

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA E
LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLÓGICO EM
FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO NATIVA NA GUARNIÇÃO DE
AERONÁUTICA DE PIRASSUNUNGA-SP

ISRAEL HENRIQUE BUTTNER QUEIROZ

São Carlos-SP

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA E
LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLÓGICO EM
FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO NATIVA NA GUARNIÇÃO DE
AERONÁUTICA DE PIRASSUNUNGA-SP**

Israel Henrique Buttner Queiroz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade Federal de São Carlos (PPGCAM-UFSCar), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais¹.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Renata Sebastiani

São Carlos-SP

2024

¹Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Queiroz, Israel Henrique Buttner

Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra e Levantamento Florístico e Fitossociológico em Fragmento de Vegetação Nativa na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga-SP / Israel Henrique Buttner Queiroz -- 2024.
125f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos
Orientador (a): Renata Sebastiani
Banca Examinadora: Luciano Elsinor Lopes, Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo
Bibliografia

1. Uso e cobertura da terra. 2. Flora arbórea. 3. Fitossociologia. I. Queiroz, Israel Henrique Buttner. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Israel Henrique Buttner Queiroz, realizada em 05/08/2024.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Renata Sebastiani (UFSCar)

Prof. Dr. Luciano Elsinor Lopes (UFSCar)

Profa. Dra. Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo (IPA)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

Agradecimentos

A Deus, ao meu anjo de guarda e a toda a espiritualidade, pois foi longa a caminhada até aqui, cheguei mais longe do que eu esperava. Fui auxiliado com muita sabedoria para converter as dificuldades em oportunidades de crescimento.

À minha família cujo apoio foi fundamental, foram muito compreensivos e motivadores comigo a ponto de participarem das saídas de campo quando ninguém mais podia. Estudar já é um desafio, mas seria muito mais exaustivo se eu tivesse que cuidar de uma casa sozinho e trabalhar.

Sem os recursos PROAP, muito do que foi produzido nesse estudo não seria possível, já que foram muitas visitas a campo para se fazer coletas botânicas aos finais de semana.

A todos os professores que, gentilmente, compartilharam suas experiências e orientações para que esse processo de pós-graduação fosse o melhor possível.

À minha orientadora, cujos conselhos vão além dos dois anos de duração desse mestrado, pela companhia durante esse processo. É animador saber que se tem ao lado uma pessoa muito competente como pesquisadora e que não deixa de ser humana.

Aos meus amigos e colegas com quem troquei conhecimentos e experiências (Alvimar, Ana Elisa, Antônia, Cadu, Felipe, Henrique, Iris, João Lázaro, Luciana, Mariana, Michele, Tiago... alguns dos quais enfrentaram comigo o desafio de passar algumas horas do final de semana no sol quente coletando plantas na área de estudo.

Aos alunos de Iniciação Científica, Davi e Gabrielli, que colaboraram com a coleta e tratamento de material botânico, e à prof.^a Silvia e à doutoranda Emmanuély quanto à coleta e análise dos dados.

À Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga por todo o seu apoio técnico e administrativo para que as pesquisas de campo fossem seguras.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Eu agradeço a nossa Mãe e ao nosso Pai
E aos meus irmãos por todos me ajudar
A minha glória para todos eu entrego
Porque nós todos somos um nesta união”

Guerreiro da Paz - Bastiaan Rishan (Yansã)

RESUMO

A vegetação nativa paulista está altamente fragmentada em diferentes tamanhos, muitos dos quais ainda sem registro biológico. A Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (GUARNAE-YS) possui cerca de 2000 hectares (ha) de remanescentes de vegetação de cerrado, Floresta Ciliar e áreas de transição. O sensoriamento remoto auxilia no mapeamento da vegetação e das mudanças de uso e cobertura da terra (UCT). Além da diminuição das áreas de Cerrado *sensu lato*, houve a conversão de fitofisionomias mais abertas para mais fechadas. Nesse contexto as pesquisas fitossociológicas são fundamentais para constatar alterações florísticas e estruturais na vegetação no decorrer do tempo. O objetivo da presente dissertação foi estudar a vegetação de cerrado na GUARNAE-YS, através da análise da UCT, levantamento florístico e análise fitossociológica. O objetivo do primeiro capítulo foi reconhecer as classes de UCT da GUARNAE-YS e avaliar a acurácia da classificação do projeto MapBiomias de 1985 e 2021 com pixels de 30 e 10 m. Os dados do MapBiomias foram editados manualmente através da interpretação visual das imagens de satélite para quantificar os pixels com erros de omissão e comissão, além de avaliar as alterações no UCT. No período analisado, houve redução da Formação Savânica e do Mosaico de Usos, enquanto a Formação Florestal aumentou. As classes de maior proporção foram o Mosaico de Usos ocupando quase metade de toda a área seguida pela Formação Florestal, a qual foi a maior entre as áreas de vegetação nativa. O índice Kappa nos mapeamentos analisados indicam uma concordância muito boa. O segundo capítulo objetivou a realização de um levantamento preliminar de árvores em dois fragmentos florestais da GUARNAE-YS, a transição entre Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual (FES) contendo uma mancha de Cerrado *sensu stricto* (*s.s.*), e outro fragmento de FES associada à Floresta Ciliar. Por meio de coletas aleatórias, foram reconhecidas 47 famílias e 125 espécies das quais 82 espécies possuem uso tradicional brasileiro e seis estão sob algum grau de ameaça, também foi reconhecida uma espécie invasora que requer atenção. O objetivo do terceiro capítulo foi descrever a composição florística, fitossociológica e estrutural do Cerrado *s.s.* da GUARNAE-YS. Foi realizado o censo fitossociológico com o critério de inclusão $D_{30} \geq 5$ cm e calculados os parâmetros fitossociológicos e distribuição diamétrica e altura dos indivíduos. Foram identificadas 40 espécies de 24 famílias, valor abaixo dos demais trabalhos. Há dominância de poucas espécies na comunidade destacando-se a família Fabaceae pela riqueza em espécies e estrutura da comunidade. Na ausência de queimadas, a vegetação passou a ser quase toda florestal salvo onde há treinamento militar indicando que essa ação retardou o adensamento. Foram reconhecidas espécies intolerantes ao ambiente sombreado, e sua permanência na vegetação depende do ambiente heterogêneo do Cerrado *s.s.* Os aspectos estruturais da vegetação, as espécies reconhecidas e o histórico do local permitem afirmar que a mancha de Cerrado *s.s.* estudada trata-se de um enclave em meio ao fragmento de transição entre Cerradão e FES. Os resultados da presente dissertação ressaltam o potencial da GUARNAE-YS à conservação da biodiversidade da Bacia do Rio Mogi Guaçu.

Palavras-chave: fragmentação; biodiversidade; tensão ecológica; vegetação de cerrado.

ABSTRACT

The native vegetation of São Paulo is highly fragmented in different sizes, many of which still have no biological record. The Aeronautics Garrison of Pirassununga (GUARNAE-YS) has about 2000 hectares (ha) of remnants of cerrado vegetation, Riparian Forest and transition areas. Remote sensing assists in mapping vegetation and land use and cover changes (UCT). Besides the reduction of the areas of Cerrado *sensu lato*, there was the conversion of more open to more closed phytophysiognomies. In this context, phytosociological research is fundamental to verify floristic and structural changes in vegetation over time. The objective of this dissertation was to study the cerrado vegetation in the GUARNAE-YS, through the analysis of the UCT, floristic survey and phytosociological analysis. The objective of the first chapter was to recognize the UCT classes of the GUARNAE-YS and evaluate the accuracy of the classification of the MapBiomias project of 1985 and 2021 with pixels of 30 and 10 m. MapBiomias data were edited manually through the visual interpretation of satellite images for quantify pixels with errors of omission and commission, in addition to evaluating changes in CTU. In the analyzed period, there was a reduction of the Savanna Formation and the Mosaic of Uses, while the Forest Formation increased. The highest proportion classes were the Mosaic of Uses occupying almost half of the entire area followed by the Forest Formation, which was the largest among the areas of native vegetation. The Kappa index in the analyzed mappings indicate a very good agreement. The second chapter aimed to carry out a preliminary survey of trees in two forest fragments of the GUARNAE-YS, the transition between Cerradão and Seasonal Semideciduous Forest (FES) containing a patch of Cerrado *sensu stricto* (s.s.), and another fragment of FES associated with the Riparian Forest. Through random collections, 47 families and 125 species were recognized, of which 82 species have traditional Brazilian use and six are under some degree of threat, an invasive species that requires attention was also recognized. The aim of the third chapter was to describe the floristic, phytosociological and structural composition of the Cerrado *sensu stricto* (s.s.) of the GUARNAE-YS. The phytosociological census was performed with the inclusion criterion D30 5 cm and calculated the phytosociological parameters and diameter distribution and height of the individuals. Forty species from 24 families were identified, below the value of the other studies. There is dominance of few species in the community highlighting the family Fabaceae by the richness in species and community structure. In the absence of fires, the vegetation became almost all forest except where there is military training indicating that this action delayed the density. Species intolerant to the shaded environment were recognized, and their permanence in the vegetation depends on the heterogeneous environment of the Cerrado s.s. The structural aspects of the the recognized species and the history of the site allow to affirm that the Cerrado s.s. patch studied is an enclave in the middle of the transition fragment between Cerradão and FES. The results of this dissertation highlight the potential of the GUARNAE-YS to the conservation of biodiversity in the Mogi Guaçu River Basin.

Keywords: fragmentation; biodiversity; ecological tension; cerrado vegetation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o limite de biomas (IBGE, 2023). Fonte: Os autores.....26
- Figura 2 - Área de Agropecuária (Agricultura e Pastagem) na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil, contendo Formação Florestal (seta vermelha), área de Silvicultura abandonada (seta amarela) e Formação Natural não Florestal (seta azul). Fonte: Google Earth Pro, julho de 2021, resolução 6 m de pixel.....29
- Figura 3 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original de Uso e Cobertura da Terra em 1985. Fonte: Os autores e dados do MapBiomas.....32
- Figura 4 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original agrupado de Uso e Cobertura da Terra em 1985. Fonte: Os autores e dados do MapBiomas.....33
- Figura 5 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado editado de Uso e Cobertura da Terra em 1985. Fonte: Os autores e dados do MapBiomas.....33
- Figura 6 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com Área Urbanizada ao centro (seta amarela) rodeada por agricultura e vegetação, áreas hachuradas de branco indicam o desmatamento incrementado. Fonte: Imagem LANDSAT obtida em abril de 1985 e Terrabrasilis (2023).....35
- Figura 7 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original de Uso e Cobertura da Terra de 2021-pixel de 30 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomas.....36
- Figura 8 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original agrupado de Uso e Cobertura da Terra de 2021- pixel de 30 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomas.....37

Figura 9 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado editado de Uso e Cobertura da Terra de 2021- pixel de 30 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.....	37
Figura 10 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original de Uso e Cobertura da Terra em 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.....	39
Figura 11 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original agrupado de Uso e Cobertura da Terra em 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.....	40
Figura 12 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado editado de Uso e Cobertura da Terra em 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.....	40
Figura 13 - Exatidão do produtor às três classificações de Uso e Cobertura da Terra analisadas: 1985, 2021-pixel de 30 m e 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores.....	45
Figura 14 - Exatidão do usuário às três classificações de Uso e Cobertura da Terra analisadas: 1985, 2021-pixel de 30 m e 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores.....	46
 Capítulo 2	
Figura 1 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o limite de biomas (IBGE, 2023) e área de coleta. Fonte: Os autores.....	59
Figura 2 - Trilhas e área de coleta de material botânico no fragmento de Floresta Estacional Semidecidual contínua com a Floresta Ciliar na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.....	60
Figura 3 - Trilhas e área de coleta de material botânico no fragmento de transição entre Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual contendo uma mancha de Cerrado s.s.na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.....	61
 Capítulo 3	
Figura 1 - Mapa da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o limite de biomas (IBGE, 2024a) e área de coleta. Fonte: Os autores.....	93

- Figura 2 - Fotos panorâmicas. A: Interior do fragmento de transição de Cerradão-FES (fisionomia florestal) a poucos metros a oeste do limite da mancha de Cerrado *s.s* estudada. B: Interior do Cerrado *s.s*. (fisionomia savânica). Fonte: Os autores.....93
- Figura 3 - Mapa da área delimitada para o estudo fitossociológico cobrindo toda a mancha de Cerrado *s.s*. e da formação florestal circundante da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.....95
- Figura 4 - Espécies presentes no estrato arbustivo-arbóreo. A: *S. ferrugineus* B: *O. pulchella* C: *C. suberosus* D: *E. gracilipes* E: *X. aromatica* F: *N. theifera* G: *C. hydrangeifolia* H: *V. tucanorum* I: *M. subalpestris* J: *T. guianensis* K: *B. coccolobifolia* L: *B. gaudichaudii* M: *M. acutifolium* N: *M. guianensis* O: *O. spectabilis* P: *M. albicans* Q: *H. obovatus* R: *M. umbellata*. Fonte: Os autores.....100
- Figura 5 - Visão geral do Cerrado *s.s*. A: Árvores tortuosas de casca grossa. B: Foto panorâmica do dossel descontínuo. C: estrato-herbáceo bem distribuído. D: Foto panorâmica do estrato-herbáceo ralo expondo o solo. Fonte: Os autores.....104
- Figura 6 - Espécies não arbóreas presentes na área de estudo. A: *H. teres* B: *S. lycocarpum* C: *B. dracunculifolia* D: *O. hirsutissima* E: *S. capitata* F: *M. pulchrum* G: *S. fluminensis* H: *A. bromeliifolia* I: *P. campestris* J: *D. furfuracea* K: *A. exigua* L: *C. lanceolatum* M: *B. floribunda* N: *M. cordifolia*. Fonte: Os autores.....107
- Figura 7 - Aerofoto do fragmento de vegetação nativa em 06 de maio de 1985 com Lagoa dos Cadetes ao centro (seta amarela). A área do círculo vermelho possui fisionomia campestre onde foi realizado o presente estudo, o círculo azul indica fisionomia savânica e o losango amarelo indica a área de estudo de Silva (2019) aparentemente já com fisionomia florestal. Fonte: Arquivo pessoal da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil.....108
- Figura 8 - Ação antrópica de desbaste no Cerrado *s.s*. A: tronco de *A. peregrina* cortado a 20 cm do solo. B: *S. adstringens* antes do desbaste. C: *S. adstringens* depois do desbaste. Fonte: Os autores.....110
- Figura 9 - Ação antrópica no Cerrado *s.s*. A: pedaço de tronco queimado com placa numérica de estudo fitossociológico. B: galhos e amontoado de folhas com gravetos. C: restos de gravetos e galhos queimados. Fonte: Os autores.....111
- Figura 10 - Distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro da mancha de Cerrado *s.s*. da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.....113

Figura 11 - Distribuição dos indivíduos por classe de altura da mancha de Cerrado *s.s.* da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.....115

QUADROS

Capítulo 1

Quadro 1 - Matriz de Confusão de Uso e Cobertura da Terra de 1985: Classes UCT (Classes de Uso e Cobertura da Terra), FF (Formação Florestal), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).....34

Quadro 2 - Acurácias e proporção de área de cada Uso e Cobertura da Terra de 1985. FF (Formação Florestal), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), MU (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).....34

Quadro 3 - Matriz de Confusão de 2021-pixel de 30 m. Classes UCT (Classes de Uso e Cobertura da Terra), FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).....38

Quadro 4 - Acurácias e proporção de área de cada Uso e Cobertura da Terra de 2021-pixel de 30 m. FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).....38

Quadro 5 - Matriz de Confusão de 2021-pixel de 10 m. Classes UCT (Classes de Uso e Cobertura da Terra), FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).....41

Quadro 6 - Acurácias e proporção de área de cada Uso e Cobertura da Terra de 2021-pixel de 10 m. FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).....41

Quadro 7 - Valores do Índice Kappa às três classificações analisadas.....46

Capítulo 3

Quadro 1 - Áreas comparadas: Brotas-SP (DURIGAN et al., 2002), Iaras-SP (MENDONÇA, 2010), Pirassununga-SP (presente estudo), Guapé-MG (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017), Montes Claros-MG (LIMA et al., 2021), Paraopeba-MG (BALDUINO et al., 2005), 2010) e Sete Lagoas-MG (PEREIRA et al., 2013). H': Diversidade de Shannon, J': Equabilidade de Pielou, TE: total de espécies, TE*: total de espécies confirmadas (exclusão das indeterminadas, identificações a nível de gênero e ainda em confirmação), EGD: espécies de gêneros diferentes, TG: total de gêneros, GUE: gêneros com única espécie, TF: total de famílias, FUE: famílias com única espécie.....101

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 - Dados utilizados para a interpretação visual das imagens orbitais.....27

Tabela 2 - Classes e subclasses de Uso e Cobertura da Terra presentes na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, adaptado de MAPBIOMAS (2023e).....28

Capítulo 2

Tabela 1 - Espécies arbóreas reconhecidas para os fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. As referências Queiroz et al. (2021) e Fernandes et al. (2022b) são artigos da área de estudo que relatam a presença da espécie na forma de plântula; as demais informações da coluna referem-se ao voucher da espécie depositada no herbário. FC: Floresta Ciliar; FES: Floresta Estacional Semidecidual; CE: Cerrado s.l.; UTB: uso tradicional no Brasil, acessado através da Flora e Funga do Brasil (2023). *Espécies com grau de ameaça de acordo, com a Flora e Funga do Brasil (2023).....62

Capítulo 3

Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos do Cerrado s.s. n: número de indivíduos amostrados, DA: densidade absoluta (ind/ha), DR: densidade relativa (%), FA: frequência absoluta (%), FR: frequência relativa (%), DoA: dominância absoluta (cm²/ha), DoR: dominância relativa (%), IVI: índice de valor de importância e IVI%: índice de valor de importância (%).....97

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação faz parte de um projeto de pesquisa de estudo da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (GUARNAE-YS) em andamento há 10 anos resultando em Iniciações Científicas, Trabalhos de Conclusão de Curso e Mestrados. A dissertação está dividida em cinco partes: introdução, três capítulos e considerações finais. A introdução contextualiza a fragmentação da vegetação nativa do Estado de São Paulo, em Pirassununga e na GUARNAE-YS, explica sobre as áreas de transição e sobre o Cerrado *sensu lato*, traz também a justificativa e o objetivo do trabalho. O primeiro capítulo aborda sobre mapeamento da GUARNAE-YS quanto às áreas urbanas, de vegetação nativa e de agropecuária, trata do cenário recente em comparação com passado e da acurácia da classificação automática do MapBiomass. Foi desenvolvido na disciplina Tópicos em Ciências Ambientais 5: Aplicações de Geoprocessamento na Gestão da Paisagem com a Prof^ª. Dr^ª. Silvia Cristina de Jesus com colaboração da doutoranda Emmanuélly Maria de Souza Fernandes as quais serão co-autoras da publicação. O segundo capítulo foi um levantamento florístico de espécies arbóreas presentes em dois dos maiores remanescente de vegetação nativa abrangendo o Cerradão, Cerrado *s.s.*, a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ciliar. Esse capítulo reuniu dados de coletas realizadas durante o mestrado e de trabalhos já desenvolvidos anteriormente, houve também a colaboração de alunos de Iniciação Científica que serão co-autores na publicação que será enviada à revista Hoehnea após a finalização da triagem do material botânico no herbário. O terceiro capítulo discutiu aspectos estruturais da mancha de Cerrado *sensu stricto* juntamente com sua flora relacionando com o processo de adensamento da vegetação ao redor. Por fim as considerações finais reúnem informações sobre os três capítulos quanto à importância da GUARNAE-YS na conservação da biodiversidade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
Capítulo 1 - Uso e Cobertura da Terra na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga-SP, Brasil.....	22
1 INTRODUÇÃO.....	24
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
2.1 Área de estudo.....	25
2.2 Aquisição dos dados.....	27
2.3 Interpretação visual das imagens orbitais.....	27
2.4 Análise de acurácia.....	30
2.5 Análise conversão de cobertura da terra entre 1985 e 2021.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1 UCT 1985.....	31
3.2 UCT 2021 com pixel de 30 m.....	35
3.3 UCT 2021 com pixel de 10m.....	39
3.4 Mudança de UCT de 1985 a 2021.....	42
3.5 Análise de acurácia de 1985 a 2021.....	45
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

Capítulo 2 - Árvores dos fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, SP, Brasil.....	55
1 INTRODUÇÃO.....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
Capítulo 3 – Fitossociologia de encrave de Cerrado s.s na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga.....	86
1 INTRODUÇÃO	88
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	92
2.1 Área de Estudo.....	92
2.2 Amostragem e critério de inclusão.....	94
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	97
3.1 Florística e fitossociologia.....	97
3.2 Influência antrópica e adensamento da vegetação.....	107
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO.....	124

1 INTRODUÇÃO GERAL

Há mais de 10 mil anos ocorre a ocupação humana sobre as diversas vegetações do Brasil, mas foi no período da colonização que os impactos se tornaram maiores, inicialmente a parte central do país, onde havia a vegetação de cerrado, não foi tão explorada, mas a partir do século XVII o interesse em ouro e pedras preciosas intensificou a exploração (SOUZA et al., 2018). Como o solo dessa região não era propício à agricultura de valor na época, não houve a intenção de ocupação à agricultura como ocorreu com as áreas florestais, mas após a mudança da capital do país à região central na década de 1950, a ocupação humana e a degradação ambiental aumentaram (SOUZA et al., 2018).

No início do século XIX, a vegetação de cerrado no estado de São Paulo ocupava 18,2% de sua área (CAVASSAN, 2002). A destruição do bioma Cerrado no Estado de São Paulo foi mais recente e acelerada quando comparada com a Mata Atlântica, visto que 90% de sua área foi devastada em cerca de 40 anos, sendo o período mais crítico na década de 1970 devido à expansão da cana-de-açúcar e, na década seguinte, pela citricultura (JOLY et al., 2008). Das fitofisionomias presentes no Estado de São Paulo, a Floresta Estacional (FE) e o Cerrado *sensu lato* (*s.l.*) foram as mais desmatadas e ainda não estão tão bem representadas em Unidades de Conservação (DURIGAN et al., 2008). O Estado de São Paulo possui diversas fitofisionomias e suas espécies características, como a Floresta Estacional Semidecidual (FES) que ocupava a maior área, seguida da Floresta Ombrófila Densa (FOD), Cerrado *s.l.*, Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Estacional Decidual (FED), Restinga e Mangue (DURIGAN et al., 2008).

Os maiores remanescentes da vegetação nativa encontram-se na Serra do Mar e no Vale do Ribeira (JOLY et al., 2008) devido ao seu terreno íngreme que impossibilitou o uso pela agricultura. Já no planalto interior da região sudeste houve maior desenvolvimento da pecuária e agricultura do café e cana-de-açúcar, resultando em menor cobertura vegetal e maior fragmentação da vegetação (MARCELINO, 2017; NALON; MATTOS; FRANCO, 2008). Atualmente restam fragmentos disjuntos de Cerrado *s.l.* sem vestígios de um dia estarem conectados com a porção nuclear do centro do país (CAVASSAN, 2002).

Os fragmentos de Cerrado *s.l.* do Estado de São Paulo estão concentrados na região de Ribeirão Preto, Bauru, São José do Rio Preto e Presidente Prudente, representados desde a fisionomia florestal até a campestre (CAVASSAN, 2002). O mapeamento do Estado de São Paulo realizado por Nalon (2020) mostra que o bioma Cerrado carece de atenção especial para sua restauração e conservação e que a Mata Atlântica em suas porções sul e sudeste apresentam as melhores condições de cobertura vegetal nativa e de áreas protegidas em comparação com

suas porções oeste, norte e central onde há vários municípios com menos de 10% de vegetação nativa.

