005, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: SBAU, CEMIG, Prefeitura de Belo Horizonte, 2005.

Richards, D. R., & Edwards, P. J. (2017). Quantifying street tree regulating ecosystem services using Google Street View. *Ecological Indicators*, 77, 31–40. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2017.01.028>

RIO DE JANEIRO. (2011). Lei Complementar nº 111 de 01/02/2011. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências.

RIO DE JANEIRO. (2011). Resolução SMAC nº 492, de 05 de julho de 2011. Regulamenta o Programa Municipal de Controle de Espécies Exóticas Invasoras Vegetais. Disponível em. . Acesso em. 23 Març. 2023.

ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto. 5 ed. EDUFU, Uberlândia. 2003. 109 p.

RUDNICK, D.A. ET AL. The role of landscape connectivity in planning and implementing conservation and restoration priorities. *Issues in Ecology*, v. 16, 20 p. 2012.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. IN. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. Anais... EDUSP, São Paulo, 1990. p. 1-26.

Sanusi, R., Johnstone, D., May, P.; Livesley, S. J. (2016). Street Orientation and Side of the Street Greatly Influence the Microclimatic Benefits Street Trees Can Provide in Summer. *Journal of Environmental Quality*, 45(1), 167–174. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.01.0039>

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – SMAC. Mapeamento da cobertura vegetal e do uso das terras do Município do Rio de Janeiro. Disponível em. <<https://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibeconteudo?id=2367968>>. Acesso em. 20 dez. 2022;

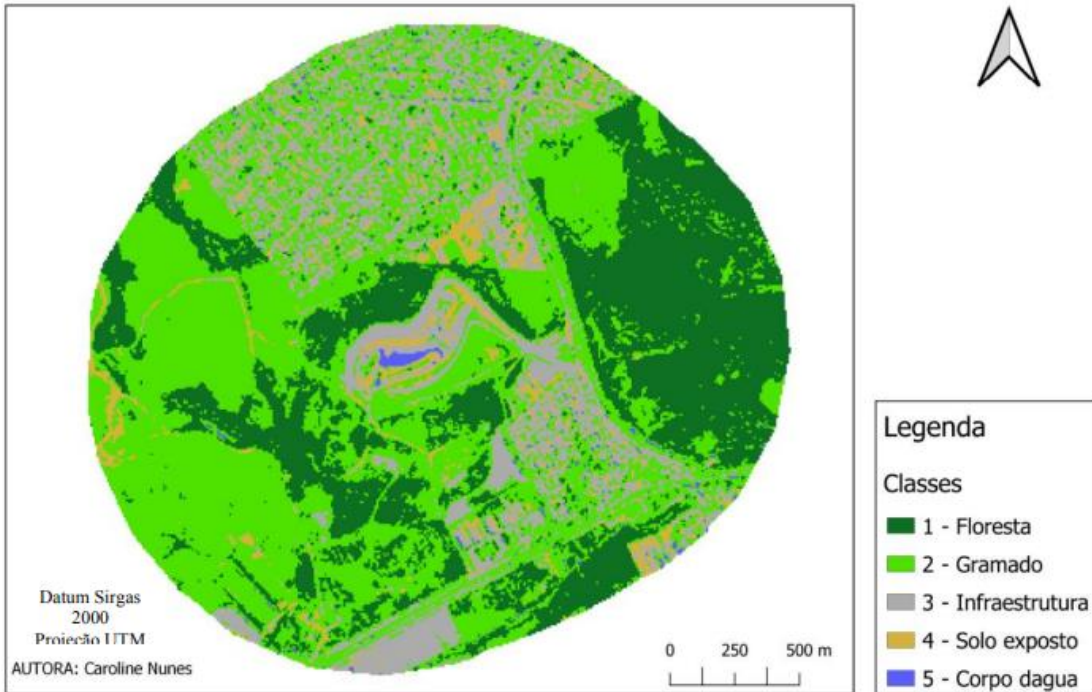
Victório, S. &. (2021). Meio Ambiente (Brasil), v.3, n.1.