Em 1962 já restava no Estado de São Paulo cerca de 30% de sua superfície com vegetação natural (NALON; MATTOS; FRANCO, 2008). Atualmente, o Estado de São Paulo possui 22,9% do seu território com vegetação nativa, isto é, 5.670.532 hectares (ha) dos quais 53,5% referem-se a Floresta Ombrófila, 30,8% de FES e apenas 4,2% de vegetação de cerrado considerando as savanas florestadas, arborizadas e gramíneo-lenhosas (NALON, 2020). Quanto à representatividade desses remanescentes em relação aos biomas presentes no Estado de São Paulo, restam 32,6% da área original da Mata Atlântica e 3% do Cerrado (NALON, 2020).

A divisão territorial do Estado de São Paulo em Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI) é adotada pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo quanto às ações ambientais (METZGER; RODRIGUES, 2008) e a UGRHI Mogi Guaçu, na qual se insere o município de Pirassununga, possui 15,4% (231.350 ha) de seu território com vegetação nativa (NALON, 2020). A porção sudeste da UGRHI-Mogi Guaçu é uma das áreas prioritárias para novos levantamentos de fauna e flora (METZGER; RODRIGUES, 2008).

A amostragem do Estado de São Paulo ainda não está completa para vários grupos taxonômicos de plantas e animais vertebrados e invertebrados, visto que somente 746 fragmentos (0,8% do total) dos 92.183 fragmentos de vegetação nativa possuem registros biológicos dos quais 324 são de FE e 109 de formações savânicas; há ainda 51.180 fragmentos de FE (99,38% dos fragmentos) e 7.150 de formação savânica (98,50% dos fragmentos) para se obter novos registros biológicos (METZGER et al., 2008). Essa pequena porcentagem de registros deve-se à concentração de coletas em grandes fragmentos florestais litorâneos e ao grande número de pequenos fragmentos, maioria menores de 5 ha, que não foram representados no mapeamento da vegetação nativa do Estado de São Paulo (METZGER et al., 2008).

O município de Pirassununga possui entre 10 e 15% de sua superfície com cobertura vegetal natural, situação que se repete com outros 215 municípios do estado, ou seja, um terço do total (NALON, 2020). Esse município possui uma área de 72.634 hectares (ha) dos quais 10.780 ha são de vegetação nativa (14,8% da sua superfície), enquanto os fragmentos da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (GUARNAE-YS) representam 30,8% do território militar ou 18,6% da vegetação nativa municipal (FERNANDES; SEBASTIANI; SAIS, 2022; NALON, 2020). Fernandes, Sebastiani e Sais (2022) mapearam os fragmentos da GUARNAE-YS e reconheceram cerca de 2000 ha de vegetação nativa dos quais 1173 ha são Floresta Ciliar (FC) contínua à FES, 568 ha são de vegetação de cerrado e 259 ha são de transição entre a

vegetação de cerrado e a FES, além de áreas de várzea (252 ha) e de silvicultura abandonadas à regeneração (358 ha).

A GUARNAE-YS possui 56 fragmentos, quase todos contínuos entre si, dos quais 29 possuem menos de 10 ha e somente cinco fragmentos possuem mais de 100 ha (dois fragmentos entre 100 e 200 ha e três entre 200 e 491 ha); esses remanescentes de vegetação nativa totalizam cerca de 1% do que está presente na Bacia do Rio Mogi Guaçu (FERNANDES; SEBASTIANI; SAIS, 2022; NALON, 2020). Tal situação presente na Guarnição é similar para o restante da bacia hidrográfica quanto ao tamanho e quantidade de fragmentos, pois são 3.907 fragmentos com menos de 10 ha, 106 fragmentos entre 100 e 200 ha e 42 com mais de 200 ha (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO FLORESTAL, 2005); como também para o restante do Estado de São Paulo com cerca de 85 mil fragmentos com menos de 20 ha e um pouco mais de 3 mil fragmentos entre 100 e 500 ha (NALON; MATTOS; FRANCO, 2008).

Esse cenário de fragmentação dos habitats é um dos principais problemas à conservação dos biomas e de suas espécies (JOLY et al., 2008). Em razão da contínua destruição da vegetação natural no Estado de São Paulo e a contribuição dos fragmentos na manutenção da biodiversidade, todas as áreas de vegetação nativa precisam de proteção, independentemente de seu tamanho e grau de degradação (DURIGAN et al., 2008). Tal importância desses fragmentos na conservação da biodiversidade pode ser maior através de um manejo adequado, como no controle de espécies competidoras (METZGER; RODRIGUES, 2008) e de espécies invasoras, como *Syzygium jambos* (L.) Alston, já reconhecida na FC da GUARNAE-YS (QUEIROZ; VIANI; SEBASTIANI, 2021).

No estado de São Paulo, assim como em outros estados do país, há áreas de transição entre fitofisionomias, como na região do Pontal do Paranema na transição entre FE e Cerradão (SOUZA et al., 2019), e outras áreas de tensão ecológica entre savana e FE como também entre savana e Floresta Ombrófila (FO) (BOTELHO, 2010). O termo savana a que se refere esse autor abrange desde o Cerradão (savana florestada); campo cerrado, cerrado ralo, cerrado típico e cerrado denso (savana arborizada); campo sujo, cerrado-de-pantanal, campo-de-murundus e campo rupestre (savana parque) até o campo limpo (savana gramíneo-lenhosa) (IBGE, 2012). No Estado de São Paulo, a transição entre fitofisionomias geralmente coincide com mudanças edáficas visto que a vegetação do cerrado cobre solos distróficos derivados de arenito e as florestas em solos eutróficos oriundos de rochas vulcânicas ou arenitos com mais nutrientes (DURIGAN; RATTER, 2006).

As áreas de tensão ecológica, ou seja, as transições entre fitofisionomias, podem ocorrer através de ecótonos ou encraves (IBGE, 2012). No caso dos ecótonos, formam-se comunidades

indiferenciadas entre dois ou mais tipos de vegetação, as floras de cada uma das formações se misturam e os indivíduos se dispersam uniformemente; tal situação dificulta a separação até mesmo para tipos distintos de vegetação em contato, como formações de fisionomia florestal e savânica (IBGE, 2012). Nesse caso é fundamental o levantamento florístico de cada região fitoecológica ou tipo de vegetação, a fim de delimitar as áreas de ecótonos (IBGE, 2012). Os ecótonos são áreas de mudança entre habitats distintos, a exemplo do que ocorre entre a vegetação de cerrado e FE, sendo comum encontrar organismos de ambos os habitats assim como os característicos do ecótonos; muitos fragmentos de vegetação nativa possuem ecótonos, particularmente no norte e oeste paulista (DURIGAN; FRANCO; SIQUEIRA, 2004).

Quanto aos encraves, são áreas disjuntas próximas em mosaico entre as vegetações em contato, porém se mantêm a identidade ecológica de cada uma sem haver mistura das formações vegetais (IBGE, 2012). Sua delimitação torna-se exclusivamente cartográfica e dependente da escala, já que em escalas com detalhismo são detectados e passíveis de separação, até mesmo para os tipos de vegetação com estruturas fisionômicas semelhantes, como entre FO e FE (IBGE, 2012). As disjunções são recorrências em menor escala de um tipo de vegetação próximo que adentra em outro tipo de vegetação dominante (IBGE, 2012). Dependendo da escala cartográfica adotada, um enclave considerado como comunidade de transição, poderá ser mapeado como uma comunidade disjunta do tipo de vegetação mais próximo (IBGE, 2012). A classificação da vegetação de um local deve ser feita através de aspectos estruturais como a altura, cobertura e biomassa além da composição florística (DURIGAN et al., 2012).

No Cerrado *s.l.* há duas floras distintas correspondentes aos dois estratos da vegetação, o lenhoso compreendendo árvores e arbustos e o herbáceo abrangendo as ervas e subarbustos, são geralmente heliófilas com ocorrência inversamente proporcional (COUTINHO, 1978, 2002). Logo o desenvolvimento do estrato herbáceo é afetado pelo adensamento da vegetação lenhosa; já na floresta de outros biomas, o estrato herbáceo é ombrófilo e dependente do estrato lenhoso (COUTINHO, 1978, 2002), a exemplo da Mata Atlântica. A diversidade de espécies da vegetação do cerrado provavelmente se originou de ancestrais presentes nas florestas ao redor e que, sob condições de incêndios naturais causados por raios, solo pedregoso ou ácido e sem chuvas por alguns meses; foram selecionadas naturalmente e, ao longo das gerações e com seu isolamento reprodutivo, muitas espécies passaram a ser somente de cerrado (SOUZA et al., 2018). Tais espécies foram selecionadas por possuírem características que possibilitaram sua sobrevivência, como a presença de xilopódio e caules subterrâneos, espessamento da casca do tronco e da cutícula das folhas (SOUZA et al., 2018).

Na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, (Pirassununga, SP), há fragmentos de vegetação de cerrado, FES, FC e transições entre fitofisionomias (FERNANDES; SEBASTIANI; SAIS, 2022). Segundo a BDIA (2024) os fragmentos ao sul da GUARNAE-YS foram descritos como uma área de tensão ecológica do tipo enclave entre Savana Florestada e Floresta Estacional, com a presença também de Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (FC); já para Fernandes, Sebastiani e Sais (2022) esses mesmos fragmentos são transição entre Cerradão e FES, exceto um fragmento que é somente de Cerradão. Por fim, o Projeto MapBiomas (2023) representa-os como um mosaico de formação florestal e savânica em que o fragmento apontado como Cerradão por Fernandes, Sebastiani e Sais (2022) é quase totalmente de formação florestal, enquanto os outros classificados como transição pelos mesmos autores possuem uma proporção quase igualitária de formação florestal e savânica para o Projeto MapBiomas (2023).

Considerando o cenário de fragmentação da FES e do Cerrado *s.l.* no Estado de São Paulo, a grande maioria dos fragmentos de vegetação nativa não possui levantamentos, a baixa representatividade do bioma Cerrado em remanescentes de vegetação nativa, a porção sudeste da UGRHI Mogi Guaçu ser uma das regiões de prioridade para novos inventários biológicos, a GUARNAE-YS possuir fragmentos de áreas de transição e diferentes fitofisionomias, como o Cerrado *s.s.*, e haver diferentes descrições para os fragmentos ao sul da GUARNAE-YS; o objetivo da presente dissertação foi estudar a sua vegetação de cerrado quanto a sua extensão, flora e estrutura.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

BOTELHO, R. G. M. Recursos naturais e questões ambientais. In: **Atlas nacional do Brasil Milton Santos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. p. 68–97.

CAVASSAN, O. O cerrado do Estado de São Paulo. In: KLEIN, A. L. (Ed.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 93–106.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista brasileira de botânica**, v. 1, p. 17–23, 1978.

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A. L. (Ed.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 77–91.

DURIGAN, G. et al. Fanerógamas. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 104–109.

DURIGAN, G. et al. **Espécies indicadoras de fitofisionomias na transição cerrado-mata atlântica no estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria da Biodiversidade e Recursos Naturais, 2012.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. DE. A vegetação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. In: BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. (Eds.). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. 1. ed. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2004. p. 29–56.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, n. 1, p. 119–130, mar. 2006.

FERNANDES, E. M. DE S.; SEBASTIANI, R.; SAIS, A. C. Mapeamento dos fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (Estado de São Paulo, Brasil). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. 1–12, 11 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. v. 1

JOLY, C. A. et al. Histórico do Programa Biota/Fapesp - O Instituto Virtual da Biodiversidade. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 45–56.

MapBiomias. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-7/lclu/coverage/brasil_coverage_2021.tif>. Acesso em 09 out 2023.

MARCELINO, T. L. **Olhos da Mata Atlântica**. [s.l.] Ministério da Cultura; FMC Agricultural Solutions, 2017.

METZGER, J. P. et al. Procedimentos metodológicos. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 57–70.

METZGER, J. P.; RODRIGUES, R. R. Mapas síntese. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 132–139.

NALON, M. A. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo: Mapeamento da cobertura vegetal nativa**. São Paulo: Instituto Florestal; Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020.

NALON, M. A.; MATTOS, I. F. DE A.; FRANCO, G. A. D. C. Meio Físico e Aspectos da Fragmentação da Vegetação. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 15–22.

QUEIROZ, I. H. B.; VIANI, R. A. G.; SEBASTIANI, R. Plântulas de espécies arbóreas na floresta ciliar do rio Mogi Guaçu, Pirassununga, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 48, p. 1–12, 2021.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO FLORESTAL. Situação da vegetação natural remanescente de acordo com as Regiões Administrativas do Estado de São Paulo: LEGENDA IBGE. In: SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO FLORESTAL (Eds.). **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. p. 70–193.

SOUZA, V. C. et al. **Guia das plantas do cerrado**. Piracicaba: Taxon Brasil Editora e Livraria, 2018.

SOUZA, V. C. et al. **Guia das plantas da mata atlântica: floresta estacional**. Piracicaba: Liana, 2019.

Capítulo 1 - Uso e Cobertura da Terra na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga- SP, Brasil

RESUMO

Devido às demandas da sociedade por alimentos, recursos naturais e moradia, áreas dos biomas Mata Atlântica e Cerrado foram suprimidas com a conversão da vegetação nativa para áreas urbanizadas ou destinadas às atividades agrícolas. Nesse contexto, o sensoriamento remoto é uma ferramenta valiosa para o mapeamento da vegetação e das mudanças de uso e cobertura da terra (UCT). Portanto, o objetivo deste trabalho foi reconhecer as classes de UCT da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga e avaliar a acurácia dos dados dos anos divulgados pelo projeto MapBiomias de 1985 e 2021 com pixels de 30 e 10m. Os dados do MapBiomias foram editados manualmente a partir da interpretação visual das imagens de satélite, a partir dessa edição, foram quantificados os pixels com erros de omissão e comissão. O resultado da edição também foi usado para avaliar as alterações na cobertura da terra no período de análise. De 1985 a 2021, houve redução de 90 hectares (ha) da Formação Savânica e 423 ha do Mosaico de Usos, enquanto a Formação Florestal aumentou 247 ha, visto que esta classe avançou sobre a Formação Savânica e também ocupou áreas do Mosaico de Usos adjacentes aos remanescentes florestais. As classes de maior proporção foram o Mosaico de Usos ocupando quase metade de toda a área seguida pela Formação Florestal entre 24 e 28%, a qual foi a maior entre as áreas de vegetação nativa. Nos mapeamentos analisados, apenas a classe Mosaico de Usos apresentou área maior na versão original em relação à editada, em razão da classificação de grandes áreas de Formação Natural não Florestal, Formação Florestal e Área Urbana, que foram erroneamente atribuídas para essa classe pela classificação automática do MapBiomias. A exatidão do produtor foi de maior valor às classes de Formação Florestal (80 a 85%) e Mosaico de Usos (93 a 100%), enquanto as menores foram a Área Urbanizada (17 a 25%) e Formação Natural não Florestal (49 a 56%). O índice Kappa foi próximo de 0,7 nos mapeamentos analisados das duas datas e nas duas resoluções indicando uma concordância muito boa, podendo melhorar ainda mais com eventuais ajustes na metodologia de classificação automática.

Palavras chave: acurácia; sensoriamento remoto; vegetação nativa.

ABSTRACT

Due to the demands of society for food, natural resources and housing, areas of the Atlantic Forest and Cerrado biomes were suppressed with the conversion of native vegetation to urbanized areas or for agricultural activities. In this context, remote sensing is a valuable tool for mapping vegetation and land use and cover changes (UCT). Therefore, the objective of this work was to recognize the UCT classes of the Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga and to evaluate the accuracy of the data of the years disclosed by the MapBiomias project of 1985 and 2021 with pixels of 30 and 10m. The data of MapBiomias were edited manually from the visual interpretation of satellite images, from this edition, the pixels with errors of omission and commission were quantified. The result of the edition was also used to evaluate the changes in land cover in the period of analysis. From 1985 to 2021, there was a reduction of 90 hectares (ha) of the Savannah Formation and 423 ha of the Mosaic of Uses, while the Forest Formation increased 247 ha, since this class advanced over the Savannah Formation and also occupied areas of the Mosaic of Uses adjacent to the forest remnants. The highest proportion classes were the Mosaic of Uses occupying almost half of the entire area followed by the Forest Formation between 24 and 28%, which was the largest among the areas of native vegetation. In the mappings analyzed, only the Mosaic of Uses class presented a larger area in the original version in relation to the edited one, due to the classification of large areas of Natural Non-forest Formation, Forest Formation and that were erroneously assigned to this class by automatic classification of MapBiomias. The accuracy of the producer was of greater value to the classes of Forest Formation (80 to 85%) and Mosaic of Uses (93 to 100%), while the smallest were the Urbanized Area (17 to 25%) and Natural Non-forest Formation (49 to 56%). The Kappa index was close to 0.7 in the analyzed mappings of the two dates and in the two resolutions indicating a very good agreement, and may further improve with eventual adjustments in the automatic classification methodology.

Keywords: accuracy; remote sensing; native vegetation.

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, devido ao seu histórico de ocupação desde a colonização, abriga a maior densidade populacional e atividade econômica brasileira, estando a maioria das florestas remanescentes situadas em áreas de difícil acesso e são de grande importância à biodiversidade, sendo o bioma mais descaracterizado e ameaçado do país (BEZERRA et al., 2022; IBGE, 2018). O Cerrado, por sua vez, possui muitas espécies vegetais utilizadas há muito tempo para alimentação, remédios, materiais de construção e artesanato; é a principal região de expansão agropecuária do país resultando na remoção da vegetação nativa e em habitats naturais fragmentados (BEZERRA et al., 2022) impactando na biodiversidade, solo e mananciais (IBGE, 2019).

As mudanças no uso e cobertura da terra (UCT), como a conversão de áreas de vegetação nativa em áreas urbanas e de agropecuária são resultado da demanda da sociedade por alimentos e recursos naturais (SOUZA JUNIOR et al., 2020). O desmatamento causa profundas alterações nos regimes hídricos, na dinâmica do uso do solo, o que conseqüentemente gera sérias alterações climáticas (LAWRENCE; VANDECAR, 2015; SZERMAN et al., 2022). As mudanças no uso da terra, como o desmatamento, colaboram com a emissão de CO₂ (gás carbônico), e a agricultura foi responsável por grande parte do desmatamento na América Latina (HARDING; HERZBERG; KURALBAYEVA, 2021).

A Floresta Estacional e o Cerrado *sensu lato* foram as fitofisionomias do Estado de São Paulo mais destruídas e ainda carecem de representatividade em Unidades de Conservação (DURIGAN et al., 2008). Entre as principais conseqüências do desmatamento tem-se a formação de uma paisagem fragmentada, na qual ilhas de florestas remanescentes ficam isoladas por conta de grandes áreas de pastos e plantações (DELAMÔNICA; LAURANCE; LAURANCE, 2001). A fragmentação é prejudicial à biodiversidade e à dinâmica das populações; porém, mesmo que as condições anteriores de equilíbrio tenham sido perdidas, essa mancha pode vir a apresentar estruturas que possibilitem sua conservação (VIANA; PINHEIRO, 1998).

Para realizar o monitoramento as mudanças no UCT, como o desmatamento frente à expansão da agropecuária, o geoprocessamento apresenta inúmeras técnicas para coleta destes dados, como o sensoriamento remoto que utiliza um conjunto de sensores modernos tornando possível o estudo do ambiente terrestre através da radiação eletromagnética; as imagens produzidas também podem ser aplicadas na análise de impactos ambientais (IBGE, 2018; NOVO, 2010; OLIVEIRA et al., 2020). A aquisição de informações, com o objetivo de realizar

um monitoramento ambiental pode ser feita com a ajuda de métodos de classificação automática das imagens e/ou interpretação visual (VASCONCELOS; NOVO, 2004).

O processamento com as imagens acontecem no ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) e consiste na identificação automática de classes espectrais, efetuada por softwares como QGIS, isto é, áreas que apresentam padrões e características semelhantes (ABREU; COUTINHO, 2014). Bezerra et al. (2022) utilizaram as mudanças no UCT aliadas aos diferentes cenários para reconhecer as áreas potencialmente em perturbação antrópica que afetam a biodiversidade no país, tal estudo mostrou a importância de se trabalhar com esse tipo de dado.

Mesmo com as ações para proteger a biodiversidade das últimas décadas, persiste-se o risco potencial de paisagens naturais serem fragmentadas, principalmente nos biomas fortemente alterados pelas ações humanas, como a Mata Atlântica e o Cerrado (BEZERRA et al., 2022). Analisar e interpretar imagens de satélite ajudam a mapear e monitorar o UCT, pois, ao longo dos anos, esse tipo de informação espacial do país é essencial para o conhecimento da dinâmica do ambiente, para o uso sustentável dos recursos naturais e à criação de políticas públicas (SILVA et al., 2015; SOUZA JUNIOR et al., 2020). Portanto, o objetivo deste trabalho foi reconhecer as classes de UCT e sua proporção na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (GUARNAE-YS), e avaliar a acurácia dos mapeamentos realizados do MapBiomas para os anos de 1985, 2021-10 m de pixel e 2021-30 m de pixel.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Fazenda da Aeronáutica de Pirassununga (FAYS) e a Academia da Força Aérea (AFA) constituem a GUARNAE-YS. A história da FAYS se iniciou quando o município de Pirassununga, devido às suas características topográficas, foi escolhido em 1942 para abrigar a Escola de Aeronáutica, a qual foi nomeada de AFA em 1969 (AZEVEDO, 2021; BRASIL, 2024a; BRASIL, 2024b). As fazendas Santa Gertrudes da Barra, Pedra Branca e Varjão juntamente com 11 sítios, que totalizavam 6.502 ha, foram desapropriados em 1944 ao Ministério da Aeronáutica para se tornar a GUARNAE-YS (BRASIL, 2024b). A FAYS tem o objetivo de ocupar produtivamente suas terras com atividades agropecuárias e o fornecimento de alimentos às Organizações Militares do Comando da Aeronáutica (BRASIL, 2024b). Dentre as atividades agropecuárias estão o beneficiamento e industrialização de leite, abatimento de bovinos e suínos e fabricação de ração animal (BRASIL, 2024b). Inicialmente a FAYS tinha o

objetivo de manter a vigilância de toda a área doada e suprir os militares, familiares e os funcionários; atualmente também disponibiliza o excedente de produção (AZEVEDO, 2021).

Fernandes, Sebastiani e Sais (2022) mapearam e analisaram a vegetação presente na GUARNAE-YS por meio de imagens de satélite LANDSAT 8 e índices de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e SI (Shape Index). As autoras reconheceram na GUARNAE-YS remanescentes dos biomas Cerrado e Mata Atlântica (Figura 1) classificados como vegetação de cerrado (122 ha), Cerradão (446 ha), Floresta Estacional Semidecidual contínua à Floresta Ciliar (1173 ha), transição entre fitofisionomias (259 ha) e Silvicultura (358 ha); há também 252 ha de várzea, porém sua localização não está precisa. Sebastiani et al. (2022), realizaram trabalhos na Floresta Ciliar a nordeste da GUARNAE-YS e estão em desenvolvimento outros estudos florísticos no fragmento próximo ao portão sul (capítulo 2 desta dissertação). As demais áreas de vegetação nativa ainda carecem de levantamento de dados e permanecem sem estudos de campo.

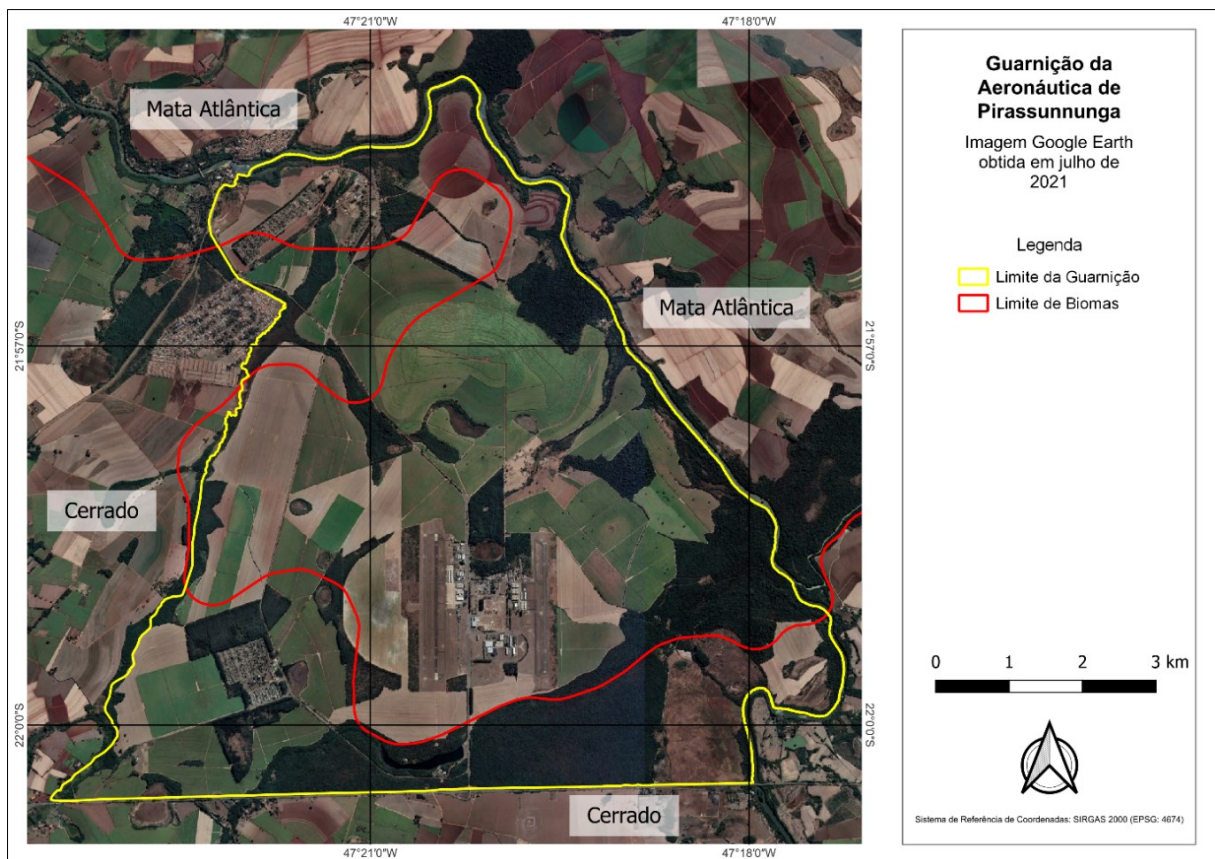


Figura 1 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o limite de biomas (IBGE, 2023). Fonte: Os autores.

2.2 Aquisição dos dados

Os dados utilizados no presente trabalho foram obtidos de plataformas de acesso público (tabela 1). As imagens do satélite LANDSAT foram em duas situações, uma imagem da estação úmida e uma na estação seca para o ano de 1985 e para o ano de 2021, de acordo com os filtros de datas na busca.

Tabela 1 - Dados utilizados para a interpretação visual das imagens orbitais.

Tipo de informação	Tipo de dado	Fonte
Limites de município e bioma na escala 1:250.000	Dado vetorial	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023)
Limite da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga	Dado vetorial	Fernandes, Sebastiani e Sais (2022)
Desmatamento incrementado	Dado vetorial	Terrabrasilis (2023)
UCT para os anos de 1985 e 2021 de 30 m de pixel- Coleção 7	Dado raster	MapBiomias (2023a, 2023b)
UCT para o ano de 2021 de 10 m de pixel - Coleção BETA	Dado raster	MapBiomias (2023c)
Imagens de satélite de 1985 e 2021 em resolução 6 m de pixel	JPG	Google Earth Pro
Imagens do satélite LANDSAT	Dado raster	Google Earth Engine

2.3 Interpretação visual das imagens orbitais

Os dados foram processados no software QGIS v. 3.28, de forma que as camadas raster de UCT foram recortadas pelo limite da GUARNAE-YS. A alteração dos valores dos pixels da camada de UCT da versão editada foi realizada através do plugin Serval do QGIS, pois esse complemento é mais adequado do que a edição no dado vetorizado, pois mantém o formato do pixel. Os valores dos pixels foram atribuídos de acordo com o Código da Legenda da Coleção 7 do MapBiomias (MAPBIOMAS, 2023e) presente na tabela 2. Cada elemento da imagem de satélite foi interpretado segundo a Descrição da Legenda Coleção 7 (MAPBIOMAS, 2023d; SOUZA JUNIOR et al., 2020). A camada raster editada foi baseada no dado original com as alterações dos pixels de acordo com a interpretação visual da imagem do satélite LANDSAT e do Google Earth para os anos de 1985 e 2021.

As imagens do Google Earth em alta resolução possibilitaram distinguir melhor visualmente cada elemento da imagem e a classe a que pertenceria. Na versão editada, foram consideradas como Área Urbanizada (classe de nível 2) as estradas asfaltadas, rotatórias, construções e suas áreas não edificadas como os gramados usados de estacionamento; as áreas com espécies arbóreas para fins comerciais foram classificadas como Silvicultura (classe de nível 2) sendo diferenciada da Formação Florestal (classe de nível 2) pela textura da copa; todo o restante da área de agropecuária e suas estradas de terra foram classificadas como Mosaico de Usos (classe de nível 2), visto que, de acordo com Souza Júnior et al. (2020) e Descrição da Legenda Coleção 7 (MAPBIOMAS, 2023d), tal classe se refere às áreas agropecuárias onde não se é possível a diferenciação entre as áreas de Agricultura e Pastagem. Além disso, o foco deste trabalho não foi diferenciar essas classes de uso, mas sim as áreas de vegetação nativa (Figura 2).

Tabela 2 - Classes e subclasses de Uso e Cobertura da Terra presentes na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, adaptado de MAPBIOMAS (2023e).

Coleção 7 - Classes				Valor do pixel
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	(continua)
Floresta				1
	Formação Florestal			3
	Formação Savânica			4
Formação Natural não Florestal				10
	Campo Alagado e Área Pantanosa			11
	Formação Campestre			12
Agropecuária				14
	Pastagem			15
	Agricultura			18
		Lavoura Temporária		19
			Soja	39
			Cana	20
			Outras Lavouras Temporárias	41

Coleção 7 - Classes				Valor do pixel
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	(conclusão)
	Silvicultura			9
	Mosaico de Usos			21
Área não Vegetada				22
	Área Urbanizada			24
	Outras Áreas não Vegetadas			25
Corpo D'água				26
	Rio, Lago e Oceano			33



Figura 2 - Área de Agropecuária (Agricultura e Pastagem) na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil, contendo Formação Florestal (seta vermelha), área de Silvicultura abandonada (seta amarela) e Formação Natural não Florestal (seta azul). Fonte: Google Earth Pro, julho de 2021, resolução 6 m de pixel.

As classes Campo Alagado e Área Pantanosa e a Formação Campestre (classes de nível 2) foram agrupadas como Formação Natural não Florestal (FNnF) de classe nível 1, pois somente com imagens orbitais não foi possível distinguir com precisão as áreas de vegetação com influência fluvial com predomínio do estrato herbáceo da vegetação de campo limpo. Essas áreas de FNnF foram reconhecidas na imagem pela coloração escurecida do solo e/ou ausência de vegetação arbórea densa (seta azul na Figura 2). Salvo as áreas de vegetação nativa onde já

foram conduzidos os levantamentos florísticos, demais áreas não puderam ser visitadas, porém um membro da GUARNAE-YS confirmou o UCT atribuído nos diferentes locais. Embora haja livre acesso pelo local para fins de pesquisa, não é possível realizar visitas de campo em todas as áreas, visto o difícil acesso a algumas áreas, o perigo quanto à segurança dos pesquisadores e o treinamento militar com uso e armazenamento de armas.

2.4 Análise de acurácia

Foram vetorizadas as camadas raster de UCT original do MapBiomias (2023a, 2023b, 2023c) e a editada (valores de pixels alterados). Realizou-se uma análise de sobreposição de união entre a camada original e editada, e então calculada a área dos polígonos resultantes desse processo. A tabela de atributos resultante desse processo apresenta, portanto, a classe original, a classe editada e a área. As camadas vetoriais das duas versões de cada ano foram unidas e depois calculado o atributo área para cada feição, a tabela de atributos foi exportada como arquivo formato XLS, as classificações de UCT da versão original foram agrupadas segundo Códigos da legenda para os valores de pixel na Coleção 7 do MapBiomias (MAPBIOMAS, 2023e). Em seguida, foi criada a tabela dinâmica e a matriz de confusão no software Excel com o campo “Observado” referindo-se à versão original e “Esperado” referindo-se à versão editada. Através dessa matriz foram calculadas a exatidão do produtor e do usuário, bem como a proporção de área de cada classe de UCT.

Foi necessário o agrupamento das classes de UCT da versão original para que fosse possível a comparação entre mapas que não possuíam classes em comum, pois a versão original continha um maior número de classificações que na versão editada. Isso geraria vários campos sem valor na Matriz de Confusão e diminuiria o índice Kappa, além de que classes diferentes de níveis inferiores poderiam pertencer à mesma classe de nível superior; sem esse agrupamento só seria possível avaliar a acurácia das classes em comum conforme fizeram Fernandes e Arraut (2023).

O Campo Alagado e Área Pantanosa e a Formação Campestre uniram-se na classificação hierárquica superior de FNnF; a Pastagem (classe de nível 2) e todas as classificações dentro de Agricultura (classe de nível 2) como Cana e Soja (classes de nível 4) e Lavoura Temporária (classe de nível 3) uniram-se ao Mosaico de Usos (classe de nível 2), possibilitando separá-las da Silvicultura (classe de nível 2) ao invés de unir todas dentro da Agropecuária (classe de nível 1); Outras Áreas não Vegetadas (classe de nível 2) foi

incorporada à Área Urbanizada (classe de nível 2) visto que a Mineração e a Praia, Duna e Areal são classes de nível 2 que não se aplicam na GUARNAE-YS.

2.5 Análise de conversão de cobertura da terra para 1985 e 2021

Através das informações de área de cada UCT obtidas pela matriz de confusão, foram calculadas as proporções de área de cada UCT de cada ano analisado nas classificações original e editada; porém foram utilizadas nessa análise de conversão de cobertura da terra somente as áreas obtidas pela versão editada. As alterações na área de cada UCT foram analisadas de acordo com as descrições disponíveis sobre a área de estudo, imagens de satélite e dados de desmatamento (TERRABRASILIS, 2023).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 UCT 1985

O mapa da Figura 3 mostra a área estudada com a classificação original antes do agrupamento com as classes de Pastagem, Cana, Soja, Outras Lavouras temporárias e Mosaico de Usos. Na Figura 4, tais classes estão inclusas ao Mosaico de Usos após o agrupamento, e na Figura 5 a versão editada. As classes de Formação Florestal, Formação Natural não Florestal e Área Urbanizada da versão original tiveram menor área atribuída que a versão editada, enquanto as classes de Formação Savânica, Mosaico de Usos e o Rio, Lago e Oceano foram maiores (Quadro 1). Tanto na versão editada quanto na original, as classes de Formação Florestal e Mosaico de Usos foram as que tiveram maior proporção de área e Rio, Lago e Oceano a menor (Quadro 2). Os maiores valores da exatidão do produtor (correspondência de classe da versão original em relação à editada) foram de Rio, Lago e Oceano e o Mosaico de Usos com valores acima de 90%; a Área Urbanizada teve a menor exatidão entre as classes. A exatidão do usuário (correspondência de classe da versão editada em relação à original) foi maior para Formação Florestal e a menor para Formação Savânica (Quadro 2).

No território que se tornou a GUARNAE-YS já havia produção de café antes da Fazenda Santa Gertrudes da Barra ser desapropriada em 1944, e a partir da década de 1980, as áreas de plantação de laranja e café aumentaram e a área de cana-de-açúcar quadruplicou de tamanho (AZEVEDO, 2021). De acordo com Códigos da legenda para os valores de pixel na Coleção 7 do MapBiomas (MAPBIOMAS, 2023e), as classes de Citrus e Café são de nível 4 dentro da

Lavoura Perene de nível 3; porém na versão original de UCT nenhuma das classes foi reconhecida (Figura 3), nem na imagem LANDSAT de 1985 foi possível distingui-las. Provavelmente as plantações de laranja e café foram mapeadas como Formação Florestal ou Savânica por serem plantas de hábito arbustivo e arbóreo.

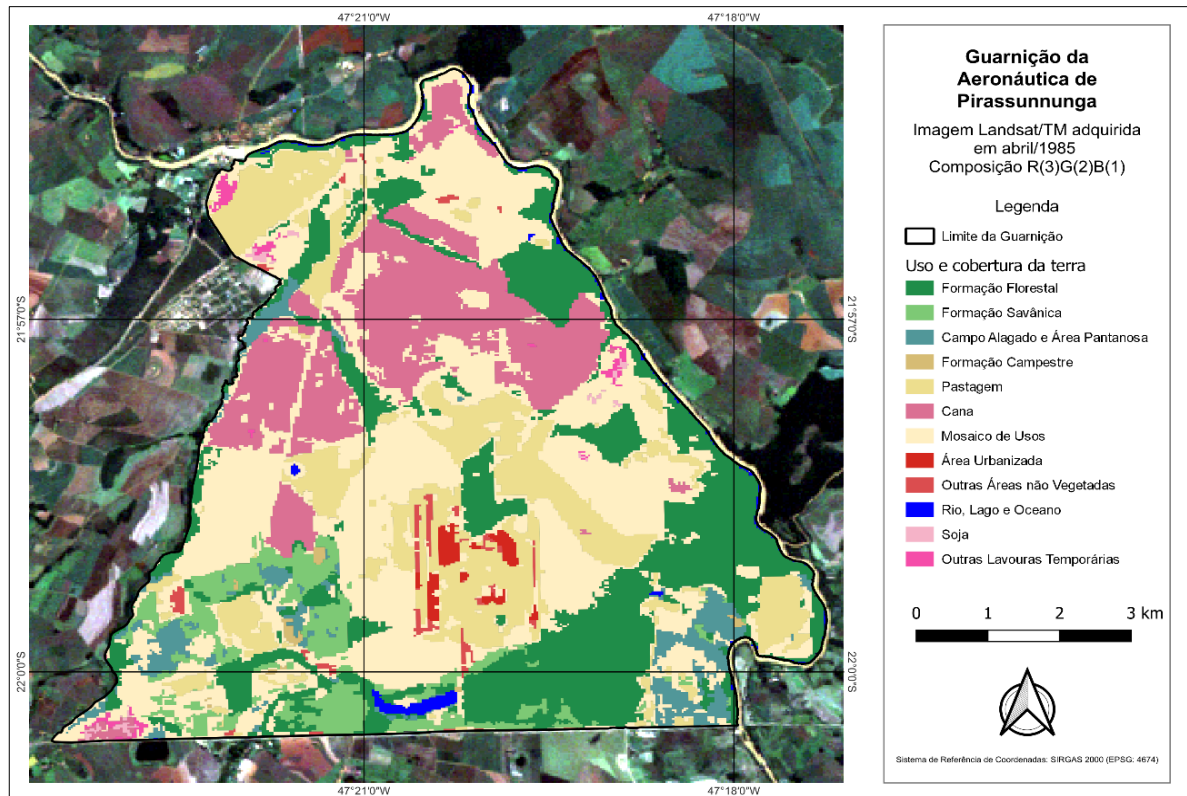


Figura 3 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original de Uso e Cobertura da Terra em 1985. Fonte: Os autores e dados do MapBiomas.

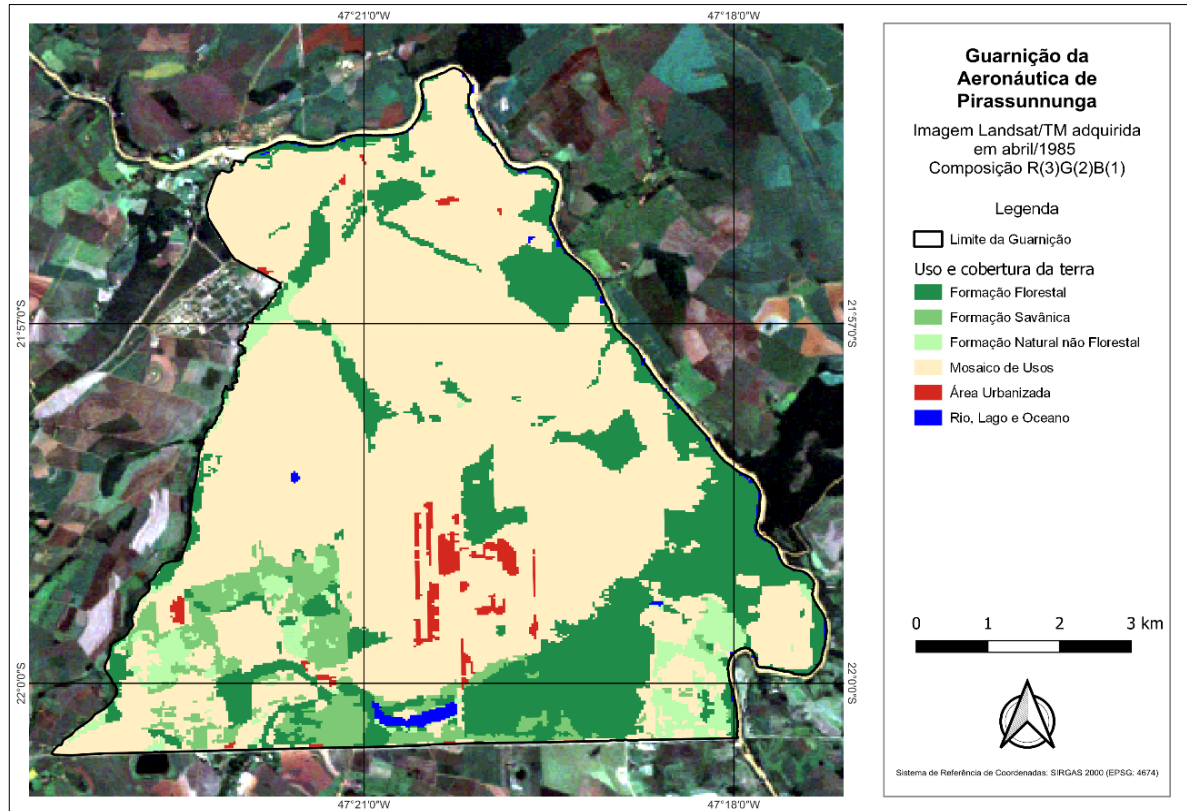


Figura 4 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original agrupado de Uso e Cobertura da Terra em 1985. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

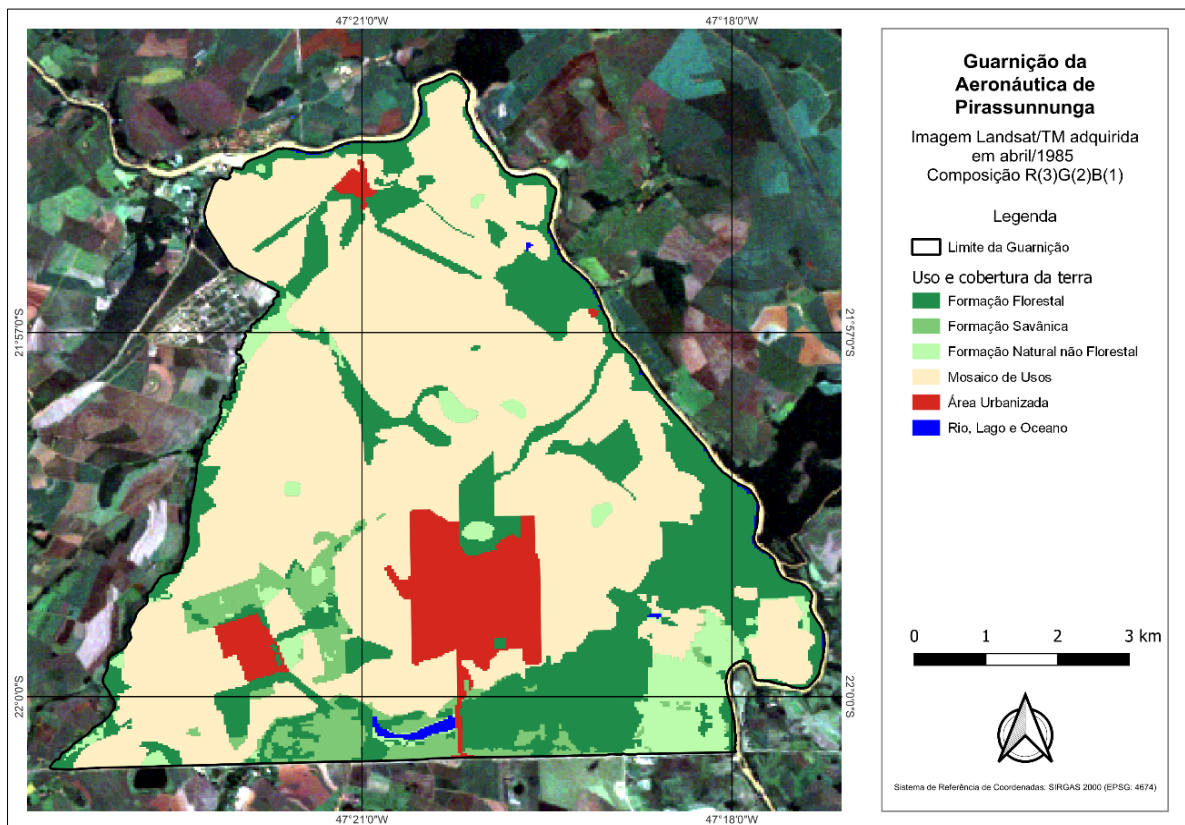


Figura 5 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado editado de Uso e Cobertura da Terra em 1985. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

Quadro 1 - Matriz de Confusão de Uso e Cobertura da Terra de 1985: Classes UCT (Classes de Uso e Cobertura da Terra), FF (Formação Florestal), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).

		Esperado						Total	
O b s e r v a d o	Classes UCT	FF	FS	FNnF	MU	AU	RLO	Observado	
		FF	1345,68	2,52	16,74	62,73	3,78	0	1431,45
		FS	1,44	249,93	0,72	124,11	1,44	0	377,64
		FNnF	2,97	2,34	195,12	56,88	0,72	0	258,03
		MU	224,37	50,49	127,62	3530,8	359,2	0,18	4292,64
		AU	0	3,51	0	16,11	87,21	0	106,83
		RLO	7,02	1,62	6,03	0	0,09	38,25	53,01
		Total Esperado	1581,48	310,41	346,23	3790,6	452,4	38,43	6519,6

Fonte: Os autores.

As classes de Formação Florestal, Formação Savânica e FNnF ao redor da Área Urbanizada a sudoeste da Guarnição foram melhor reconhecidas com auxílio das camadas de desmatamento incrementado (TERRABRASILIS, 2023) (Figura 6). A classe Silvicultura não foi reconhecida na versão original e nem foi possível identificá-la visualmente através das imagens LANDSAT e Google Earth, mas com o mapeamento de Fernandes, Sebastiani e Sais (2022) é possível saber quais áreas da GUARNAE-YS já foram usadas para Silvicultura. No trabalho de Cechim Junior et al. (2023), a confusão entre as classes de Formação Florestal e Floresta Plantada (Silvicultura) foi uma das maiores, logo, é provável que desde 1985 houvesse áreas de Silvicultura, mas não tenham sido reconhecidas na classificação do MapBiomas e nem no presente trabalho, devido à limitação da resolução espacial dos dados disponíveis.