APÊNDICE

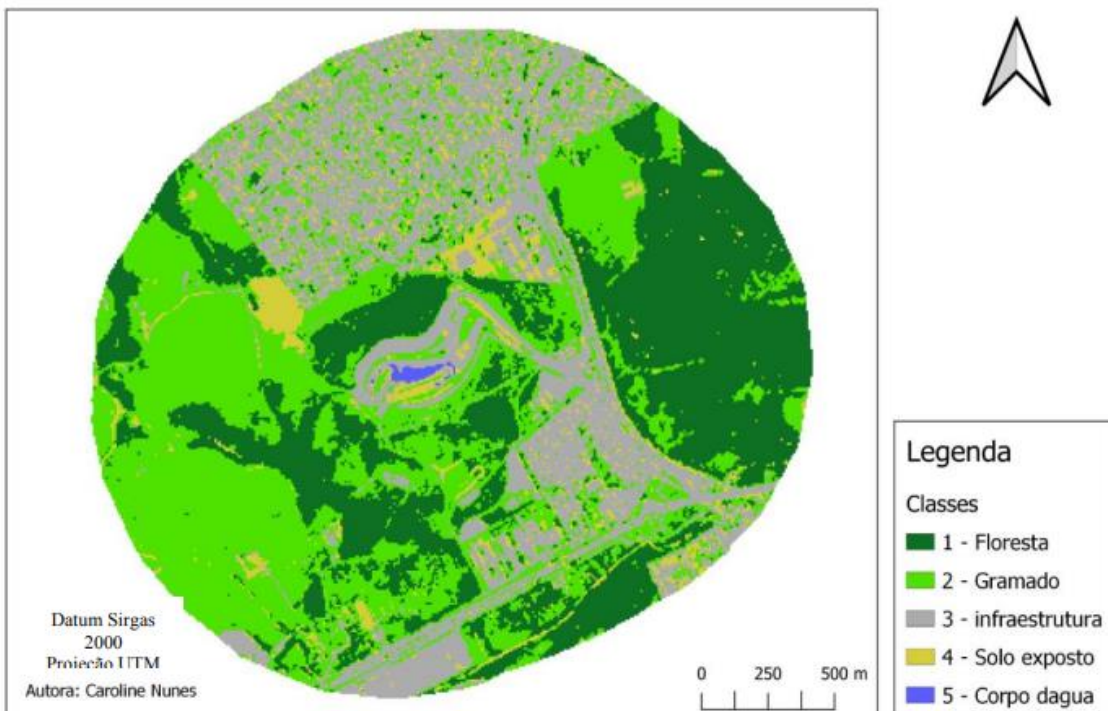
- A. Mapas de uso e cobertura do solo ano de 2020 e do ano de 2022
- B. Lista de espécies plantadas por país na Floresta dos Atletas

A. Mapas de uso e cobertura do solo anos de 2020 e 2022

Mapa de Uso e Cobertura do solo ano de 2020



Mapa de Uso e Cobertura do solo ano de 2022



B. Lista de espécies plantadas na Floresta dos Atletas pelos atletas representantes de cada país. Cada espécie possui 66 indivíduos no local.

nº	País	Nome Científico	Nome Comum	C.E
1	Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>	pau-brasil	EN
2	Grécia	<i>Acnistus arborescens</i>	marianeira	NE
3	Afeganistão	<i>Moldenhawera polysperma</i>	falsa-macanaíba	VU
4	África do Brasil	<i>Albizia niopoides</i>	farinha-seca	LC
5	Albânia	<i>Albizia polycephala</i>	albizia	NE
6	Alemanha	<i>Alchornea glandulosa</i>	moquequeira	NE
7	Andorra	<i>Allagoptera arenaria</i>	guriri	LC
8	Angola	<i>Allagoptera caudescens</i>	palmito-amargoso	NE
9	Antígua e Barbuda	<i>Allophylus edulis</i>	baga-de-morcego	NE
10	Arábia Saudita	<i>Anacardium occidentale</i>	cajueiro	NE
11	Argélia	<i>Anadenanthera colubrina</i>	angico-branco	NE
12	Argentina	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	angico-vermelho	NE
13	Armênia	<i>Andira fraxinifolia</i>	angelim-doce	NE
14	Aruba	<i>Andira legalis</i>	angelim-coco	NE
15	Atletas Olímpicos Independentes	<i>Annona dolabripetala</i>	condessa	NE
16	Atletas Olímpicos Refugiados	<i>Annona mucosa</i>	biribá	NE
17	Austrália	<i>Apeiba tibourbou</i>	pau-jangada	NE