Quadro 2 - Acurácias e proporção de área de cada Uso e Cobertura da Terra de 1985. FF (Formação Florestal), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), MU (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).

	FF	FS	FNnF	MU	AU	RLO
Exatidão do Produtor	85,09%	80,52%	56,36%	93,15%	19,26%	99,53%
Exatidão do Usuário	94,01%	66,18%	75,62%	82,25%	81,63%	72,16%
Proporção de área - editado	24,60%	4,76%	5,31%	58,14%	6,94%	0,59%
Proporção de área – original	21,96%	5,79%	3,96%	65,84%	1,64%	0,81%

Fonte: Os autores.

A Formação Savânica da versão original teve 124,11 ha (32,86%) atribuído no Mosaico de Usos da versão editada (Quadro 1), boa parte na região sudoeste da GUARNAE-YS (Figura 4), o que colaborou na redução da exatidão do usuário para 66,18% (Quadro 2). O Rio, Lago e Oceano mapeado na versão original teve 7,02 ha (12,24%) atribuídos à Formação Florestal e

6,03 ha (11,36%) à FNnF na versão editada resultando em exatidão do usuário menor que a do produtor (72,16% e 99,53% respectivamente). Tal situação ocorreu especialmente na Lagoa dos Cadetes ao sul da GUARNAE-YS (Figura 3).

Na versão editada, 359,19 ha da Área Urbanizada (79,39%) foi atribuída como Mosaico de Usos na versão original (Figura 4), e apenas 87,21 ha (19,28%) da classe foi correspondente entre a versão original e editada resultando em baixa exatidão do produtor com 19,26% (Quadro 2). Quanto à FNnF na versão editada, 127,62 ha (36,86%) dessa classe foram atribuídas como Mosaico de Usos pela versão original, mas também houve considerável área de FNnF com 56,88 ha (22,04%) na versão original que foi atribuída ao Mosaico de Usos pela versão editada; isso colaborou para que a exatidão do produtor fosse a segunda menor e a exatidão do usuário a terceira menor (Quadro 2).



Figura 6 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com Área Urbanizada ao centro (seta amarela) rodeada por agricultura e vegetação, áreas hachuradas de branco indicam o desmatamento incrementado. Fonte: Imagem LANDSAT obtida em abril de 1985 e Terrabrasilis (2023).

3.2 UCT 2021 com pixel de 30 m

A Figura 7 apresenta a classificação original da área estudada com as classes de Pastagem, Cana, Soja, Outras Lavouras temporárias e Mosaico de Usos, que constituem a classe Mosaico de Usos após o agrupamento na Figura 8; já a figura 9 demonstra a classificação da

versão editada. O total de área mapeada de cada classe de UCT 2021 com pixel de 30 m (UCT de 2021-30) da versão original foi inferior à versão editada para todas as classes exceto para Rio, Lago e Oceano, o que se deve à grande área atribuída ao Mosaico de Usos pela versão original ser quase 1.000 ha maior que na versão editada (Quadro 3). As classes de Mosaico de Usos e da Formação Florestal foram as de maior proporção de área e Rio, Lago e Oceano a menor em ambas as versões analisadas (Quadro 4 e Figuras 8 e 9).

As classes de Mosaico de Usos e a Formação Florestal foram as que tiveram maior exatidão do produtor, enquanto a Silvicultura foi a menor com um valor inferior a 10%; a exatidão do usuário foi maior para Área Urbanizada e Formação Florestal, ambas maiores que 90%. Rio, Lago e Oceano foi a menor com quase 50% (Quadro 4). A exatidão do usuário e do produtor para essa última classe foi baixa por ter 11,7 ha (44,22%) atribuídos à Formação Florestal na versão editada e quase 7 ha (33,77%) às classes de Formação Florestal, FNnF e Mosaico de Usos na versão original (Quadro 3).

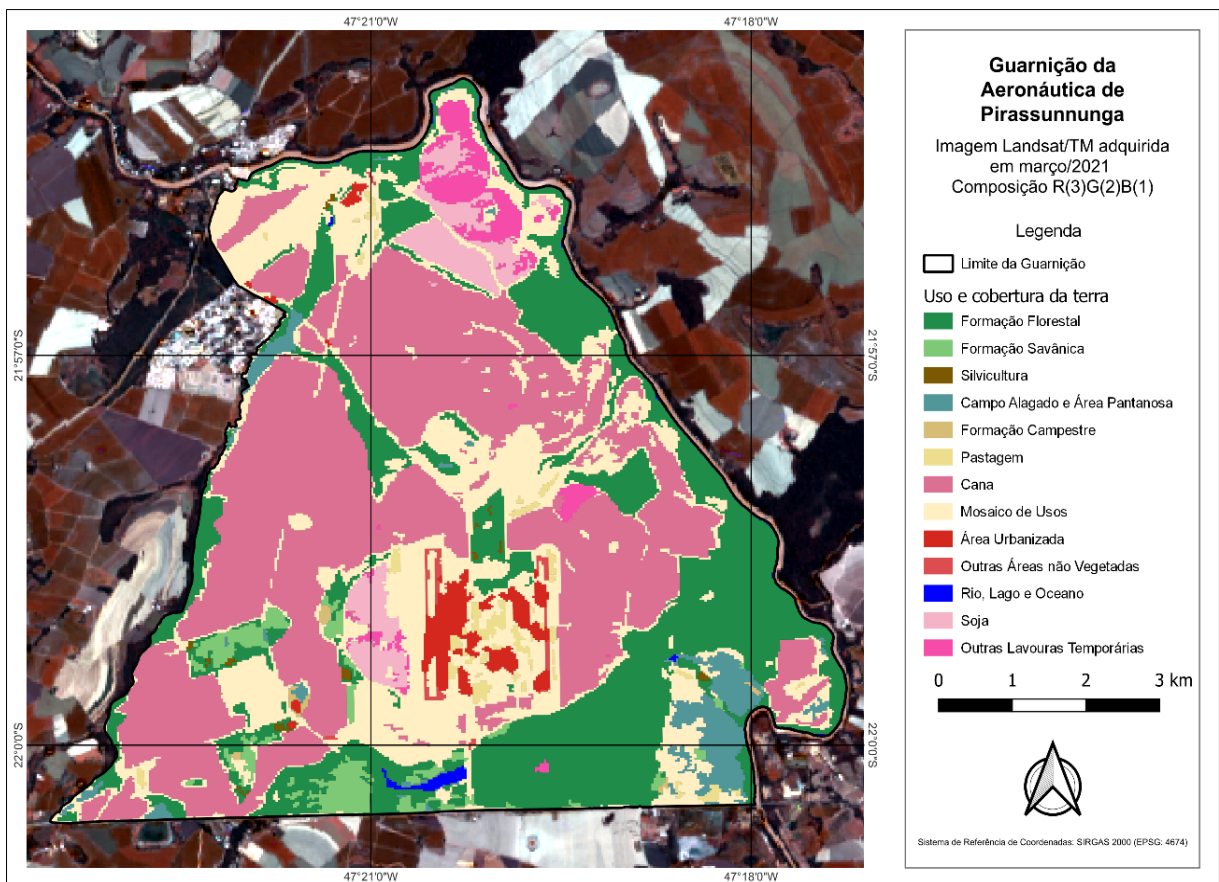


Figura 7 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original de Uso e Cobertura da Terra de 2021- pixel de 30 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

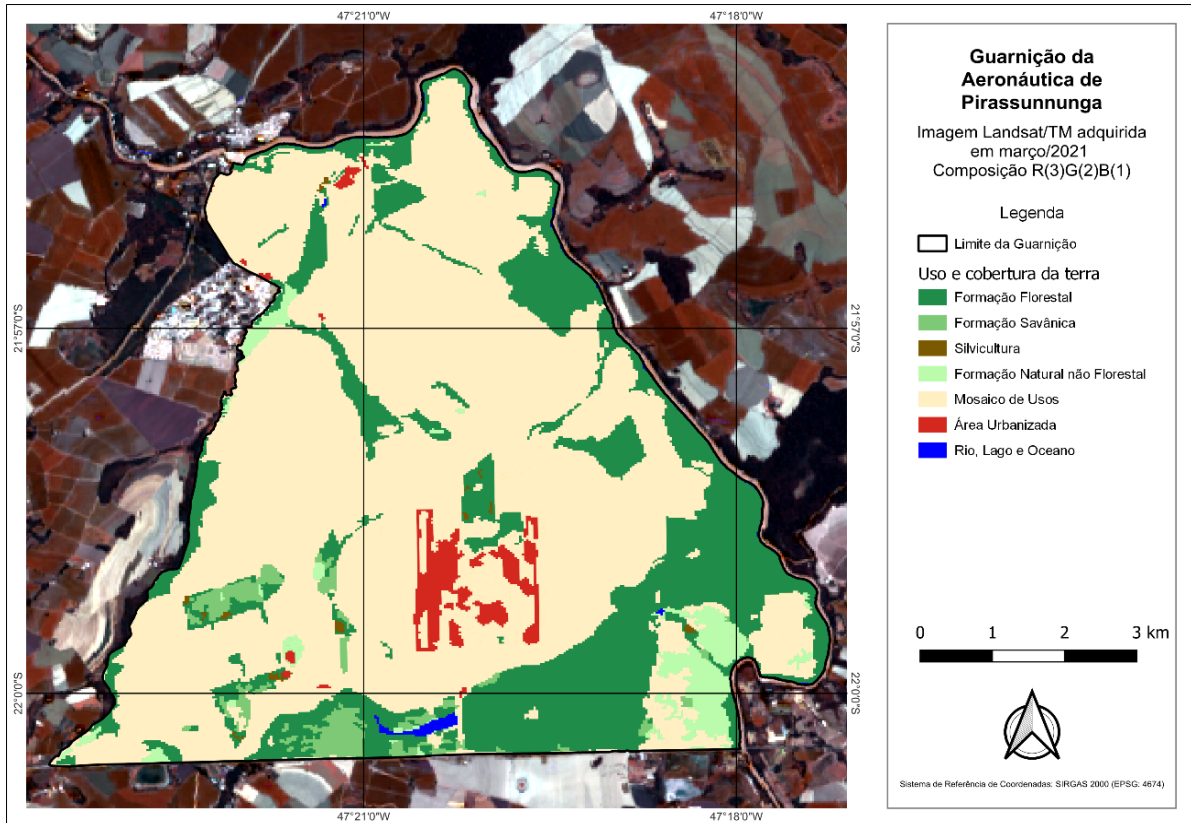


Figura 8 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original agrupado de Uso e Cobertura da Terra de 2021- pixel de 30 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

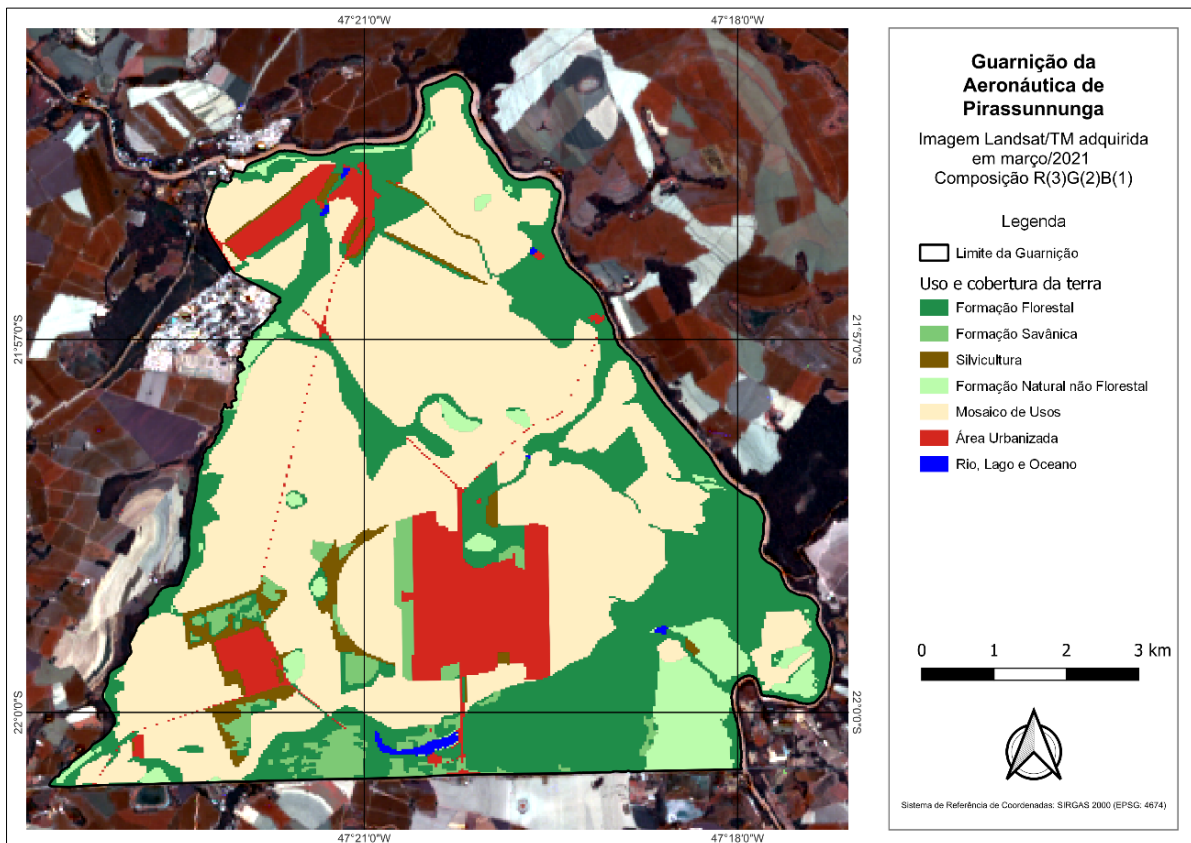


Figura 9 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado editado de Uso e Cobertura da Terra de 2021- pixel de 30 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

Quadro 3 - Matriz de Confusão de 2021-pixel de 30 m. Classes UCT (Classes de Uso e Cobertura da Terra), FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).

		Esperado								
O b s e r v a d o	Classes UCT	FF	FS	S	FNnF	MU	AU	RLO	Total Observado	
		FF	1478,52	9	73,71	11,43	2,7	1,44	2,79	1579,59
		FS	21,96	108,54	18,54	4,68	0	0,36	0,09	154,17
		S	1,71	0	11,07	0	0	0	0	12,78
		FNnF	19,53	3,6	1,26	170,1	0,27	0,27	2,07	197,1
		MU	293,85	99,45	62,55	157,23	3361,95	426,6	2,07	4403,7
		AU	1,62	0,09	1,08	1,98	2,16	144,36	0	151,29
		RLO	11,7	0	0	1,26	0	0,09	13,41	26,46
		Total Esperado	1828,89	220,68	168,21	346,68	3367,08	573,12	20,43	6525,09

Fonte: Os autores.

Quadro 4 - Acurácias e proporção de área de cada Uso e Cobertura da Terra de 2021-pixel de 30 m. FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).

	FF	FS	S	FNnF	MU	AU	RLO
Exatidão do Produtor	80,84%	49,18%	6,58%	49,07%	99,85%	25,19%	65,64%
Exatidão do Usuário	93,60%	70,40%	86,62%	86,30%	76,34%	95,42%	50,68%
Proporção de área – editado	28,03%	3,38%	2,58%	5,31%	51,60%	8,78%	0,31%
Proporção de área – original	24,21%	2,36%	0,20%	3,02%	67,49%	2,32%	0,41%

Fonte: Os autores.

Silvicultura teve baixa exatidão do produtor, pois o total dessa classe reconhecido na versão original foi somente de 12,78 ha enquanto na versão editada foi de 168,21 ha; deste total 73,71 ha estavam em Formação Florestal e 62,55 ha em Mosaico de Usos na classificação original (Quadro 3). A FNnF teve baixa exatidão do produtor por ter 157,23 ha, quase 45,35% do total, atribuído ao Mosaico de Usos na versão original; situação semelhante ocorreu com a Área Urbanizada cujos 426,6 ha foram atribuídos ao Mosaico de Usos colaborando para que a exatidão do produtor dessa classe fosse a segunda menor, como também 99,45 ha (45,07%) da Formação Savânica da versão editada foi atribuída ao Mosaico de Usos na versão original (Quadro 3). Mesmo que a exatidão do produtor da Formação Florestal tenha sido uma das maiores com 80,84%, 293,85 ha (16,07%) foram atribuídos ao Mosaico de Usos pela versão original. Na Figura 7 é possível ver que essa classe na versão original contorna quase todos os

fragmentos de Formação Florestal resultando em fragmentos menores, mais estreitos e descontínuos em relação à versão editada (Figura 7).

3.3 UCT 2021 com pixel de 10 m

Na Figura 10 é possível ver as classes da Pastagem, Lavoura Temporária e Mosaico de Usos da versão original constituírem, após o agrupamento, a classe Mosaico de Usos (Figura 11). A Figura 11 mostra a predominância de áreas agropecuárias na GUARNAE-YS, assim como na versão editada (Figura 12), para o UCT 2021 com pixel de 10m (2021-10 m). Todas as classes mapeadas pela versão original tiveram área total inferior à sua área correspondente da versão editada (Quadro 5), exceto o Mosaico de Usos que teve 961,42 ha a mais. As classes de Mosaico de Usos e Formação Florestal foram as maiores em proporção de área, enquanto que Rio, Lago e Oceano foi o menor (Quadro 6). A Classe da Silvicultura teve 26,36 ha (25,54%) atribuídos à Formação Florestal na versão editada, enquanto houve um pouco mais de 80 ha (51,09%) atribuídos à Formação Florestal e Mosaico de Usos na versão original; situação que colaborou para reduzir a exatidão do produtor e usuário.

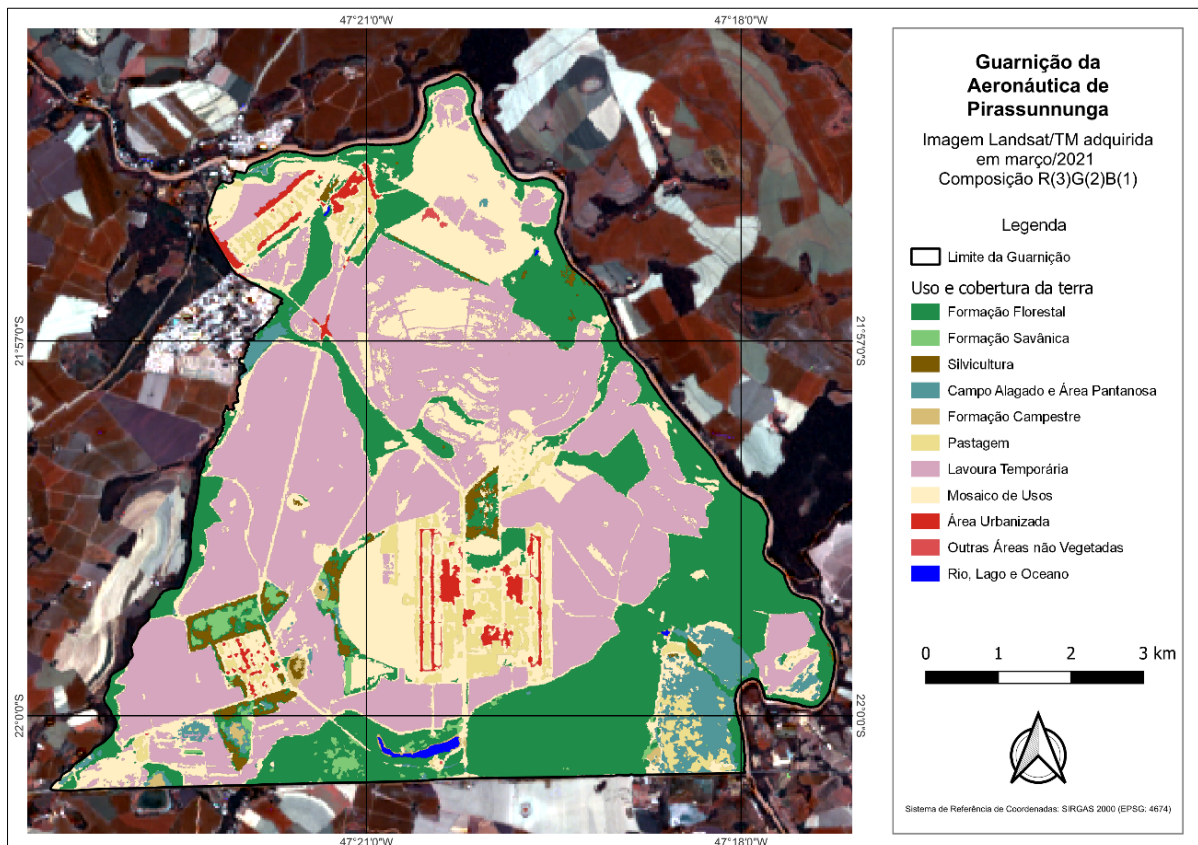


Figura 10 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original de Uso e Cobertura da Terra em 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

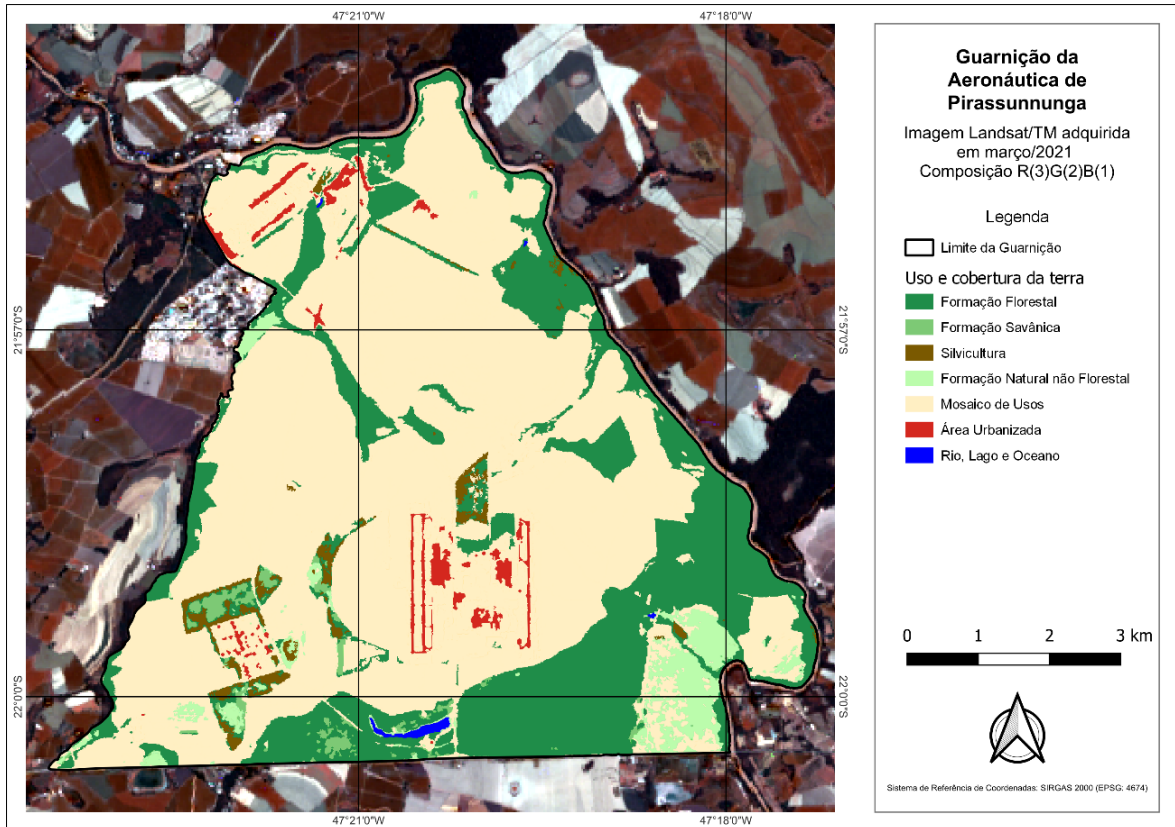


Figura 11 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado original agrupado de Uso e Cobertura da Terra em 2021-píxel de 10 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

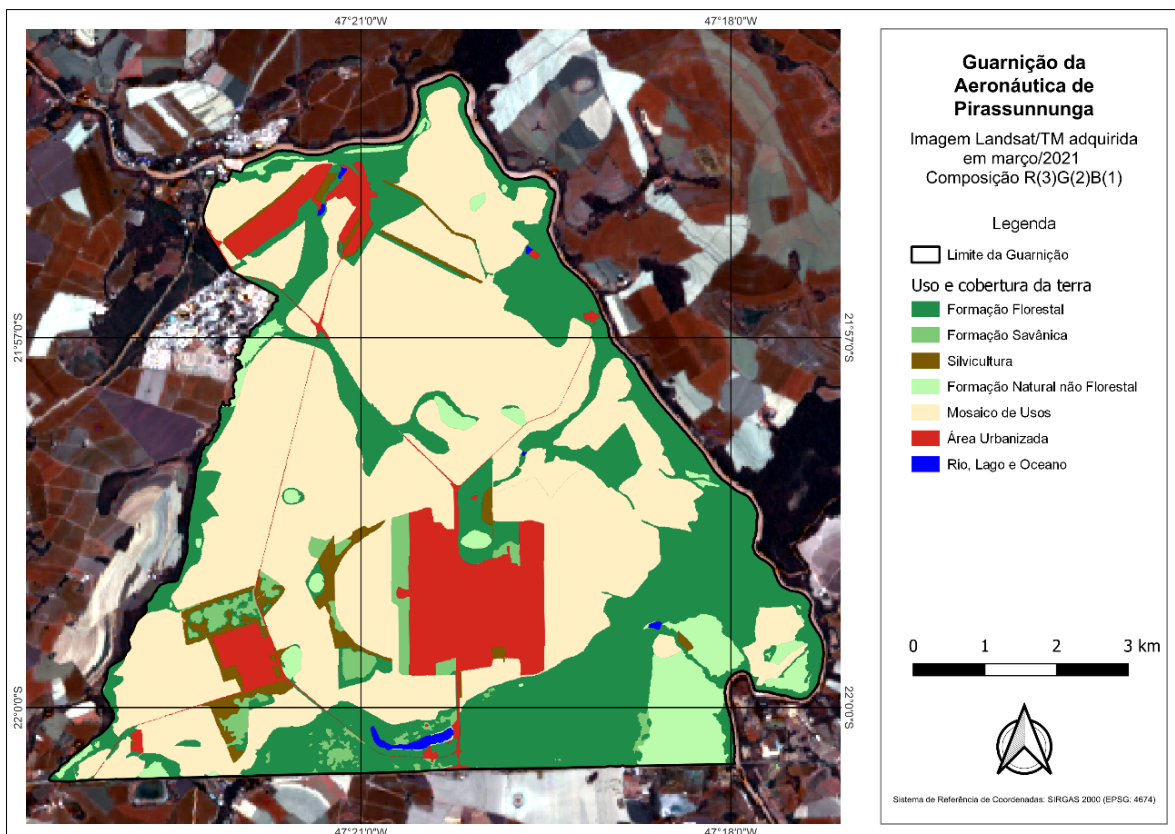


Figura 12 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o dado editado de Uso e Cobertura da Terra em 2021-píxel de 10 m. Fonte: Os autores e dados do MapBiomias.

Quadro 5 - Matriz de Confusão de 2021-pixel de 10 m. Classes UCT (Classes de Uso e Cobertura da Terra), FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).

		Esperado								
O b s e r v a d o	Classes UCT	FF	FS	S	FNnF	MU	AU	RLO	Total Observado	
		FF	1587,21	7,31	40,31	10,04	2,42	1,97	1,81	1651,06
		FS	6,59	60,15	5,11	1,70	0	0,04	0	73,59
		S	26,36	0,60	70,96	4,63	0,54	0,09	0	103,19
		FNnF	7,92	13,12	1,71	186,74	12,04	2,17	2,40	226,09
		MU	237,09	90,59	41,20	144,42	3345,78	479,40	1,85	4340,32
		AU	0,57	0	0,25	0,03	18,11	97,06	0	116,03
		RLO	0,77	0	0	0,20	0	0	13,00	13,97
		Total Esperado	1866,52	171,76	159,54	347,76	3378,90	580,72	19,06	6524,25

Fonte: Os autores.

Quadro 6 - Acurácias e proporção de área de cada Uso e Cobertura da Terra de 2021-pixel de 10 m. FF (Formação Florestal), S (Silvicultura), FS (Formação Savânica), FNnF (Formação Natural não Florestal), UM (Mosaico de Usos), AU (Área Urbanizada) e RLO (Rio, Lago e Oceano).

	FF	FS	S	FNnF	MU	AU	RLO
Exatidão do Produtor	85,04%	35,02%	44,48%	53,70%	99,02%	16,71%	68,23%
Exatidão do Usuário	96,13%	81,74%	68,77%	82,60%	77,09%	83,65%	93,07%
Proporção de área - editado	28,61%	2,63%	2,45%	5,33%	51,79%	8,90%	0,29%
Proporção de área - original	25,31%	1,13%	1,58%	3,47%	66,53%	1,78%	0,21%

Fonte: Os autores.

As classes com maior exatidão do produtor foram o Mosaico de Usos (99,02%) e a Formação Florestal (85,04%), enquanto Área Urbanizada apresentou a menor (16,71%) (Quadro 6). A exatidão do usuário foi maior para Formação Florestal e o Rio, Lago e Oceano, ambas maiores que 90%, e a menor para Silvicultura. As classes de Formação Savânica, Formação Natural não Florestal e Área Urbanizada tiveram grandes áreas atribuídas ao Mosaico de Usos na versão original (90,59 ha, 144,42 ha e 479,4 ha respectivamente) diminuindo a exatidão do produtor. A Área Urbanizada teve mais de 80% de sua área classificada como Mosaico de Usos na versão original (Quadro 5), visto que a área correspondente dessa classe se restringe aos adensamentos de edificações e pista de aeronaves (na Figura 11). Embora a exatidão do produtor na classe da Formação Florestal tenha sido uma das maiores com 85,04%, 237,09 ha (12,7%) foram atribuídos ao Mosaico de Usos pela versão original. A Figura 10

mostra como essa classe contorna quase todos os fragmentos de Formação Florestal, situação que se repetiu com a classificação em 2021-30 m.

3.4 Mudança de UCT de 1985 a 2021

Em análise do UCT na Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças-MA (SANTANA; FRANÇA; AVELAR, 2023), havia 12 classes de uso e cobertura da terra em 1985 com o acréscimo, em 2001, da Silvicultura, Lavouras Temporárias e Mineração. No presente trabalho quanto à classificação da versão original, em 1985 continha também 12 classes, passando a ser 13 em 2021-30 m com a adição da Silvicultura. Em 2021-10 m tal classe também é reconhecida, no entanto não há Cana, Soja e Outras Lavouras Temporárias (classes de nível 4) como em 1985 e 2021-30, mas sim a classe Lavoura Temporária (classe de nível 3) resultando e um total de 11 classes. Segundo o Projeto MapBiomias (2024), a Coleção BETA, da qual faz parte a camada 2021-10 m, utilizou um método semelhante e a mesma legenda das classes de UCT da Coleção 7.1 até o nível 3, sendo recomendada cautela na comparação com produtos de outras resoluções espaciais. A Coleção 7.1 é uma atualização da Coleção 7, e inclui dados com resolução espacial de 30m e o mesmo código da legenda; logo, as pequenas diferenças aqui apontadas entre 2021-30 e 2021-10 m devem-se à legenda não ser a mesma no nível 4.

A área total da FAYS é de 6.502 ha segundo Azevedo (2021) e de 6.500 ha para Fernandes, Sebastiani e Sais (2022). No mapeamento de UCT do presente estudo, a área total variou de 6.519,6 ha (tabela 1) a 6.525,09 ha (tabela 2), ambas superiores em menos de 1% quanto aos demais autores, o que representa uma diferença mínima devido à escala dos produtos e pelo fato do pixel não ser fracionado contabilizando toda a sua área, a exemplo dos pixels da borda que tinham uma parte fora dos limites da área de estudo. De acordo com Brasil (2024b) e Secretaria da FAYS (2024), a FAYS é responsável por 3.380 ha dos quais 239 ha são de construções incluindo o pasto, 462 ha em cultivo de milho e soja, e 2.679 ha de cana-de-açúcar (áreas de Agricultura e Pastagem); já no atual trabalho, foram reconhecidos 3.367,08 ha em 2021-30 m e 3.378,9 ha em 2021-10 m do Mosaico de Usos (classe que abrange Agricultura e Pastagem). Os valores mapeados no atual estudo estão muito próximos ao de Brasil (2024b) e Secretaria da FAYS (2024) diferindo em 12,92 ha (2021-30 m) e 1,1 ha (2021-10 m), valores inferiores em menos de 1%.

Houve um acréscimo de 120,69 ha (26,68%) de Área Urbanizada entre 1985 e 2021-30 m, pois parte da área de Mosaico de Usos a noroeste da GUARNAE-YS passou a ser Área Urbanizada. De acordo com Souza Júnior et al. (2020), a Área Não Vegetada, classe da qual

faz parte a Área Urbanizada, aumentou 44% (1Mha) em todo o país, e, embora seja a classe de menor tamanho, foi a que mais aumentou em proporção, visto que nesse período houve o desenvolvimento urbano e de infraestrutura. Foram mapeados na versão editada 573,12 ha (5.731.200 m²) de Área Urbanizada em 2021-30 m e 580,72 ha (5.807.200 m²) em 2021-10 m, mas, segundo Brasil (2024a), atualmente a AFA possui 215.246 m² de área construída sendo 141.800 m² de área administrativa e 73.246 m² de área residencial. A área construída na AFA é ainda muito menor que as mapeadas na versão original em 2021-30 m com 151,29 ha (1.512.900 m²) e em 2021-10 m com 116,03 ha (1.160.300 m²). No presente trabalho foram consideradas como Área Urbanizada as estradas asfaltadas e áreas não edificadas conforme explica Souza Júnior et al. (2020), o que justifica a área mapeada da versão editada e original ser muito maior que o informado por Brasil (2024a).

No mapeamento de Fernandes, Sebastiani e Sais (2022), houve um total de 2357 ha somando as áreas de Silvicultura e Formações Florestal e Savânica, mas em alguns de seus fragmentos foram incluídas algumas porções de FNnF, o que justifica a sua área mapeada ser 139,22 ha (6,28%) maior que a classificação de 2021-30 m do presente trabalho que totalizou 2217,78 ha nessas classes (quadro 3). Considerando a Silvicultura e as Formações Florestal e Savânica, na versão editada de 1985, foram mapeados 1891,89 ha (quadro 1) e em 2021-30 m 2217,78 ha (quadro 3), ou seja, é um aumento de 325,89 ha (17,33%) ao longo de 36 anos. No período analisado de 33 anos (1985 a 2017) de Souza Júnior et al. (2020), 38% da área do país foi modificada, perdeu-se 61Mha (10%) da cobertura de Floresta, a qual no seu trabalho abrange as classes de Silvicultura e Formações Florestal e Savânica.

Somente considerando as classes de Formação Florestal e Formação Savânica, no presente trabalho entre 1985 e 2021-30 m houve o aumento de 157,68 ha (8,33%). Para Souza Júnior et al. (2020), a classe de Floresta Natural, que abrange a Formação Florestal, a Formação Savânica e o Mangue, perdeu 65,9 Mha (11%) convertidos em outros tipos de UCT no país. De acordo com Azevedo (2021), em 1963 iniciou-se o reflorestamento na GUARNAE-YS, porém não há informações sobre as espécies utilizadas e quais as áreas reflorestadas, situação que pode ser explorada em futuros trabalhos.

De acordo com Souza Júnior et al. (2020), no país entre 1985 e 2017 houve um aumento de 66 Mha (38%) da Agropecuária, classe que compreendeu a Pastagem, Agricultura e o Mosaico de Usos. No presente estudo, houve uma redução de 423,54 ha (11,17%) de Mosaico de Usos (áreas de Agropecuária sem abranger a Silvicultura) entre 1985 e 2021-30 m devido ao aumento da Área Urbanizada a noroeste da GUARNAE-YS e da Formação Florestal (Figuras 5 e 9); situação que indica uma tendência contrária da GUARNAE-YS em relação ao

país. Houve também a redução de 89,73 ha (28,9%) de Formação Savânica a qual cedeu lugar à Formação Florestal e Silvicultura, os remanescentes de Formação Savânica estão concentrados na porção sudoeste da GUARNAE-YS (Figuras 5 e 9).

Vários constataram que, na ausência de fogo e pastejo, as fitofisionomias do Cerrado *s.l.* mais fechadas se expandem sobre as mais abertas, assim áreas ocupadas por campo sujo, campo cerrado e Cerrado *s.s.* foram substituídas por Cerradão e até mesmo ecótonos de Cerradão com FES ao longo de poucas décadas pesquisadores (CARDOSO et al., 2009; DURIGAN; RATTER, 2006; PINHEIRO; AZEVEDO; MONTEIRO, 2010; PINHEIRO; DURIGAN, 2009). Tais alterações equivalem a mudança de classe de Formação Savânica para Formação Florestal de acordo com a Descrição da Legenda Coleção 7 (MAPBIOMAS, 2023d). Provavelmente esta for a mesma situação observada no presente trabalho para os fragmentos a sul da GUARNAE-YS (Figura 9 em comparação à Figura 5). Portanto, são urgentes os estudos florísticos e fitossociológicos nos remanescentes de Formação Savânica que possam ser uma referência para futuros trabalhos florísticos comparativos e que permitam analisar a dinâmica da vegetação.

No presente trabalho foram mapeados 346,68 ha de FNnF na classificação de 2021-30 m e 347,76 ha na classificação de 2021-10 m, ambos superiores em mais de 90 ha em relação ao mapeamento de Fernandes, Sebastiani e Sais (2022) que obtiveram 252 ha. Porém em seu trabalho foram consideradas como áreas úmidas ou várzeas as áreas cobertas por água em regime permanente ou temporário, o que corresponde com o Campo Alagado e Área Pantanosa, subclasse que foi unida à Formação Campestre no mapeamento do presente trabalho; ou seja, a diferença de área deve-se ao presente estudo ter mapeado o Campo Alagado e Área Pantanosa juntamente com a Formação Campestre. De acordo com Souza Júnior et al. (2020), de 1985 a 2017 houve a redução de 5,7Mha (9%) de FNnF no país. No atual estudo, o mapeamento não usou essa subclasse, mas sim FNnF a qual também teve um aumento de 0,45 ha (0,13%). Porém um fragmento dessa classe localizado à leste da Área Urbanizada central foi convertido em área de Agropecuária, representada pela classe do Mosaico de Usos, entre 1985 e 2021-30 m (Figuras 6 em comparação à Figura 9).

Como a Silvicultura não foi mapeada em 1985, não é possível estimar seu aumento em porcentagem em relação a 2021, porém, segundo Souza Júnior et al. (2020), a Floresta Plantada (Silvicultura) inicialmente com 1,6Mha teve um acréscimo de 4,3Mha (277%) ao longo de 33 anos no país, porém pode estar incerta. No presente estudo a Silvicultura é de eucalipto e pinheiro (*Pinus* spp.) (FERNANDES; SEBASTIANI; SAIS, 2022). Algumas porções da Silvicultura, adjacentes à Área Urbanizada a sudoeste da GUARNAE-YS, estão em terras de

desmatamento incrementado (TERRABRASILIS, 2023) e os 356 ha de Silvicultura foram deixados à regeneração (FERNANDES; SEBASTIANI; SAIS, 2022). No presente trabalho, as mesmas áreas de Silvicultura indicadas pelas autoras acima foram classificadas como um mosaico de Silvicultura e Formações Florestal e Savânica (Figura 12). Em conversa com um membro da GUARNAE-YS, há áreas antigas de Silvicultura de eucalipto com falhas devido ao corte ou morte desses indivíduos e nesses locais o sub-bosque nativo bem desenvolvido se destaca. Logo, é importante realizar estudos nessas áreas para verificar o grau de regeneração natural.

3.5 Análise de acurácia de 1985 a 2021

A exatidão do produtor à classificação de UCT de 1985 a 2021-30 m, ambos da coleção 7, teve grande redução para Formação Savânica e o para Rio, Lago e Oceano. A exatidão do produtor para o UCT de 2021-30 m da coleção 7 em relação ao UCT de 2021-10 m da coleção BETA reduziu em Formação Savânica (Figura 13) enquanto aumentou quase sete vezes para Silvicultura (6,58% e 44,48% respectivamente), houve pouca diferença entre as demais classes. A exatidão do usuário de 1985 a 2021-30 m diminuiu para Rio, Lago e Oceano e aumentou para FNnF e Área Urbanizada, demais classes tiveram pouca alteração. A exatidão do usuário de 2021-30 m a 2021-10 m aumentou para Formação Savânica e Rio, Lago e Oceano, mas para Silvicultura e Área Urbanizada reduziram. As classes de Formação Florestal e o Mosaico de Usos (áreas agropecuárias separadas da silvicultura), tiveram valores semelhantes entre 1985, 2021-30 m e 2021-10 m tanto à exatidão do produtor quanto para o usuário (Figura 14).

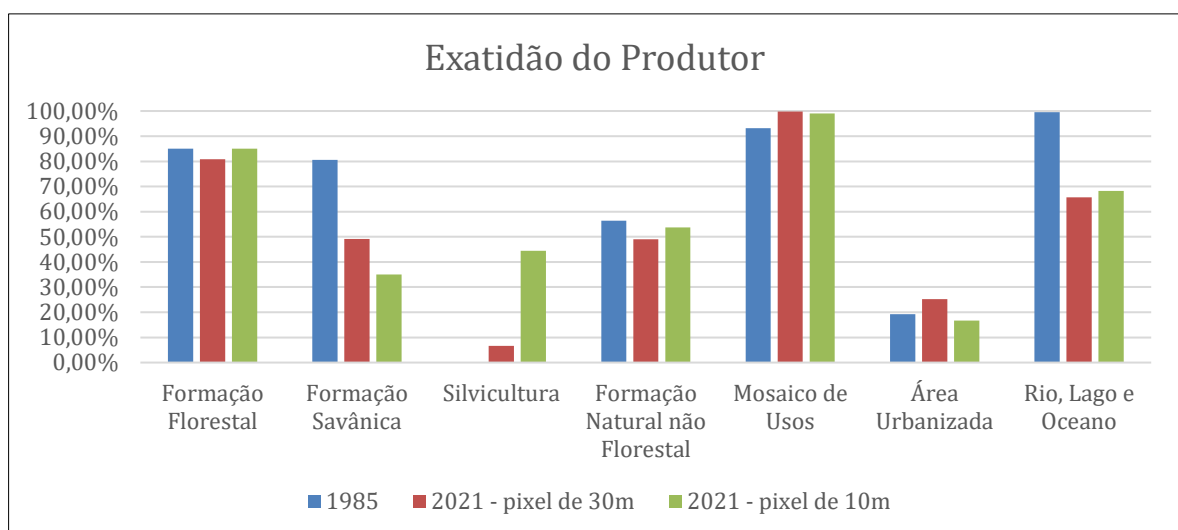


Figura 13 - Exatidão do produtor às três classificações de Uso e Cobertura da Terra analisadas: 1985, 2021-pixel de 30 m e 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores.

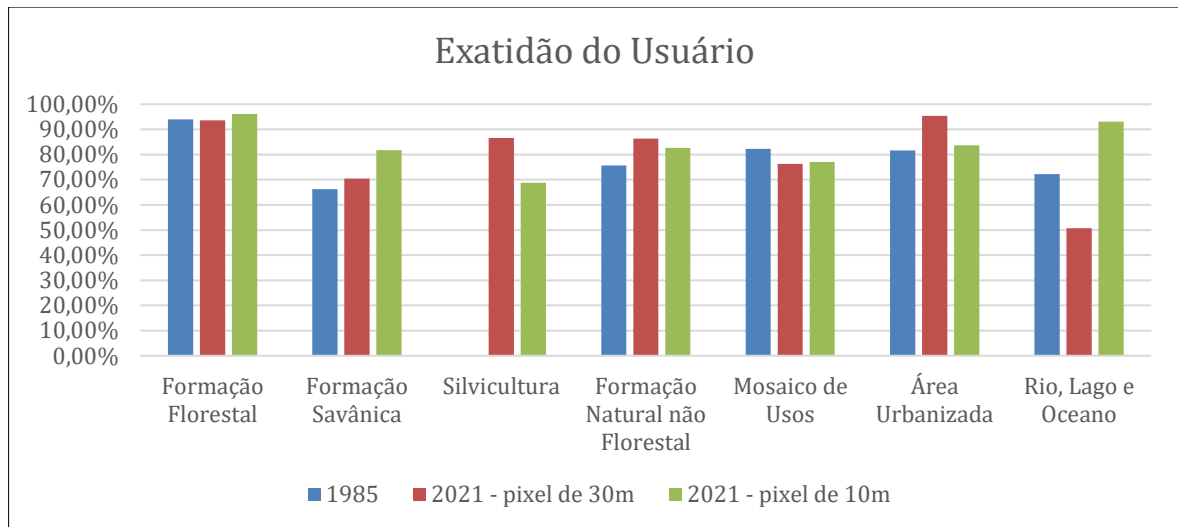


Figura 14 - Exatidão do usuário às três classificações de Uso e Cobertura da Terra analisadas: 1985, 2021-pixel de 30 m e 2021-pixel de 10 m. Fonte: Os autores.

A partir da matriz de confusão (Quadros 1, 3 e 5), podem ser obtidas medidas estatísticas relevantes para o processo de validação, entre elas o Índice Kappa, que é obtido através de um método multivariado discreto utilizado na avaliação da precisão temática e usa no seu cálculo todos os elementos da matriz de confusão. Segundo Figueiredo e Vieira (2007), o Índice Kappa é uma medida da concordância real que trata do quanto a classificação está em concordância com os dados de referência.

Quadro 7 - Valores do Índice Kappa às três classificações analisadas.

Valores do Índice Kappa do presente trabalho	
1985	0,71
2021-pixel de 30 m	0,67
2021-pixel de 10 m	0,69

Fonte: Os autores.

De acordo com Souza Júnior et al. (2020) a acurácia do mapeamento no nível 2 para todo o país em 1985 foi de 87,05% e em 2017 foi de 87,34%, já no presente trabalho a acurácia foi próxima de 70% nos três mapeamentos. Segundo Landis e Koch (1977), um valor da estatística Kappa de 0,61 a 0,80 (61 a 80%) mostra uma concordância muito boa, situação do presente trabalho quanto às duas classificações de UCT da coleção 7 (1985 e 2021-30 m) e da coleção BETA (2021-10 m) (Quadro 7). Porém a acurácia aqui avaliada foi com a população de pixel de toda a área de estudo e não com uma amostra aleatória de pontos ou uma amostragem aleatória estratificada (FERNANDES; ARRAUT, 2023; SOUZA JUNIOR et al., 2020). A precisão da avaliação é dependente da qualidade e do tamanho da amostra, quando

todos os pixels são avaliados, o resultado da acurácia é o mais preciso possível, mas quando a análise é feita só por uma parte dos pixels (amostra), pode haver vieses se a amostra não for representativa.