18	Áustria	<i>Apuleia leiocarpa</i>	garapa	VU
19	Azerbaijão	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	peroba-rosa	LC
20	Bahamas	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	guatambu-oliva	NE
21	Bahrein	<i>Aspidosperma subincanum</i>	guatambu-vermelho	NE
22	Bangladesh	<i>Astronium fraxinifolium</i>	gonçalo-alves	LC
23	Barbados	<i>Astronium graveolens</i>	guaritá	LC
24	Bélgica	<i>Bactris setosa</i>	tucum	NE
25	Belize	<i>Pterygota brasiliensis</i>	pau-rei	NE
26	Benim	<i>Bauhinia forficata</i>	pata-de-vaca	NE
27	Bermudas	<i>Bauhinia longifolia</i>	pata-de-vaca-do-campo	NE
28	Bielorrússia	<i>Bixa orellana</i>	urucum	NE
29	Bolívia	<i>Byrsonima sericea</i>	murici	NE
30	Bósnia e Herzegovina	<i>Calophyllum brasiliense</i>	guanandi	NE
31	Botsuana	<i>Calyptranthes lucida</i>	caliptrantes-do-mato	NE
32	Brunei	<i>Campomanesia guaviroba</i>	guaviroba	NE
33	Bulgária	<i>Cariniana estrellensis</i>	jequitibá-branco	NE
34	Burkina Faso	<i>Cariniana legalis</i>	jequitibá-rosa	EN
35	Burundi	<i>Cassia grandis</i>	cássia-rosa	NE
36	Butão	<i>Cecropia hololeuca</i>	embaúba-prateada	NE

37	Cabo-Verde	<i>Cedrela fissilis</i>	cedro-rosa	VU
38	Camarões	<i>Cedrela odorata</i>	cedro-branco	VU
39	Camboja	<i>Ceiba speciosa</i>	paineira-rosa	NE
40	Canadá	<i>Centrolobium tomentosum</i>	araribá-rosa	LC
41	Catar	<i>Chamaecrista ensiformis</i>	macanaíba	NE
42	Cazaquistão	<i>Chloroleucon tortum</i>	tataré	NT
43	Chade	<i>Citharexylum myrianthum</i>	tarumã	NE
44	Chile	<i>Citharexylum solanaceum</i>	tarumã-grande	NE
45	China	<i>Clethra scabra</i>	canela-abacate	LC
46	Chipre	<i>Syagrus oleracea</i>	guarariroba	NE
47	Cingapura	<i>Coccoloba alnifolia</i>	bolo	NE
48	Colômbia	<i>Colubrina glandulosa</i>	sobrasil	LC
49	Comores	<i>Copaifera langsdorffii</i>	copaíba	NE
50	Congo	<i>Copaifera trapezifolia</i>	óleo-de-copaíba	NE
51	Coreia do Norte	<i>Cordia ecalyculata</i>	café-de-bugre	NE
52	Coreia do Sul	<i>Cordia superba</i>	babosa-branca	NE
53	Costa do Marfim	<i>Cordia trichotoma</i>	louro-pardo	NE
54	Costa Rica	<i>Couratari macrosperma</i>	imbirema	NE
55	Croácia	<i>Croton floribundus</i>	capixingui	NE

56	Cuba	<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'água	NE
57	Dinamarca	<i>Cupania emarginata</i>	camboatá-da-restinga	NE
58	Djibuti	<i>Cupania fluminensis</i>	camboatá-peludo	EN
59	Dominica	<i>Cupania oblongifolia</i>	camboatá	NE
60	Egito	<i>Cupania racemosa</i>	camboatá-miúdo	NE
61	El Salvador	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	ipê-mandioca	NE
62	Emirados Árabes Unidos	<i>Dalbergia nigra</i>	jacarandá-da-bahia	VU
63	Equador	<i>Gustavia augusta</i>	jeniparana	NE
64	Eritreia	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	orelha-de-macaco	NE
65	Eslováquia	<i>Eriotheca pentaphylla</i>	embiruçu-branco	NE
66	Eslovênia	<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	mirindiba	NE
67	Espanha	<i>Erythrina falcata</i>	bico-de-papagaio	NE
68	Estados Unidos	<i>Erythrina speciosa</i>	suinã	NE
69	Estônia	<i>Erythrina verna</i>	mulungu	NE
70	Etiópia	<i>Eugenia astringens</i>	vapê	NE
71	Fiji	<i>Eugenia brasiliensis</i>	grumixama	LC
72	Filipinas	<i>Eugenia florida</i>	guamirim	LC
73	Finlândia	<i>Eugenia leonora</i>	guamirim-leonora	EN
74	França	<i>Eugenia pisiformis</i>	cambuí-tanguá	LC