Além disso, há algumas ressalvas quanto ao método adotado. A acurácia do presente trabalho abrangeu classes de nível 2 e uma classe de nível 1 (FNnF) enquanto para (SOUZA JUNIOR et al., 2020) as acurácias foram calculadas para cada nível de classificação. Na classificação da Coleção 7, adotada no presente trabalho, há mais classes de nível 2 que a usada por Fernandes e Arraut (2023), como a Restinga Arborizada e a Restinga Herbácea. Algumas classes saíram do nível 3 para o nível 2, como a Formação Florestal, a Formação Savânica e o Mangue; e outras mudaram de classificação, como a classe de Floresta Plantada que era um subnível de Floresta passou a ser subnível da Agropecuária (MAPBIOMAS, 2023e; SOUZA JUNIOR et al., 2020).

Na Descrição da Legenda Coleção 7 (MAPBIOMAS, 2023d), além da descrição da classe Mosaico de Usos referir-se às áreas agropecuárias abrangendo pastagens e agricultura para os biomas Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, há também a descrição de Mosaico de Usos para Áreas Urbanizadas referindo-se à vegetação urbana, tanto a cultivada como a natural florestal e não-florestal. Portanto, dentro da classe de Agropecuária e da sua subclasse de Mosaico de Usos entende-se que os extensos gramados urbanos, praças arborizadas e a vegetação nativa presentes no interior da Área Urbana estejam incluídos. Isso justifica em parte que, nas classificações originais de cada ano analisado antes do agrupamento (Figuras 3, 7 e 10) há a presença do Mosaico de Usos em meio às Áreas Urbanas; porém ainda boa parte das Áreas Urbanas a noroeste e sudoeste da GUARNAE-YS foram classificadas como Pastagem (Figuras 3 e 10) ou completamente como Mosaico de Usos (Figura 7).

De acordo com Azevedo (2021), na década de 1950 houve a ampliação das estruturas produtivas da agropecuária e, a partir da década de 1980, houve reformas arquitetônicas, construção de imóveis e outros estabelecimentos para fins agropecuários, pavimentação da Alameda Botafogo e de áreas adjacentes à sede da FAYS as quais estão na região noroeste da Guarnição. A atual Área Urbanizada a noroeste da Guarnição não estava nítida nas imagens LANDSAT de 1985, nem na imagem Google Earth para o mesmo ano, podendo indicar que estava ainda em construção ou em reforma, o que resultou em uma textura na imagem de satélite que pudesse ser confundida com a área agrícola ao redor; portanto tal área foi classificada como Mosaico de Usos na versão editada (Figura 5) enquanto na original estava como Pastagem (Figura 3).

A classe de Rio, Lago e Oceano tenha diminuído em 18 ha entre os mapeamentos de 1985 e 2021-30, mas não houve alteração no tamanho dos corpos d'água do interior da GUARNAE-YS, essa diferença de área deve-se à inclusão de pixels referentes ao Rio Mogi Guaçu no limite da GUARNAE-YS no mapeamento de 1985, enquanto no mapeamento de 2021-30 todo o limite da GUARNAE-YS foi de Formação Florestal sem haver pixels da classe Rio, Lago e Oceano (Rio Mogi Guaçu); analisar outras imagens de outros anos poderá esclarecer se o rio mudou de posição, ou se apenas a copa das árvores não estava projetada sobre o rio. As áreas urbanas e de agropecuária da GUARNAE-YS são adjacentes umas às outras e a área urbana não edificada constitui-se de extensos gramados para fins de exposição de aeronaves, montagem de barracas para alojamento durante treinamentos ou como intervalo entre uma edificação e outra; essa situação dificultou a diferenciação entre a Área Urbanizada e o Mosaico de Usos (áreas de Agropecuária sem Silvicultura após o reagrupamento).

Os perfis espectrais das pastagens e áreas agrícolas são similares, o que resulta em confusão na classificação, já que é essa a informação utilizada pelos algoritmos classificadores (RODRIGUES et al., 2020); situação que pode ter ocorrido com as classificações originais. Aliado a isso, no presente trabalho não foi possível localizar com exatidão as pastagens na GUARNAE-YS, portanto manter essa classe na Matriz de Confusão poderia alterar a exatidão do produtor e do usuário; unir as áreas de Agricultura e Pastagem junto ao Mosaico de Usos possibilitou estudar as áreas de Agropecuária da GUARNAE-YS como um todo separando-as da Silvicultura.

Uma das causas à baixa acurácia do usuário e do produtor no nível 2 nas classes de Formação Não Florestal em Zonas Úmidas (Campo Alagado e Área Pantanosa) e Formação Campestre é a confusão espectral com outras classes como a Pastagem e Agricultura (SOUZA JÚNIOR et al., 2020). Tal erro na atribuição de classe já está presente desde coleções anteriores, pois, de acordo com Oliveira et al. (2020), na coleção 5, a maior fonte de erro nas classificações refere-se à classe de FNnF em que quase 50% das amostras avaliadas foram classificadas como Agropecuária ou Floresta.

Não foi possível realizar a verificação em campo, e não houve imagens com melhor resolução espacial do que as obtidas pelo Google Earth Pro. Mesmo assim, a interpretação das imagens, que fazem parte do mesmo conjunto de dados usados no processamento de dados, é útil nessa validação, pois o intérprete pode se atentar a objetos e feições que a classificação automática não considera. Por exemplo, é possível destacar na interpretação de imagens a diferença entre estradas asfaltadas e estradas de terra, que podem ser consideradas, respectivamente como Área Urbanizada e Mosaico de Usos, dadas as suas características

espectrais. Outro aspecto importante é a escala de análise, visto que, de fato, esses mesmos objetos vão ter mais destaque por tratar-se de uma área de estudo relativamente pequena.

No processo de definir uma classe para uma área do solo, segundo Jesus e Epiphânio (2010), a definição da legenda é apontada como uma causa importante nas pesquisas de mudança no UCT através do sensoriamento remoto, visto que o analista segue critérios de acordo com uma legenda na atribuição de uma classe a uma área do solo, e o sensor recebe diferentes níveis de radiação multiespectral de cada uso do solo, inclusive quando se trata de diferentes fases fenológicas da vegetação; logo, para o analista uma área pode não ter mudado de classe ao longo do tempo, enquanto para o sensor há alterações radiométricas multiespectrais (JESUS; EPIPHÂNIO, 2010). Tal situação pode ter ocorrido no presente trabalho quanto à classificação original de UCT, por exemplo nas áreas de FNnF isoladas e/ou adjacentes a áreas de Agropecuária serem atribuídas como Mosaico de Usos (Figuras 3, 7 e 10), conseqüentemente diminuindo a exatidão do produtor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com as diferenças encontradas na classificação original dos mapeamentos de 1985, 2021-10 e 2021-30, o agrupamento de classes possibilitou analisar e melhor visualizar a classificação do UCT da GUARNAE-YS. As áreas de Agropecuária são predominantes, a Formação Florestal foi a de maior proporção de área de vegetação nativa, seguida pela FNnF e a Savânica; essas três vegetações nativas juntas ocupam quase um terço da área total da GUARNAE-YS. Enquanto no país a tendência foi de redução da cobertura florestal, a GUARNAE-YS preservou sua floresta nativa sem expandir suas áreas agrícolas. É importante que continuem os estudos florísticos no local, principalmente com a Formação Savânica, e se iniciem com a FNnF. Embora a exatidão do produtor tenha sido baixa para Área Urbanizada, Silvicultura e FNnF, foi através do mapeamento do MapBiomas que foi possível identificar a presença de várias porções de FNnF na GUARNAE-YS. Áreas Urbanizadas cuja estrutura não seja densa em pavimentação e edificação podem gerar confusão espectral e ser menos reconhecida pelos sensores. A FNnF e a Área Urbanizada tiveram baixa exatidão do produtor devido à confusão espectral, algo que precisa continuar em aprimoramento nas próximas classificações, mas a exatidão do produtor foi a de maior porcentagem e de menor variação entre as classificações analisadas para Formação Florestal e Mosaico de Usos (áreas de Agropecuária sem Silvicultura após o reagrupamento), o que é relevante na discriminação de ambos os usos do solo em mapeamentos. O Índice Kappa para as três classificações analisadas

foi muito semelhante e de concordância muito boa indicando que os resultados de UCT obtidos pela classificação automática do MapBiomias possibilitam um bom entendimento de todo o local sendo também subsídio para direcionar estudos florísticos em outras áreas ainda não exploradas da GUARNAE-YS. Tais resultados também são importantes para o projeto MapBiomias a fim de orientar eventuais ajustes na metodologia de classificação e melhorar ainda mais sua classificação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, K. M. P.; COUTINHO, L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. *Vértices*, v. 16, n. 1, p. 173-198, 2014.

AZEVEDO, M. B. “O Tempo Rege as Ações”: A Fazenda da Aeronáutica de Pirassununga e sua história. Rio de Janeiro: INSTITUTO HISTÓRICO-CULTURAL DA AERONÁUTICA, n. 64, 2021, 28 p. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/incaer/images/eventgallery/instituto/Opusculos/Textos/opusculo_FAYS.pdf>. Acesso em 05 jan 2024.

BANCO DE DADOS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS (BDIA). Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>>. Acesso em 09 out 2023.

BEZERRA, F. G. S. et al. Spatio-temporal analysis of dynamics and future scenarios of anthropic pressure on biomes in Brazil. *Ecological Indicators*, v. 137, p. 1–14, 1 abr. 2022.

BRASIL. Força Aérea Brasileira. Academia da Força Aérea. Disponível em: <<https://www2.fab.mil.br/afa/index.php/sobre-a-afa>>. Acesso em 05 jan 2024a.

BRASIL. Força Aérea Brasileira. Fazenda da Aeronáutica de Pirassununga. Disponível em: <<https://www2.fab.mil.br/fays/images/historico01.pdf>>. Acesso em 02 set 2024b.

CARDOSO, E. et al. MUDANÇAS FITOFISIONÔMICAS NO CERRADO: 18 ANOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA, UBERLÂNDIA-MG. *Caminhos de Geografia*, v. 10, n. 32, p. 254–268, 2009.

CECHIM JUNIOR, C. et al. CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DE IMAGENS SENTINEL 2 COM MACHINE LEARNING NO GOOGLE EARTH ENGINE. In: XX

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2023. p. 85-88. Disponível em: <<https://proceedings.science/p/164095?lang=pt-br>>. Acesso em: 19 jan 2024.

DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G. **Florestas do Rio Negro – A Fragmentação da Paisagem**. São Paulo: Companhia das Letras - UNIP, 2001.

DURIGAN, G. et al. Fanerógamas. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 104–109.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, n. 1, p. 119–130, mar. 2006.

FERNANDES, E. M. DE S.; SEBASTIANI, R.; SAIS, A. C. Mapeamento dos fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (Estado de São Paulo, Brasil). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. 1–12, 11 set. 2022.

FERNANDES, N. DA S.; ARRAUT, E. EVOLUÇÃO DA ACURÁCIA DE IMPORTANTES CATEGORIAS DE COBERTURA DO MAPBIOMAS PARA TODO O ESTADO DE SÃO PAULO (SP). In: XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2023. p. 3118-3121. Disponível em: <<https://proceedings.science/p/164862?lang=pt-br>>. Acesso em: 09 jan 2024.

FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA, C. A. O. Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19, 2007, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: INPE, 2007.

HARDING, T.; HERZBERG, J.; KURALBAYEVA, K. Commodity prices and robust environmental regulation: Evidence from deforestation in Brazil. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 108, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 6 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. v. 45.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em 10 out 2023.

JESUS, S. C. DE; EIPHANIO, J. C. N. SENSORIAMENTO REMOTO MULTISSENSORES PARA A AVALIAÇÃO TEMPORAL DA EXPANSÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 945–956, 2010.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159–174, mar. 1977.

LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature Climate Change**, v. 5, p. 23-37, 2015.

MapBiomass. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-71/lclu/coverage/brasil_coverage_1985.tif>. Acesso em 09 out 2023a.

MapBiomass. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-71/lclu/coverage/brasil_coverage_2021.tif>. Acesso em 09 out 2023b.

MapBiomass. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/sentinel/lclu/coverage/brasil_sentinel_coverage_2022.tif>. Acesso em 09 out 2023c.

MapBiomass. DESCRIÇÃO DA LEGENDA COLEÇÃO 7.0. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/downloads/Legenda_Cole%C3%A7%C3%A3o_7_-_Descri%C3%A7%C3%A3o_Detalhada_-_PDF_PT.pdf>. Acesso em 09 out 2023d.

MapBiomass. Códigos da legenda para os valores de pixel na Coleção 7 do MapBiomass. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/EN__Codigos_da_legenda_Colecao_7.pdf>. Acesso em 09 out 2023e.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. 372 p.

OLIVEIRA, M. T. DE et al. Mapeamento da Vegetação do Cerrado – Uma Revisão das Iniciativas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, p. 1250–1274, 1 dez. 2020.

PINHEIRO, E. DA S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 3, p. 441–454, 2009.

PINHEIRO, M. H. O.; AZEVEDO, T. S. DE; MONTEIRO, R. Spatial-temporal distribution of fire-protected savanna physiognomies in Southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 2, p. 379–395, 2010.

Projeto MapBiomas – Coleção Beta de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil com 10 metros de resolução espacial. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/mapbiomas-cobertura-10m>>. Acesso em 02 jan 2024.

RODRIGUES, M. A. A. et al. Remote sensing image time series metrics for distinction between pasture and croplands using the random forest classifier. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, v. XLII-3/W12-2020, 2020, Santiago. **Anais...** Santiago: IEEE Latin American GRSS & ISPRS Remote Sensing Conference, 2020. p. 557-562.

SANTANA, R. G.; FRANÇA, D.; AVELAR, C. DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA ENTRE OS ANOS 1985 E 2021 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PREGUIÇAS-MA, BRASIL. **Geofronter**, v. 9, p. 1–23, 2023.

SEBASTIANI, R. et al. FLORA PRELIMINAR DA FLORESTA CILIAR DO RIO MOGI GUAÇU NA GUARNIÇÃO DE AERONÁUTICA DE PIRASSUNUNGA (SÃO PAULO, BRASIL). In: RODRIGUES, J. J. M.; MARQUES, M. A. **Ciências socialmente aplicáveis: integrando saberes e abrindo caminhos**. Curitiba: Artemis, 2022 p. 230-241.

SECRETARIA DA FAYS. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <secretaria.fays@fab.mil.br> em 09 set. 2024.

SILVA, L. X. DA et al. Inundações Urbanas: Os Impactos do Uso e Ocupação da Terra na Micro Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, Marabá (PA). **Boletim Amazônico de Geografia**, v. 2, n. 4, p. 45–52, 30 dez. 2015.

SOUZA JUNIOR, C. M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 1–27, 1 set. 2020.

SZERMAN, D.; ASSUNÇÃO, J. J.; LIPSCOMB, M.; AHMED, M. Agricultural productivity and deforestation: Evidence from Brazil. **Economic Growth Center**, n. 1091, 2022.

Terrabrasilis. Disponível em: <terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em 27 dez 2023.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, C. M. L. M. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí - PA. **Acta Amazônica**, V. 34, N. 3, P. 487-493, 2004.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L.A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p.25-42, 1998.

Capítulo 2 - Árvores dos fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, SP, Brasil

RESUMO - O avanço tecnológico e a falta de proteção legal contra o desmatamento do Cerrado resultaram em rápida conversão da vegetação de cerrado do Estado de São Paulo em áreas agrícolas no século XX. Considerando o alto grau de fragmentação da vegetação do estado de São Paulo e o número insuficiente de Unidades de Conservação, foi feito um levantamento preliminar das espécies de árvores da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga. Foram feitas coletas aleatórias em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES) contínua com a Floresta Ciliar (FC) incluído no bioma Mata Atlântica e em um fragmento de transição entre Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual contendo uma mancha de Cerrado sensu stricto (s.s.) pertencente ao bioma Cerrado. As coletas realizadas até o momento, somadas aos dados previamente obtidos sobre banco de sementes e coletas de plântulas permitiu o reconhecimento de 125 espécies distribuídas em 47 famílias. Do total, 78 espécies ocorreram na FES contínua com a FC e 51 no fragmento de transição entre Cerradão e FES contendo uma mancha de Cerrado s.s. Apenas quatro espécies ocorreram nos dois fragmentos, 82 tem algum uso tradicional brasileiro e seis espécies estão sob algum grau de ameaça. Esses dados reforçam o potencial sociocultural e de conservação da biodiversidade da área de estudo. Foi reconhecida uma espécie invasora, logo é necessário elaborar estratégias para seu manejo.

Palavras-chave: Cerrado; Floresta Ciliar; Floresta Estacional Semidecidual; Mata Atlântica.

ABSTRACT - Technological progress and the lack of legal protection against deforestation in the Cerrado resulted in the rapid conversion of the cerrado vegetation of the State of São Paulo into agricultural areas in the 20th century. Considering the high degree of fragmentation of the vegetation of the state of São Paulo and the insufficient number of Conservation Units, a preliminary survey of the tree species of the Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga was carried out. Random collections were made in a fragment of Seasonal Semideciduous Forest (SSF) continuous with the Riparian Forest (FC) included in the Atlantic Forest biome and in a transition fragment between Cerrado and Seasonal Semideciduous Forest containing a Cerrado sensu stricto (s.s.) belonging to the Cerrado biome. The collections made so far, added to the data previously obtained on seed bank and seedling collections allowed the recognition of 125 species distributed in 47 families. Of the total, 78 species occurred in the continuous FES with FC and 51 in the transition fragment between Cerradão and FES containing a Cerrado patch s.s. Only four species occurred in the two fragments, 82 has some traditional Brazilian use and six species are under some degree of threat. These data reinforce the socio-cultural and conservation potential of the biodiversity of the study area. An invasive species was recognized, so it is necessary to elaborate strategies for its management.

Keywords: Atlantic forest; Brazilian savannah; Riparian forest, Semideciduous seasonal forest.

1 INTRODUÇÃO

Durante as primeiras décadas do século XX, grande parte da vegetação florestal do oeste paulista foi convertida em áreas cultivadas, principalmente onde os solos tinham maior fertilidade, enquanto que a vegetação aberta de cerrado era somente utilizada na obtenção de lenha e para pastagem através de queimadas quase que anuais; mas posteriormente a tecnologia possibilitou o uso do solo à agricultura intensiva como a soja e a cana-de-açúcar (Durigan; Ratter, 2006). Enquanto a Mata Atlântica possui proteção legal contra a destruição da sua vegetação nativa, o mesmo não ocorre com a vegetação de cerrado e as áreas de transição, conseqüentemente a pressão aumentou para o uso dessas áreas desprotegidas legalmente que foram rapidamente desmatadas no estado de São Paulo (Durigan; Ratter, 2006).

A biodiversidade do Estado de São Paulo é uma das mais elevadas do país devido ao seu relevo e posição geográfica na transição entre as regiões tropical e subtropical (Joly *et al.*, 2008). A expansão da agricultura, invasão de espécies exóticas e o excesso de queimadas resultaram em perda de biodiversidade da vegetação de cerrado, além disso, a presença de endemismos e o grau de desmatamento atual colocaram muitas espécies dessa vegetação em risco de extinção no país (Souza *et al.*, 2018). Além do Cerrado *s.l.*, a Floresta Estacional (FE) também foi atingida, sendo ambas as fitofisionomias paulistas mais desmatadas (Durigan *et al.*, 2008). Diante desse cenário, a manutenção, recuperação e uso sustentável dos ambientes naturais trazem benefícios à biodiversidade, sociedade, economia e cultura (Nalon, 2020).

De acordo com Durigan *et al.* (2008), a vegetação do estado de São Paulo está altamente fragmentada e pouco representada em Unidades de Conservação, sugerindo que todos os fragmentos florestais de Cerrado e Mata Atlântica, que originalmente cobriam todo esse estado, são importantes para a conservação da biodiversidade. As Unidades de Conservação são áreas de especial relevância para a conservação ambiental, desempenhando papel altamente significativo para a manutenção da biodiversidade; no entanto, no estado de

São Paulo ainda existem muitos fragmentos de vegetação que ainda não estão sob a tutela da conservação ambiental (Xavier *et al.* 2008).

As Unidades de Conservação são fundamentais para a conservação da biodiversidade, mas não constituem única possibilidade de conservação *in situ*. Áreas militares e territórios indígenas, por exemplo, são importantes áreas protegidas que podem potencializar a conservação da biodiversidade, principalmente se estiverem associadas às Unidades de Conservação. Furtado e Monteiro (2006), ao estudarem a importância de áreas protegidas na conservação da biodiversidade na região da BR 163, no estado do Pará, reconheceram que 39,1% da área de estudo é constituída por áreas protegidas, das quais 12,8% são Unidades de Conservação, 19,6% são territórios indígenas e 6,7% são áreas militares, pertencentes ao Ministério da Aeronáutica. Ou seja, metade de toda a área protegida citada por Furtado e Monteiro (2006) não está em Unidades de Conservação. Assim, torna-se imprescindível estudar e proteger todos os fragmentos fora de Unidades de Conservação, com o propósito de otimizar a conservação da biodiversidade. O presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento preliminar de árvores em dois dos maiores fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (São Paulo, Brasil) apresenta 6.500 hectares (ha) de área total (Figura 1), sendo cerca de 2300 ha compostos por 56 fragmentos de vegetação nativa de Cerrado e Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) associados à Floresta Ciliar do Rio Mogi Guaçu, bem como silvicultura de *Pinus* spp. (Fernandes *et al.* 2022a). Para o presente estudo, foram realizadas coletas de material botânico em dois dos maiores fragmentos da área de estudo segundo mapeamento realizado na Guarnição por Fernandes *et al.* (2022a), sendo um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES)

associada à Floresta Ciliar (FC) do Rio Mogi Guaçu (ca. 450 ha) pertencente ao bioma Mata Atlântica e em um fragmento de transição entre Cerradão e FES contendo uma mancha de Cerrado *sensu stricto* (*s.s.*) (ca. 100 ha) referente ao bioma Cerrado.

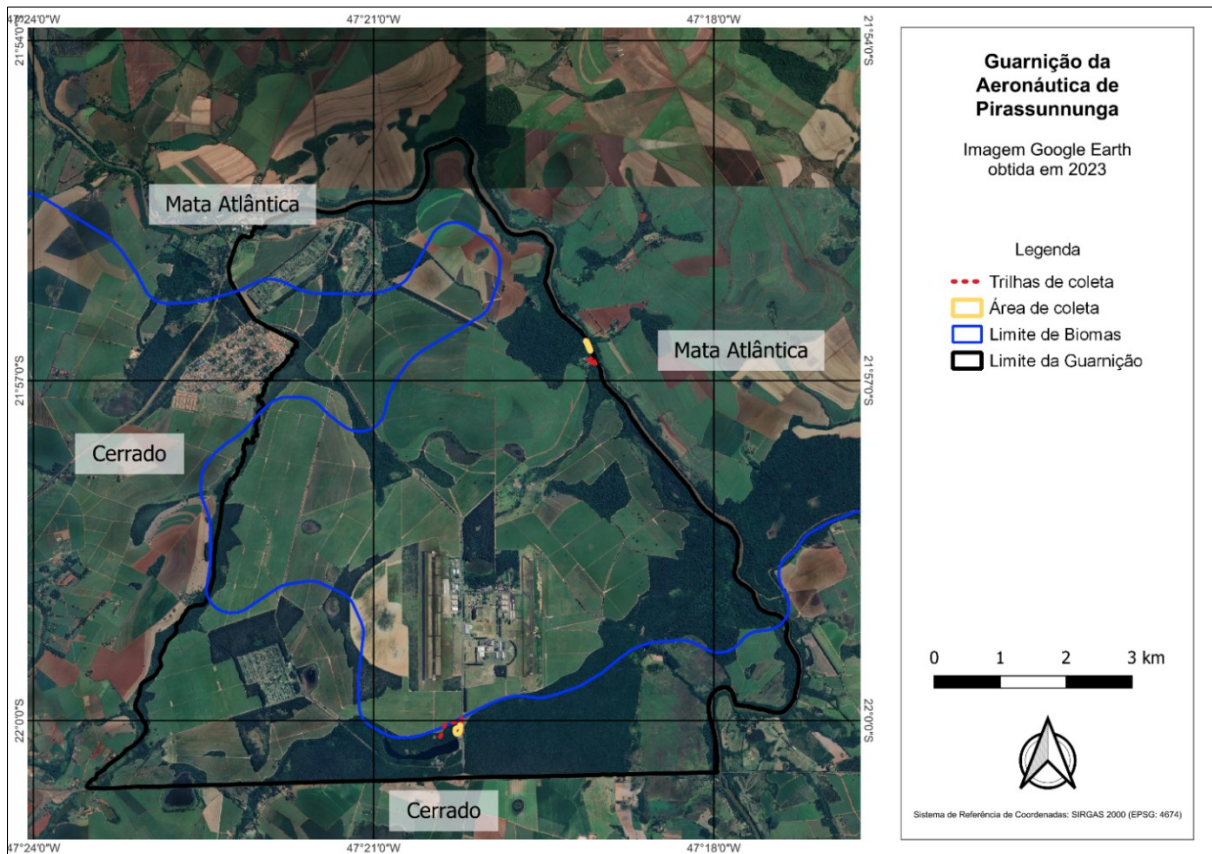


Figura 1 - Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o limite de biomas (IBGE, 2023) e área de coleta. Fonte: Os autores.