75	Gabão	<i>Eugenia selloi</i>	pitangão	NE
76	Gambia	<i>Eugenia speciosa</i>	laranjinha-do-mato	NE
77	Gana	<i>Eugenia sulcata</i>	pitanga-preta	NE
78	Geórgia	<i>Euterpe edulis</i>	palmito-juçara	VU
79	Grã-Bretanha	<i>Eugenia uniflora</i>	pitangueira	NE
80	Granada	<i>Ficus enormis</i>	figueira-da-pedra	NE
81	Guam	<i>Ficus organensis</i>	gameleira-branca	NE
82	Guatemala	<i>Gallesia integrifolia</i>	pau-d'alho	NE
83	Guiana	<i>Genipa americana</i>	jenipapo-bravo	LC
84	Guiné	<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	camará	NE
85	Guiné Equatorial	<i>Guazuma crinita</i>	algodão-do-mato	NE
86	Guiné-Bissau	<i>Guarea guidonia</i>	carrapeta	NE
87	Haiti	<i>Guazuma ulmifolia</i>	mutambo	NE
88	Honduras	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	ipê-dourado	NE
89	Hong Kong, China	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	ipê-roxo	LC
90	Hungria	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	ipê-rosa	NT
91	Iêmen	<i>Handroanthus ochraceus</i>	ipê-cascudo	NE
92	Ilhas Cayman	<i>Handroanthus serratifolius</i>	ipê-amarelo	NE
93	Ilhas Cook	<i>Handroanthus umbellatus</i>	ipê-amarelo-do-brejo	NE

94	Ilhas Marshall	<i>Handroanthus vellosi</i>	ipê-preto	NE
95	Ilhas Salomão	<i>Hymenaea courbaril</i>	jatobá	LC
96	Ilhas Virgens Americanas	<i>Himatanthus bracteatus</i>	sucuba	NE
97	Ilhas Virgens Britânicas	<i>Inga edulis</i>	ingá-cipó	NE
98	Índia	<i>Inga laurina</i>	ingá-do-brejo	LC
99	Indonésia	<i>Inga thibaudiana</i>	ingá-ferro	NE
100	Irã	<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i>	ingá-banana	NE
101	Iraque	<i>Jacaranda macrantha</i>	carobão	LC
102	Irlanda	<i>Jacaranda micrantha</i>	caroba	NE
103	Islândia	<i>Jacaranda puberula</i>	carobinha	LC
104	Israel	<i>Jacaratia spinosa</i>	mamão-do-mato	LC
105	Itália	<i>Joannesia princeps</i>	cutieira	LC
106	Jamaica	<i>Kielmeyera membranacea</i>	pequiá-branco	NE
107	Japão	<i>Libidibia ferrea</i>	pau-ferro	NE
108	Jordânia	<i>Lacistema pubescens</i>	café-do-mato	NE
109	Kiribati	<i>Lecythis lurida</i>	inuiba-vermelha	LC
110	Kosovo	<i>Lecythis pisonis</i>	sapucaia	NE
111	Laos	<i>Licania tomentosa</i>	oiti	NE
112	Lesoto	<i>Lonchocarpus cultratus</i>	embira-de-sapo	NE

113	Letônia	<i>Luehea grandiflora</i>	ivitinga	NE
114	Líbano	<i>Mabea fistulifera</i>	canudo-de-pito	NE
115	Libéria	<i>Machaerium brasiliense</i>	pau-sangue	NE
116	Líbia	<i>Machaerium hirtum</i>	pau-angu	NE
117	Liechtenstein	<i>Machaerium nyctitans</i>	guaximbé	LC
118	Lituânia	<i>Cassia ferruginea</i>	canafistula	NE
119	Luxemburgo	<i>Machaerium stipitatum</i>	sapuva	NE
120	Macedônia	<i>Manilkara subsericea</i>	maçarandubinha	LC
121	Madagascar	<i>Matayba guianensis</i>	camboatá-branco	NE
122	Malásia	<i>Monteverdia communis</i>	café-do-mato-grande	NE
123	Maláui	<i>Monteverdia obtusifolia</i>	maitenus	NE
124	Maldivas	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	jacatirão	NE
125	Mali	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	sabiá	LC
126	Malta	<i>Myrcia splendens</i>	guamirim-da-mata	NE
127	Marrocos	<i>Myrciaria glazioviana</i>	cabeludinha	NE
128	Maurício	<i>Myrocarpus frondosus</i>	cabreúva	LC
129	Mauritânia	<i>Myroxylon peruiferum</i>	bálsamo	LC
130	México	<i>Myrsine coriacea</i>	capororoca-ferrugem	NE
131	Micronésia	<i>Myrsine gardneriana</i>	capororoca-branca	NE