As coleções foram obtidas segundo as recomendações de Fidalgo e Bononi (1989) através de caminhadas aleatórias dentro de uma área delimitada e em trilhas entre os anos de 2018 e 2023 (Figura 2), depositadas no herbário da Universidade Federal de São Carlos *campus* Araras (HARA), o qual ainda não está indexado no Index Herbariorum. Adicionalmente à lista gerada, foram incluídas espécies reconhecidas em banco de sementes (Fernandes *et al.* 2022b) e plântulas de espécies arbóreas (Queiroz *et al.* 2021) no fragmento de FES contínuo à FC do

Rio Mogi Guaçu, uma vez que ainda não foram obtidas coleções em estado reprodutivo das espécies em questão. A Guarnição é uma área militar que ainda não foi inventariada, não tendo coleções depositadas em outros herbários até o desenvolvimento dos estudos aqui relatados.

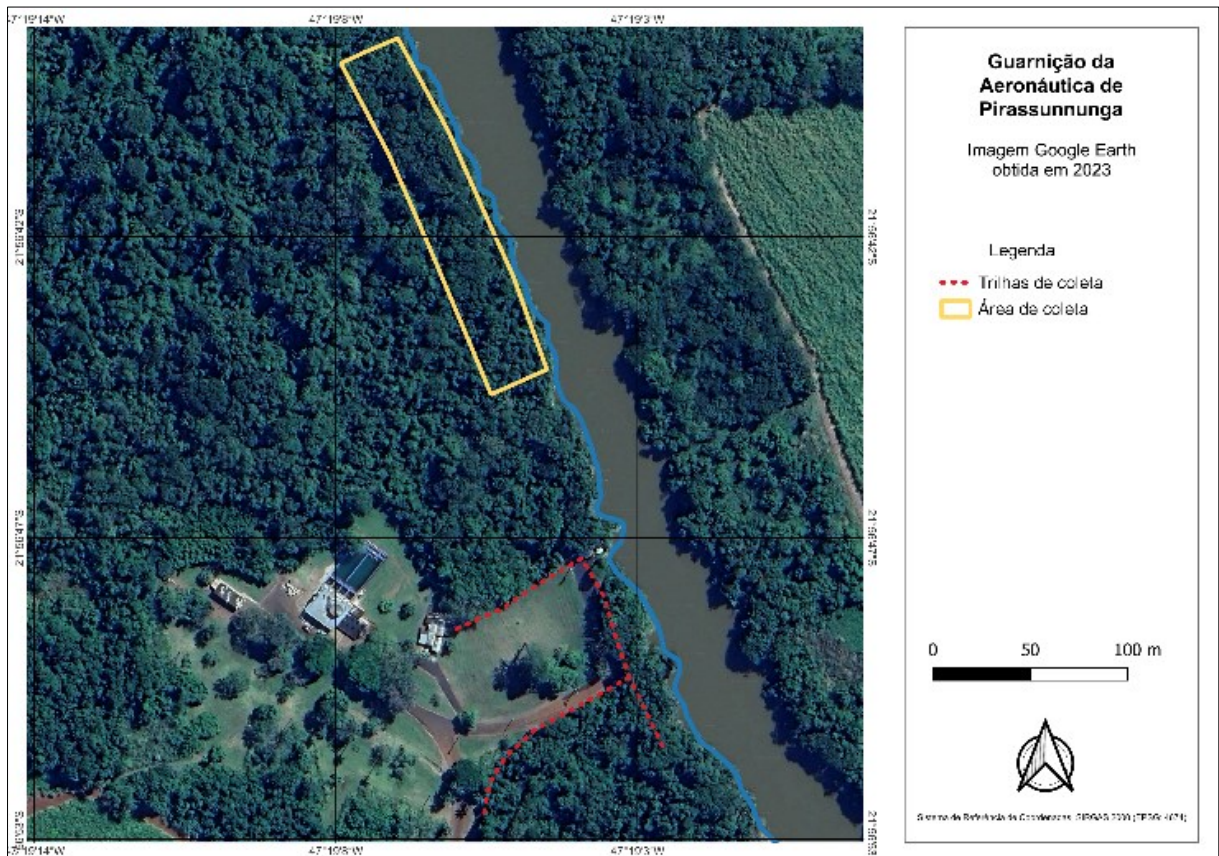


Figura 2 - Trilhas e área de coleta de material botânico no fragmento de Floresta Estacional Semidecidual contínua com a Floresta Ciliar na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.

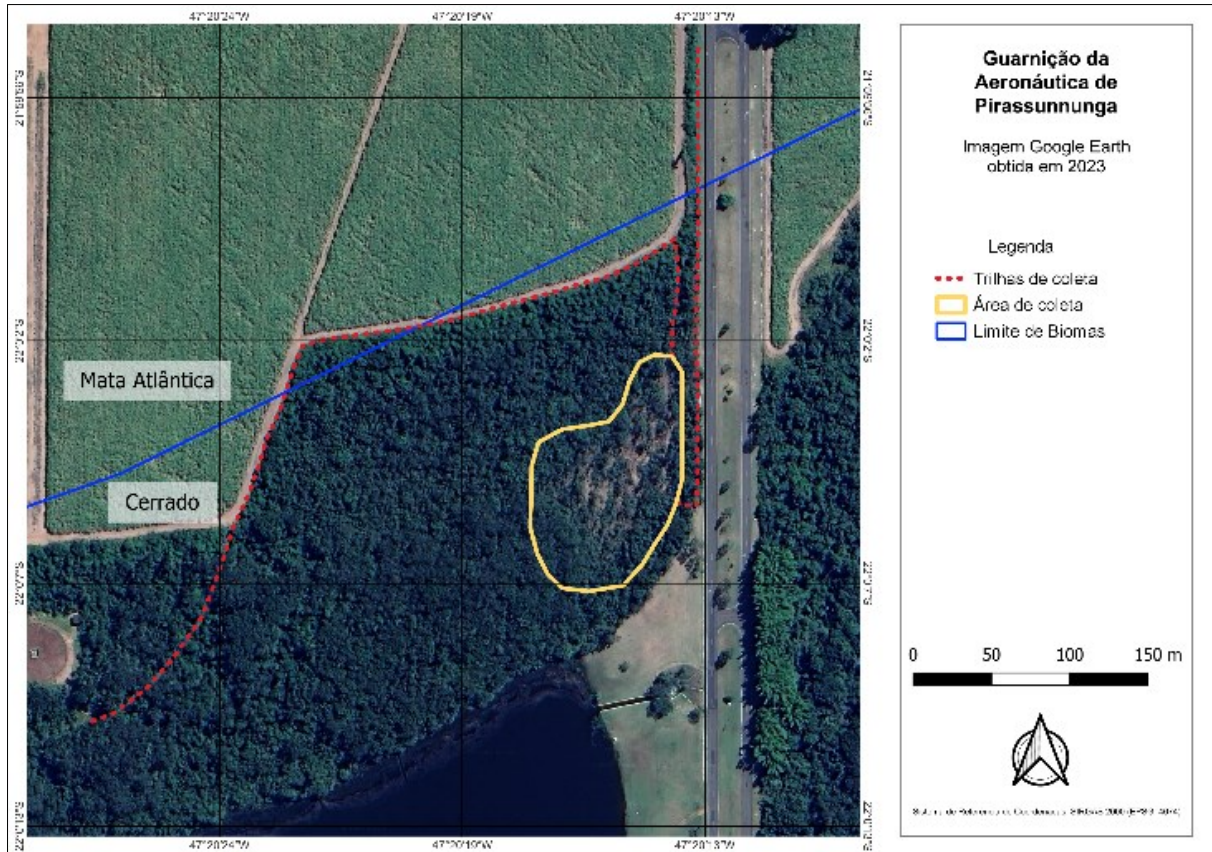


Figura 3 - Trilhas e área de coleta de material botânico no fragmento de transição entre Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual contendo uma mancha de Cerrado *s.s.* na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento foram reconhecidas 125 espécies (47 famílias) de árvores para os dois principais fragmentos florestais estudados na GUARNAE-YS (Tabela 1). Do total de espécies, 64 foram reconhecidas por meio de coleções botânicas obtidas para o presente estudo, enquanto 16 foram reconhecidas através de banco de sementes (Fernandes *et al.* 2022b) e 56 espécies como plântulas (Queiroz *et al.* 2021). Houve espécies identificadas em mais de um estudo, como *Astronium graveolens* Jacq., *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Ficus guaranitica* Chodat.

Tabela 1 - Espécies arbóreas reconhecidas para os fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. As referências Queiroz *et al.* (2021) e Fernandes *et al.* (2022b) são artigos da área de estudo que relatam a presença da espécie na forma de plântula; as demais informações da coluna referem-se ao voucher da espécie depositada no herbário. NP: Nome popular; FES-FC: Floresta Estacional Semidecidual associada à Floresta Ciliar; CE-FES: transição entre Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual incluindo a mancha de Cerrado *sensu stricto*; UTB: Uso tradicional no Brasil, acessado através da Flora e Funga do Brasil (2023). *Espécies com grau de ameaça de acordo, com a Flora e Funga do Brasil (2023).

Família/Espécie	NP	FC- FES	CE- FES	Voucher/ Referência	UTB
(continua)					
Anacardiaceae					
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	guaritá	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021); Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pombo	-	x	Queiroz 144 (HARA)	
Annonaceae					
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	pimenta-de- macaco	-	x	Queiroz 6 (HARA)	x
Apocynaceae					
<i>Aspidosperma</i> <i>cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	peroba-poca	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021); Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	-
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.*	peroba-rosa	x	-	Sebastiani <i>s.n.</i> (HARA)	x

Família/Espécie	NP	FES -FC	CE- FES	Voucher/ Referência	UTB
(continuação)					
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll.Arg.) Woodson	pau-de-leite	-	x	Queiroz 47 (HARA)	x
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. & Zucc.	peroba-do- cambo	-	x	Queiroz 136 (HARA)	
Araliaceae					
<i>Didymopanax vinosus</i> (Cham. & Schltdl.) Marchal	mandiocão	-	x	Furlan 65 (HARA)	
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	maria-mole	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021);	x
Arecaceae					
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	macaúba	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021);	x
<i>Attalea exigua</i> Drude	indaiá-do- cerrado	-	x	Queiroz 80 (HARA)	x
<i>Euterpe edulis</i> Mart.*	palmito- juçara	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Bignoniaceae					
<i>Handroanthus</i> <i>impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos*	ipê-roxo	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021);	-

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/ Referência	UTB
		-FC	FES		
(continuação)					
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth (invasora)	ipê-de-jardim	-	x	Furlan 51 (HARA)	
Cactaceae					
<i>Pereskia grandifolia</i> Haw.	ora-pro-nobis	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021); Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	-
Calophyllaceae					
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.-Conferir	pau-santo	-	x	Queiroz 167 (HARA)	
Caryocaraceae					
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	pequi	-	x	Sebastiani s.n. (HARA)	x
Cannabaceae					
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	gumbixava	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	x
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	candiúva	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b);	-
Clusiaceae					
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacupari	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021);	x
Combretaceae					
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	carne-de- vaca	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021), Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/ Referência	UTB
		-FC	FES		
(continuação)					
Connaraceae					
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	pau-de- brinco	-	x	Queiroz 93 (HARA)	x
Ebenaceae					
<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	caqui-do- cerrado	-	x	Queiroz 134 (HARA)	
Euphorbiaceae					
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	barreiro	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	x
<i>Actinostemon klotzschii</i> (Didr.) Pax	canela-de- veado- comum	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	tapiá-açu	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b); Sebastiani s.n. (HARA)	x
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Croton urucurana</i> Baill.	sangra- d'água	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021); Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	bonifácio	-	x	Queiroz 132 (HARA)	
Fabaceae					

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/	UTB
		-FC	FES	Referência	
(continuação)					
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	farinha-seca	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021);	-
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	angico-vermelho	-	x	Queiroz 78 (HARA)	x
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	unha-de-vaca-do-campo	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth*	sucupira-preta	-	x	Queiroz 108 (HARA)	x
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	araribá	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	x	x	Queiroz <i>et al.</i> (2021); Furlan 79 (HARA)	x
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	jacarandá-do-cerrado	-	x	Queiroz 100 (HARA)	x
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	falso-barbatimão	-	x	Queiroz 175 (HARA)	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	orelha-de-macaco	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x

Família/Espécie	NP	FES -FC	CE- FES	Voucher/ Referência	UTB
(continuação)					
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	tamboril-do- cerrado	-	x	Queiroz 420 (HARA)	
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	bico-de- papagaio	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim-de- campinas	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá-do-brejo	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	perobinha	-	x	Queiroz 178 (HARA)	
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	perobinha- do-campo	-	x	Queiroz 55 (HARA)	x
<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd.) DC.	embirá	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	jacarandá- bico-de-pato	-	x	Queiroz 159 (HARA)	x
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f	cabreúva	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	olho-de- cabra	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/ Referência	UTB
		-FC	FES		
(continuação)					
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)Taub.	aldrago	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	pau-pereira	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	faveiro	-	x	Queiroz 15 (HARA)	x
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	sucupira	-	x	Queiroz 101 (HARA)	x
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	monjoleiro	x	x	Queiroz 19 (HARA); Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Stryphnodendron</i> <i>adstringens</i> (Mart.) Coville	barbatimão	-	x	Queiroz 173 (HARA)	x
Lauraceae					
<i>Nectandra meGUARNAE-</i> <i>YSotamica</i> (Spreng.) Mez	canelinha	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	canela-preta	-	x	Queiroz 8 (HARA)	x
Lecythidaceae					

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/ Referência	UTB
		-FC	FES		
(continuação)					
<i>Cariniana estrellensis</i>	jequitibá-	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
(Raddi) Kuntze	branco				
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.)	jequitibá-	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Kuntze*	rosa				
Magnoliaceae					
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-	pinha-do-	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Hil.) Spreng.	brejo				
Malpighiaceae					
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	murici	-	x	Sebastiani s.n.	x
(L.) DC.				(HARA)	
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	murici	-	x	Queiroz 153	
Kunth				(HARA)	
Malvaceae					
<i>Eriotheca gracilipes</i>	paineirinha	-	x	Queiroz 81	x
(K.Schum.) A.Robyns				(HARA)	
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
	cavalo-				
	miúdo				
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	açoita-	-	x	Queiroz 59	x
	cavalo-			(HARA)	
	graúdo				

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/	UTB
		-FC	FES	Referência	
(continuação)					
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	embiruçu-do-cerrado	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Melastomataceae					
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	canela-de-velho	-	x	Queiroz 121 (HARA)	
Meliaceae					
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.*	cedro	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	marinheiro	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	café-bravo	x	-		x
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	catiguá	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Trichilia hirta</i> L.	catiguá	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	falso-murici	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
Moraceae					
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	mama-cadela	-	x	Queiroz 110 (HARA)	
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	gameleira	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Ficus eximia</i> Schott	gameleira	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	
<i>Ficus guaranítica</i> Chodat	figueira-branca	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021); Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	-

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/	UTB
		-FC	FES	Referência	
(continuação)					
<i>Ficus hirsuta</i> Schott	molembá	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	
<i>Ficus nymphaeifolia</i> Mill.	apuí	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	x
Myristicaceae					
<i>Viola sebifera</i> Aubl.	ucuúba	-	x	Furlan 39 (HARA)	x
Myrtaceae					
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	grumixama	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	x
<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	laranjinha- do-mato	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	x
<i>Psidium guineense</i> Sw.	araçá	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x
<i>Myrcia strigosa</i> A.R.Lourenço & E.Lucas	-	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	-
<i>Myrcia subalpestris</i> DC.	-	-	x	Queiroz 105 (HARA)	
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston (invasora)	jambo- amarelo	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	
Nyctaginaceae					
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	maria-mole	-	x	Queiroz 140 (HARA)	

Família/Espécie	NP	FES -FC	CE- FES	Voucher/ Referência	UTB
(continuação)					
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	pau-piranha	-	x	Queiroz 143 (HARA)	
Ochnaceae					
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	folha-de- serra	-	x	Queiroz 95 (HARA)	-
Peraceae					
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	sapateiro	-	x	Queiroz 176 (HARA)	
Piperaceae					
<i>Piper aduncum</i> L.	pimenta- longa	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x
Phyllantaceae					
<i>Savia dictyocarpa</i> Müll.Arg.	guaraiuva	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Phytolaccaceae					
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	pau-d'alho	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	-
Primulaceae					
<i>Geissanthus ambiguus</i> (Mart.) G.Agostini	capororoqui- nha	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	canjiquinha	-	x	Queiroz 177 (HARA)	

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/	UTB
		-FC	FES	Referência	
(continuação)					
Proteaceae					
<i>Roupala montana</i> Aubl.	carvalho-do- brasil	x	x	Queiroz 97 (HARA); Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Rhamnaceae					
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	cafezinho	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Reissek					
Rosaceae					
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro- bravo	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
Rubiaceae					
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	marmelinho- do-campo	-	x	Queiroz 2 (HARA)	
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	café-branco- de-índio	-	x	Queiroz 96 (HARA)	-
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	guetarda	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	x
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	chacrona	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
Rutaceae					
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A.Juss. ex Mart.	três-folhas	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021);	x

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/	UTB
		-FC	FES	Referência	
(continuação)					
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	pitaguará- amarelo	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Galipea jasminiflora</i> (A.St.-Hil.) Engl.	carrapateiro	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Metrodorea nigra</i> A.St.- Hil.	pitaguará	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de- cadela	-	x	<i>Queiroz 107</i> (HARA)	x
Salicaceae					
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga	x	x	Queiroz 102 (HARA); Sebastiani s.n. (HARA)	x
Sapindaceae					
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	mama-de- cachorro	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	-
Sapotaceae					
<i>Chrysophyllum</i> <i>gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	aguaí	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021)	x
<i>Chrysophyllum</i> <i>marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí- vermelho	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	x

Família/Espécie	NP	FES -FC	CE- FES	Voucher/ Referência	UTB
(continuação)					
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	grão-de-galo	-	x	Furlan 61 ou 80 (HARA)	
Siparunaceae					
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	limão-bravo	-	x	Queiroz 106 (HARA)	x
Solanaceae					
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	lobeira	-	x	Sebastiani s.n. (HARA)	x
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	fumo-bravo	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x
<i>Solanum sanctae- catharinae</i> Dunal	joá-manso	x	-	Sebastiani s.n. (HARA)	-
Styracaceae					
<i>Styrax camporum</i> Pohl	benjoeiro	-	x	Queiroz 77 (HARA)	x
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	benjoeiro	-	x	Queiroz 76 (HARA)	x
Urticaceae					
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	embaúba- vermelha	x	-	Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba- branca	x	-	Queiroz <i>et al.</i> (2021); Fernandes <i>et al.</i> (2022b)	x

Família/Espécie	NP	FES	CE-	Voucher/ Referência	UTB
		-FC	FES		(conclusão)
<hr/>					
Verbenaceae					
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	pau-viola	x	-	Queiroz et al. (2021)	x
<hr/>					
Vochysiaceae					
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra-de- formiga-larga	-	x	Queiroz 79 (HARA)	x
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	pau-de- tucano	-	x	Queiroz 34 (HARA)	x

A família mais numerosa foi Fabaceae, com 28 espécies, seguida por Meliaceae (seis), Euphorbiaceae (seis), Moraceae (seis), Myrtaceae (cinco) e Rutaceae (cinco). Segundo a Flora e Funga do Brasil (2023) seis espécies apresentam algum grau de ameaça: *Bowdichia virgilioides* Kunth, *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos estão quase ameaçadas; *Euterpe edulis* Mart. e *Cedrela fissilis* Vell. são vulneráveis; e *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze está em perigo. Queiroz et al. 2021 comentam que boa parte das espécies ainda não foram avaliadas, ou seja, não possuem uma avaliação formal do seu real grau de ameaça, logo é provável que haja mais espécies em algum grau de ameaça dentre as que foram aqui reconhecidas.

Do total, 78 espécies foram reconhecidas no fragmento de FES-FC e 51 espécies ocorreram no fragmento de transição entre Cerradão e FES incluindo a mancha de Cerrado *s.s.* Apenas quatro espécies estiveram presentes em ambos os fragmentos, *Casearia sylvestris* Sw., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Roupala montana* Aubl. e *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton &

Rose. Silva *et al.* (2022) realizaram um levantamento de espécies arbóreas numa área particular de Cerrado no município de Uberlândia (Minas Gerais) e reconheceram 63 espécies, sendo Fabaceae a família mais diversa, assim como encontrado no presente estudo. Grombone *et al.* (1990) reconheceram 132 espécies arbóreas para uma formação de FES em um Parque Municipal de Atibaia (São Paulo), em que Myrtaceae foi a família mais diversa em número de espécies.

No presente estudo foram reconhecidas menos espécies para cada uma das formações vegetais acima destacadas nos estudos de Grombone *et al.* (1990) e Silva *et al.* (2022). No entanto, é importante destacar que os resultados aqui apresentados são preliminares, pois dependem de um esforço de coleta em uma área militar ainda não estudada e praticamente sem coleções representada em outros herbários, área esta que contém em seus limites as duas formações vegetais do Estado de São Paulo que mais foram suprimidas de acordo com Durigan *et al.* (2008), a FES representando a Mata Atlântica e o Cerrado *s.l.* do bioma Cerrado, além da Floresta Ciliar do Rio Mogi Guaçu.

A lobeira (*Solanum lycocarpum* A.St.-Hil.) foi reconhecida para o fragmento de Cerrado da Guarnição. Trata-se de uma espécie nativa cujo fruto é disperso pelo lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815)), que tem ocorrência relatada na área de estudo, segundo Muller *et al.* (2016). Nesse estudo constatou-se que várias pessoas da comunidade da Guarnição entrevistadas conhecem pouco sobre o Cerrado, não só sobre as plantas ali presentes, mas também sobre os animais que ali habitam. Boa parte das pessoas entrevistadas por Muller *et al.* (2016) desconhece inclusive que os fragmentos florestais correspondem ao Cerrado e à Mata Atlântica. A relação entre a lobeira e o lobo-guará é um exemplo de que conhecer e preservar a flora local contribuirá para a manutenção de sua fauna e de que o conhecimento sobre a flora local deve ser mais difundido na Guarnição.