132	Moçambique	<i>Myrsine guianensis</i>	capororoca	NE
133	Moldova	<i>Myrsine umbellata</i>	capororocão	NE
134	Mônaco	<i>Eugenia magnifica</i>	eugênia- magnifica	NE
135	Mongólia	<i>Nectandra oppositifolia</i>	canela-ferrugem	NE
136	Montenegro	<i>Nectandra reticulata</i>	canela-jacú	NE
137	Myanmar	<i>Neomitranthes obscura</i>	cambuí-da- restinga	LC
138	Namíbia	<i>Ormosia arborea</i>	olho-de-cabra	NE
139	Nauru	<i>Ouratea cuspidata</i>	ouratéia	LC
140	Nepal	<i>Pachira glabra</i>	cacau-selvagem	NE
141	Nicarágua	<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	angico-roxo	NE
142	Níger	<i>Peltophorum dubium</i>	angico-amarelo	NE
143	Nigéria	<i>Pera glabrata</i>	bucho-de-sapo	NE
144	Noruega	<i>Pera heteranthera</i>	tabocuva	NE
145	Nova Zelândia	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	monjolo-jacaré	LC
146	Omã	<i>Piptadenia paniculata</i>	cobi	NE
147	Países Baixos	<i>Plathymenia reticulata</i>	vinhático	LC
148	Palau	<i>Platypodium elegans</i>	amendoim-do- campo	NE
149	Palestina	<i>Plinia cauliflora</i>	jabuticabeira	NE
150	Panamá	<i>Plinia edulis</i>	cambucá	VU

151	Papua Nova Guiné	<i>Cenostigma pluviosum</i>	sibipiruna	NE
152	Paquistão	<i>Posoqueria latifolia</i>	laranja-de-macaco	LC
153	Paraguai	<i>Pourouma guianensis</i>	embaúba-da-mata	NE
154	Peru	<i>Pouteria caimito</i>	abiuzeiro	NE
155	Polônia	<i>Pouteria psammofila</i>	abiu-da-restinga	NE
156	Porto Rico	<i>Pouteria torta</i>	acá	LC
157	Portugal	<i>Pseudoptadenia inaequalis</i>	monjolo-caixa-d'água	NE
158	Quênia	<i>Protium heptaphyllum</i>	breu	DD
159	Quirguistão	<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	embiruçu	LC
160	República Centro-Africana	<i>Pseudoptadenia contorta</i>	angico-foice	NE
161	República Democrática do Congo	<i>Psidium cattleianum</i>	araçá-da-praia	NE
162	República Dominicana	<i>Psidium guineense</i>	araçá-do-campo	NE
163	República Tcheca	<i>Psychotria carthagenensis</i>	juruvarana	NE
164	Romênia	<i>Pterocarpus rohrii</i>	aldrago	NE
165	Ruanda	<i>Pterogyne nitens</i>	amendoim-bravo	LC
166	Rússia	<i>Randia armata</i>	limão-do-mato	NE
167	Samoa	<i>Rauwolfia grandiflora</i>	grão-de-bode	NE
168	Samoa Americana	<i>Lophantera lactescens</i>	lanterneira	NE
169	San Marino	<i>Sapindus saponaria</i>	sabão-de-soldado	NE

170	Santa Lúcia	<i>Sapium glandulosum</i>	leiteiro	NE
171	São Cristóvão e Névis	<i>Schinus terebinthifolia</i>	aroeira	NE
172	São Tomé e Príncipe	<i>Schizolobium parahyba</i>	guapuruvu	NE
173	São Vicente e Granadinas	<i>Seguieria langsdorffii</i>	limoeiro-bravo	LC
174	Seicheles	<i>Senegalia polyphylla</i>	monjoleiro	NE
175	Senegal	<i>Senna macranthera</i>	fedegoso	NE
176	Serra Leoa	<i>Senna multijuga</i>	aleluia	NE
177	Sérvia	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	quixabeira	LC
178	Síria	<i>Simarouba amara</i>	caixeta	NE
179	Somália	<i>Simira sampaioana</i>	maiatê	NE
180	Sri Lanka	<i>Solanum pseudoquina</i>	grão-de-galo	LC
181	Suazilândia	<i>Sophora tomentosa</i>	sôfora	NE
182	Sudão	<i>Sorocea guilleminiana</i>	folha-de-serra	LC
183	Sudão do Sul	<i>Sparattosperma leucanthum</i>	ipê-cinco-folhas	NE
184	Suécia	<i>Spondias mombin</i>	cajá-mirim	NE
185	Suíça	<i>Lafoensia pacari</i>	dedaleiro	LC
186	Suriname	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	barbatimão-da-mata	NE
187	Tadjiquistão	<i>Swartzia apetala</i>	arruda-vermelha	NE
188	Tailândia	<i>Swartzia flaemingii</i>	tamarindo-de-boi	LC

189	Taipé Chinesa	<i>Swartzia langsdorffii</i>	mal-casado	NE
190	Tanzânia	<i>Swartzia myrtifolia</i>	mata-cachorro	NE
191	Timor-Leste	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	jerivá	LC
192	Togo	<i>Tabebuia cassinoides</i>	pau-tamanco	EN
193	Tonga	<i>Tabebuia roseoalba</i>	ipê-branco	NE
194	Trindade e Tobago	<i>Tabernaemontana hystrix</i>	leiteira	NE
195	Tunísia	<i>Talisia esculenta</i>	pitomba	NE
196	Turcomenistão	<i>Tapirira guianensis</i>	pau-pombo	NE
197	Turquia	<i>Pleroma granulosa</i>	quaresmeira	NE
198	Tuvalu	<i>Tocoyena bullata</i>	tocoiena	NE
199	Ucrânia	<i>Tocoyena sellowiana</i>	jenipapo-bravo	LC
200	Uganda	<i>Trema micrantha</i>	crindiúva	NE
201	Uruguai	<i>Triplaris americana</i>	pau-formiga	NE
202	Uzbequistão	<i>Vatairea heteroptera</i>	angelim-roxo	NE
203	Vanuatu	<i>Samanea tubulosa</i>	roda-peão	NE
204	Venezuela	<i>Vitex polygama</i>	vitex	NE
205	Vietnã	<i>Xylopiya sericea</i>	imbiú	NE
206	Zâmbia	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	mamica-de-porca	NE
207	Zimbábue	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	ipê-felpudo	VU

Lista de espécies utilizadas para implantar a Floresta dos Atletas onde C.E=categoria de extinção. EN. em perigo; NE. não avaliada; VU. vulnerável; LC. Pouco preocupante; DD. Dados insuficientes e NT. Quase ameaçada

ANEXO.

- A. Fotos do preparo da área junto com a implantação da Floresta dos Atletas em Dezembro de 2019
- B. Fotos da Manutenção realizada na área em Fevereiro-março-abril de 2020
- C. Fotos da manutenção realizada na área em Agosto-setembro 2020
- D. Fotos da manutenção realizada na área em Janeiro de 2021
- E. Fotos da manutenção realizada na área em Março de 2021
- F. Fotos da manutenção realizada na área em Maio de 2021

A. Fotos do Preparo da área junto com implantação da Floresta dos Atletas em Dezembro de 2019





10.12.2019



Equipe da empresa Biovert Florestal e Agrícola Ltda, responsável pela implantação e manutenção da Floresta dos Atletas do Parque Radical de Deodoro.

B. Fotos da manutenção realizada na área em Fevereiro-março-abril de 2020



12.02.2020



17.03.2020



09.04.2020

C. Fotos da manutenção realizada na área em Agosto-setembro de 2020







03.09.2020



03.09.2020

D. Fotos da manutenção realizada na área em Janeiro de 2021





04.01.2021

E. Fotos da manutenção realizada na área em março de 2021



12.03.2021



12.03.2021

F. Fotos da manutenção realizada na área em Maio de 2021