De acordo com a Base de Dados Bibliográfica das Plantas Nativas usadas pelos Brasileiros, acessada através da Flora e Funga do Brasil (2023), das 125 espécies aqui reconhecidas 82 tem algum uso tradicional no Brasil, tais como usos medicinais, na alimentação ou em carpintaria. Plantas como o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.), o palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e o bacupari (*Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi) são usadas na alimentação, enquanto a sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel), a copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) e o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) são amplamente usados como medicinais. Há ainda os açoita-cavalo (*Luehea grandiflora* Mart. e *Luehea divaricata* Mart.), as perobas (*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. e *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll.Arg.) e o cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), cuja madeira tem reconhecido uso, assim como a sangra d'água (*Croton urucurana* Baill.) e a pimenta de macaco (*Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.), que são largamente usadas em projetos de restauração ecológica. Por fim, há o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), que é a árvore símbolo da Guarnição e do Estado de São Paulo, tem uso medicinal e da madeira e está sob ameaça.

Já foi reconhecida a espécie invasora *Syzygium jambos* (L.) Alston (jambolão) dentro da Guarnição na Floresta Ciliar por Queiroz *et al.* (2021), e através do presente trabalho constatou-se a presença de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (ipê-amarelo-de-jardim). Em várias localidades do Estado de São Paulo também foram reconhecidas espécies invasoras, como *Pinus palustris* Mill. no Cerradão em Pratânia-SP (Ishara; Maimoni-Rodella, 2012), *Pinus* sp na vegetação de cerrado em Itapeva-SP (Garcia; Santos; Barreira, 2015), *Pinus elliottii* Engelm. no Cerrado s.s. em Assis-SP (Pinheiro; Durigan, 2012) e *Melia azedarach* L na FES de Araras-SP (Costa *et al.*, 2021).

Segundo Moro e Martins (2011), incluir na lista florística as espécies naturalizadas ou invasoras é relevante por se estabelecerem em meio à vegetação nativa e colaborarem com

pesquisas de bioinvasão. Zenni e Ziller (2011) comentam que coletar espécies não nativas é relevante para compreender sobre a sua disseminação, ocupação, manejo e para detectar as espécies que tem potencial de se tornarem invasoras. As espécies exóticas invasoras provocam mudanças no ambiente, colonizam e dominam na sucessão ecológica no estágio inicial em áreas antropizadas, logo tornando-se uma das ameaças à conservação das espécies (Pizoletto *et al.*, 2018; Zenni; Ziller, 2011).

De acordo com Flora e Funga do Brasil (2023), *T. stans* já tem ocorrência no Cerrado *s.l.* e carrasco além da área antrópica em todo o centro-oeste, sudeste e em Santa Catarina. Porém, tal espécie tem ocorrência em outras regiões e estados do país, principalmente o Paraná (Instituto Hórus, 2024). No estudo conduzido por Zenni e Ziller (2011), *T. stans* foi a terceira espécie invasora com maior número de ocorrências registradas além de estar presente em nove fitofisionomias. No presente estudo esta espécie foi reconhecida na borda do fragmento de transição entre Cerradão e FES incluindo a mancha de Cerrado *s.s.* (Figura 3). De acordo com Zenni e Ziller (2011), a vegetação de cerrado foi a segunda fitofisionomia com menor quantidade de espécies invasoras e a Floresta Estacional Semidecidual a segunda maior do país.

De acordo com Socolowski, Vieira e Takaki (2011), *T. stans* produz sementes de diversos tamanhos a fim de se dispersar e colonizar um maior número de microambientes, mas as plântulas que germinaram na sombra não suportaram as condições ambientais geradas pelo sombreamento e morrem confirmando o seu comportamento invasor em áreas abertas bem iluminadas (Socolowski; Vieira; Takaki, 2011), logo formações arbustivas e áreas degradadas são ambientes suscetíveis à invasão (Instituto Hórus, 2024). *T. stans* é nativa de ecossistemas abertos a pleno sol da América do Norte, no ambiente invadido forma densos aglomerados sufocando as espécies nativas no processo de sucessão ecológica e na regeneração de áreas degradadas o que impacta na biodiversidade (Instituto Hórus, 2024). Cerca de 500m ao sul de onde foi encontrada a espécie, há uma mancha de Cerrado *s.s.* (vegetação aberta) e está no

interior do mesmo fragmento a poucos metros da rodovia; portanto reforça-se a importância dos próximos estudos florísticos e fitossociológicos no local coletarem e quantificarem as espécies invasoras como sugere Zenni e Ziller, (2011).

Batalha, Aragaki e Mantovani (1997) estudaram o Cerrado de Emas, Pirassununga-SP, o qual é adjacente com o limite norte da GUARNAE-YS e constataram no componente herbáceo-subarbusivo a presença de espécies ruderais devido ao tamanho reduzido da área, grau de isolamento e atividades antrópicas. Há fragmentos da Guarnição que se enquadram na situação descrita pelos mesmos autores e ainda não foram estudados. É fundamental a continuidade dos estudos florísticos, inclusive com o componente não-arbóreo, pois esses remanescentes podem abrigar espécies nativas ainda não reconhecidas na GUARNAE-YS, como também possuir mais espécies invasoras. Segundo Zenni e Ziller (2011), a falta de dados sobre as espécies invasoras e os locais de invasão limitam as ações de conservação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Guarnição está próxima de várias Unidades de Conservação, tais como as Estações Ecológicas de Mogi Guaçu, de Luis Antônio, do Jataí e de Santa Rita do Passa Quatro, bem como o Parque Estadual de Vassununga, entre outras. Com base na lista preliminar de espécies arbóreas aqui apresentada é possível inferir que os fragmentos florestais que compõem a Guarnição têm potencial para contribuir para a conservação da biodiversidade da Bacia do Rio Mogi Guaçu, atuando com corredores ecológicos entre estas Unidades de Conservação; fato que pode ser explorado em futuros estudos quanto à conectividade com demais fragmentos da região e que não estão em áreas protegidas. O número de espécies reconhecidas no presente estudo sugere o potencial sociocultural não só dos fragmentos de Cerrado e Mata Atlântica presentes no Estado de São Paulo, mas principalmente da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, que ao preservar fragmentos dessas formações vegetais, também colabora com

o conhecimento tradicional associado à essa biodiversidade. A identificação de mais uma espécie invasora reforça a necessidade de mais estudos nos demais fragmentos, bem como elaborar estratégias para controlar sua disseminação. Considerando que o fragmento de Floresta Ciliar contínuo à Floresta Estacional Semidecidual está às margens do Rio Mogi Guaçu, é possível reconhecer também a importância da área de estudo na manutenção dos recursos hídricos da UGRH da Bacia do Rio Mogi Guaçu. Em um momento em que se discutem mudanças climáticas e uso sustentável dos recursos naturais, é fundamental que todos os fragmentos florestais sejam considerados importantes para a conservação da biodiversidade e para a qualidade de vida da humanidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Guarnição de Aeronáutica pelo apoio durante as visitas aos fragmentos florestais e à diretoria do Centro de Ciências Agrárias pelo suporte financeiro para transporte e coleta de material botânico.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batalha, M. A.; Aragaki, S.; Mantovani, W. 1997. FLORÍSTICA DO CERRADO EM EMAS (PIRASSUNUNGA, SP). Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, v.16, p. 49-64.

Costa, S. O.; Orlandini, P.; Lima, L. R. 2021. ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO REMANESCENTE FLORESTAL DO CAMPUS DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (ARARAS,

SP). In: Freitas, D. R. J. Agenda global de pesquisa em ciências biológicas. Ponta Grossa: Atena. p 74-94.

Durigan, G.; Ratter, J. A. 2006. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 63, n. 1, p. 119–130.

Durigan, G. et al. 2008. Fanerógamas. In: Rodrigues, R. R. et al. (Eds.). Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 104-109.

Fernandes, E.M.S.; Sebastiani, R.; Sais, A.C. 2022a. Mapeamento dos fragmentos florestais da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (Estado de São Paulo, Brasil). *Research, Society and Development*, v. 11, p.e194111234239. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34239>.

Fernandes, P.H.G.; Queiroz, I.H.B.; Sebastiani, R. 2022b. Seed bank analysis and species similarity in the Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga. *Hoehnea*, v. 49, p.e462021. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-46/2021>.

Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R. 1989. Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica.

Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (Acessado em 08 de setembro de 2023) em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>.

Furtado, C.S.; Monteiro, E.F. 2006. A importância do atual sistema de Unidades de Conservação e terras indígenas na conservação da biodiversidade e contenção do desmatamento na região da BR-163 no estado do Pará. Anais da 58a. Reunião Annual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Florianópolis.

Garcia, C. A.; Santos, A. G.; Carreira, S. 2015. ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DE UMA ÁREA DE CERRADO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ITAPEVA, SÃO PAULO, BRASIL. Revista de Agricultura Neotropical, v.2, n.2, p. 77-85.

Grombone, M.T., Bernacci, L.C., Meira Neto, J.A.A; Tamashiro, J.Y.; Leitão Filho, H.F. 1990. Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia – Estado de São Paulo). Acta botanica brasílica, v. 4, (2), 47-64. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061990000200004>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em 10 out 2023.

Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. Florianópolis–SC. (Acessado em 03 de abril de 2024) em: <https://bd.institutohorus.org.br/especies>.

Ishara, K. L.; Maimoni-Rodella, R. C. S. 2012. Richness and similarity of the Cerrado vascular flora in the central west region of São Paulo state, Brazil. Check List. v.8, n.1, p.32-42.

Joly, C. A. et al. 2008. Histórico do Programa Biota/Fapesp - O Instituto Virtual da Biodiversidade. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Botânica. p. 45–56.

Moro, M. F.; Martins, F. R. 2011. Métodos de Levantamento do Componente Arbóreo-Arbustivo. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). FITOSSOCIOLOGIA NO BRASIL: Métodos e Estudos de Casos. Viçosa: Editora UFV, v. 1, p. 174–212.

Muller, S.T.M.; Martins, C.; Rocha, V.J. 2016. Percepção ambiental de funcionários da Academia da Força Aérea de Pirassununga (SP) sobre os remanescentes de Cerrado da área. Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v.33, n.2, p.193-208.

Nalon, M. A. 2020. INVENTÁRIO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO: MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL NATIVA. SÃO PAULO: INSTITUTO FLORESTAL; SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE.

Pinheiro, E. S.; Durigan, G. 2012. DIFERENÇAS FLORÍSTICAS E ESTRUTURAIS ENTRE FITOFISIONOMIAS DO CERRADO EM ASSIS, SP, BRASIL. Revista Árvore, v.36, n.1, p.181-193.

Queiroz, I.H.B.; Viani, R.A.G.; Sebastiani, R. 2021. Plântulas de espécies arbóreas na floresta ciliar do rio Mogi Guaçu, Pirassununga, SP, Brasil. Hoehnea, v.48, p.e1122020. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-112/2020>.

Silva, L.M.S.; Dias, A.G.; Nakajima, J.A. 2022. As árvores do cerrado no Clube Caça e Pesca Itororó, Uberlândia, estado de Minas Gerais, Brasil. *Hoehnea*, V. 49 e72-20212021 <https://doi.org/10.1590/2236-8906-72-2021>.

Socolowski, F.; Vieira, D. C. M.; Takaki, M. 2011. Massa das sementes de *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth (Bignoniaceae): efeitos na emergência e desenvolvimento de suas plântulas no sol e na sombra. *Biota Neotropica*, v.11, n.2, p.171-178.

Souza, V. C. et al. 2018. GUIA DAS PLANTAS DO CERRADO. PIRACICABA: TAXON BRASIL EDITORA E LIVRARIA.

Xavier, A. F.; Bolzani, B. M.; Jordão, S. 2008. Unidades de Conservação da Natureza no Estado de São Paulo In: Rodrigues, R.R. et al. (Eds.). Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, Fapesp, São Paulo, pp. 23-42.

Zenni, R. D.; Ziller, S. R. 2011. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.34, n.3, p.431-446.

Capítulo 3 – Fitossociologia de encrave de Cerrado s.s na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga

RESUMO

A maioria dos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e formações savânicas do Estado de São Paulo ainda não possuem inventário biológico. Além da redução das áreas de Cerrado sensu lato (s.l.) paulista, as fitofisionomias mais abertas, como o Cerrado sensu stricto (s.s.), tornaram-se minoria frente às fechadas, como o Cerradão, devido à ausência de queimadas; mas tais mudanças não são definitivas e o processo reverso é possível. Estudos fitossociológicos são relevantes para evidenciar mudanças florísticas e estruturais em uma vegetação ao longo do tempo. Embora haja vários estudos com a flora do Cerrado s.s., são poucos os que adotam o mesmo critério de inclusão. O objetivo deste trabalho foi descrever a composição florística, fitossociológica e estrutural do Cerrado s.s. da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (GUARNAE-YS). Foi realizado o censo fitossociológico de 0,5 ha subdividido em 50 parcelas de 10x10 m, cujo critério de inclusão foi de 5 cm do tronco medido a 30 cm do solo. Cada indivíduo recebeu uma placa de alumínio com número e teve seu diâmetro, altura e parcela anotados. Foram calculados os parâmetros fitossociológicos e a distribuição diamétrica e de altura dos indivíduos. Foram reconhecidas 40 espécies de 24 famílias das quais se destacou Fabaceae em riqueza de espécies, abundância de indivíduos, área basal da comunidade e presença em diferentes tamanhos. A maioria das espécies são de ocorrência no Cerrado s.l. do país e de maior frequência na província sul, mas a riqueza de espécies foi inferior em relação a outras áreas de Cerrado s.s. Há dominância de poucas espécies na comunidade e as espécies de maior e menor importância alternaram entre os trabalhos analisados em relação ao atual. A aerofoto do fragmento mostrou que a vegetação era mais aberta em 1985, mas a proteção da área contra queimadas possibilitou o adensamento da vegetação que se tornou quase toda florestal, exceto onde se realiza treinamento militar indicando que essa ação retardou o adensamento; logo são necessários estudos futuros para acompanhar a dinâmica da vegetação. Foram reconhecidas espécies intolerantes ao ambiente sombreado que estiveram em alta e baixa abundância, e sua permanência na vegetação depende do ambiente heterogêneo do Cerrado s.s. Os aspectos estruturais da vegetação como a densidade, área basal, distribuição diamétrica e de altura dos indivíduos foram de acordo a descrição da fitofisionomia. Essas características em conjunto com as espécies reconhecidas e o histórico do local permitem afirmar que a mancha de Cerrado s.s. estudada trata-se de um encrave em meio ao fragmento de transição de entre Cerradão e FES.

Palavras-chave: parâmetros fitossociológicos; estrutura vertical; distribuição diamétrica; flora.

ABSTRACT

Most fragments of Semideciduous Seasonal Forest and savanna formations in the state of São Paulo do not yet have a biological inventory. In addition to the reduction of areas of Cerrado sensu lato (s.l.) paulista, the more open phytophysionomies, such as Cerrado sensu stricto (s.s.), became a minority compared to closed ones, such as Cerradão, due to the absence of fires; but such changes are not definitive and the reverse process is possible. Phytosociological studies are relevant to show floristic and structural changes in a vegetation over time. Although there are several studies with the flora of the Cerrado s.s., few adopt the same inclusion criteria. The objective of this work was to describe the floristic, phytosociological and structural composition of the Cerrado s.s. da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (GUARNAE-YS). The phytosociological census of 0.5 ha was carried out, subdivided into 50 plots of 10x10 m, whose inclusion criterion was 5 cm of the trunk measured at 30 cm from the ground. Each individual was given an aluminum plate with number and had its diameter, height and plot noted. The phytosociological parameters and the diameter and height distribution of the individuals were calculated. Forty species of 24 families were recognized, among which Fabaceae stood out in richness of species, abundance of individuals, basal area of the community and presence in different sizes. Most species are found in the Cerrado s.l. of the country and more frequent in the southern province, but the species richness was lower in relation to other areas of Cerrado s.s. There is dominance of few species in the community and the species of greater and lesser importance alternated between the analyzed works in relation to the current. The aerial photo of the fragment showed that the vegetation was more open in 1985, but the protection of the area against fires allowed the densification of the vegetation that became almost all forest, except where military training is carried out indicating that this action delayed the densification; Further studies are needed to monitor the dynamics of vegetation. Were recognized species intolerant to the shaded environment that were in high and low abundance, and their permanence in vegetation depends on the heterogeneous environment of the Cerrado s.s. The structural aspects of vegetation as density, basal area, diameter and height distribution of the individuals were according to the description of the phytophysionomy. These characteristics, together with the recognized species and the history of the site, allow to affirm that the Cerrado s.s. spot studied is an enclave in the middle of the transition fragment between Cerradão and FES.

Keywords: phytosociological parameters; vertical structure; diameter distribution; flora.

1 INTRODUÇÃO

A vegetação de cerrado ocorre nos solos mais pobres do estado de São Paulo, mesmo assim, áreas de vegetação natural foram substituídas pelas pastagens de gramíneas exóticas e pela agricultura, como a cana-de-açúcar, pinus, eucalipto e pomares de citros (DURIGAN et al., 2003). O Cerrado *sensu stricto* (*s.s.*) é a fitofisionomia savânica mais procurada pela agropecuária resultando em fragmentos dessa vegetação em diferentes tamanhos e graus de perturbação (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). O bioma Cerrado perdeu rapidamente suas áreas de vegetação nativa e seus remanescentes estão sob pressão antrópica (PINHEIRO; DURIGAN, 2009). As espécies de plantas podem ser protegidas através da conservação integral de seu habitat de ocorrência (DURIGAN et al., 2008), a exemplo de conservar a vegetação natural em Unidades de Conservação. No entanto, as espécies nativas continuam sob pressão, pois há o problema de queimadas e invasão de espécies exóticas como o capim-gordura, capim-jaraguá e braquiária (pertencentes à Poaceae), que substituem as espécies nativas do estrato herbáceo-subarbustivo (COUTINHO, 2002; PINHEIRO; DURIGAN, 2009).

A biodiversidade do Cerrado *s.l.* não está igualmente distribuída pelo país, pois, das 951 espécies lenhosas, houve exclusividade de 50 (5%) na província disjunta da Amazônia, 57 (6%) na província nordeste, 94 (10%) na província sudeste, 116 (12%) na província sul, 162 (17%) na província do centro-oeste, e 15 (1,5%) na província do extremo-oeste; ou seja, 494 das 951 espécies (52%) têm ocorrência em apenas em uma única província, e apenas 37 espécies (4%) estão presentes em todas as seis províncias (BRIDGEWATER; RATTER; RIBEIRO, 2004; RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2003). Apesar de um grupo de 121 espécies lenhosas que dominarem a vegetação arbórea em todo o Cerrado *s.l.* do país no sentido florístico e estrutural, há exceções em São Paulo, a distribuição da maioria das demais espécies é mais restrita; dessa forma, as áreas de conservação devem ser distribuídas em todo o bioma considerando também as províncias florísticas a fim de proteger adequadamente toda a diversidade vegetal presente no Cerrado (BRIDGEWATER; RATTER; RIBEIRO, 2004).

O Cerrado *s.l.* possui mais de uma fisionomia e a composição florística do Cerradão (fisionomia florestal) e do campo limpo (fisionomia campestre) são diferentes, enquanto as formações savânicas são intermediárias às duas anteriores e possibilitam a coexistência de espécies de cada uma das floras, ou seja, as formações savânicas são ecótonos de intensa competição entre os estratos lenhoso e herbáceo (COUTINHO, 1978). Seguindo o gradiente do Cerradão para o Cerrado *s.s.*, campo cerrado, campo sujo até o campo limpo de cerrado, a

presença das árvores e arbustos é cada vez menor enquanto que as gramíneas e outras plantas de pequeno porte é maior (SOUZA et al., 2018).

O Cerrado *s.s.* possui arbustos, subarbustos e árvores as quais são de pequeno porte com a divisão dos galhos de forma irregular e retorcida, são inclinadas e tortuosas; as plantas lenhosas na maioria das vezes apresentam o súber espesso, gemas apicais com proteção dos tricomas e folhas coriáceas (RIBEIRO; WALTER, 2008). Devido a diversos fatores ambientais, a composição de espécies se altera, bem como a densidade e distribuição das plantas lenhosas resultando em subdivisões fitofisionômicas, como o Cerrado Denso (altura de 5 a 8m e cobertura arbórea de 50 a 70%), Cerrado Típico (altura de 3 a 6m e cobertura arbórea de 20 a 50%), Cerrado Ralo (altura de 2 a 3m, cobertura arbórea de 5 a 20% e estrato arbustivo-herbáceo mais presente que os dois anteriores) e o Cerrado Rupestre (diferencia-se dos subtipos anteriores pelo solo com afloramentos rochosos, sua altura é de 2 a 4m e cobertura de 5 a 20%) (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O corte de árvores da vegetação de cerrado para lenha e postes de vegetação aliado às queimadas para o pastejo resultaram na conversão do Cerradão em Cerrado *s.s.* ou Campo Cerrado de forma que estas últimas eram predominantes enquanto o primeiro era minoria em meados do século XX no estado de São Paulo; porém, a proibição estadual das queimadas para o pastejo na vegetação de cerrado provocaram alterações na vegetação (DURIGAN; RATTER, 2006). Segundo os mesmos autores, além do Cerrado *s.l.* no estado de São Paulo ter reduzido em um pouco mais de 90% ao longo de três décadas, houve a diminuição do Cerrado *s.s.* e do Campo Cerrado, que se tornou minoria, enquanto o Cerradão aumentou em proporção. Poucos anos depois, já no ano 2000, quase 80% dos remanescentes de vegetação de cerrado do estado de São Paulo não possuíam vestígios de incêndio (DURIGAN; RATTER, 2006).

As queimadas podem ser superficiais, subterrâneas ou nas copas, mas de forma geral o fogo causa uma maior mortalidade das plantas de pequeno porte, como as plântulas, comparada com as plantas lenhosas maiores; exclui da comunidade as espécies pouco resistentes ao fogo; e pode deixar o solo desprotegido ao consumir toda a serrapilheira (OLIVEIRA et al., 2012). As características morfológicas e fisiológicas de resistência ao fogo são resultado da evolução das plantas ao longo de milhares de anos em um ambiente onde havia queimadas naturais (OLIVEIRA et al., 2012). A ausência do fogo e um solo com maior retenção hídrica reduzem a vantagem competitiva das espécies de savana de raízes profundas frente às espécies florestais, além disso o aumento de espécies generalistas modifica as condições microambientais da vegetação impulsionando a ocupação por espécies sensíveis ao fogo (PINHEIRO; AZEVEDO; MONTEIRO, 2010).

Alguns estudos conduzidos no estado de São Paulo revelam a transição dos diferentes tipos de cerrado e a influência das queimadas nesse processo. A Estação Ecológica de Assis (EEA) em Assis-SP foi analisada no período de 44 anos a qual estava sendo protegida de queimadas, pastejo e exploração de madeira antes mesmo da criação da UC; foi constatado através de aerofotos, imagens de satélite e visita em campo uma contínua redução das fisionomias campestre e savânica e um aumento da florestal, a exemplo do Cerrado Ralo se adensando em Cerrado Típico e, posteriormente, em cerrado Denso ou Cerradão (PINHEIRO; DURIGAN, 2009). A Estação Ecológica do Panga (EEP) em Uberlândia-MG foi estudada após 18 anos desde a criação da reserva, por meio de mapas e imagens de satélite foi evidenciado um aumento das áreas de FES, Cerradão, Cerrado *s.s.* e Campo Cerrado; enquanto as áreas alteradas, Campo Úmido e Veredas diminuíram, além do Campo Sujo quase desaparecendo por completo (CARDOSO et al., 2009). Em Corumbataí-SP foi investigado um fragmento com supressão do fogo há 43 anos, foi reconhecido com o uso de fotografias aéreas a redução do Cerrado *s.s.* e a expansão do Cerradão de forma que o primeiro, inicialmente predominante na área, tornou-se minoria em comparação ao segundo (PINHEIRO; AZEVEDO; MONTEIRO, 2010).

As mudanças na flora e fisionomia da vegetação de transição entre vegetação de cerrado e floresta, tal como a do oeste de Estado de São Paulo, não são definitivas, já que retomados os agentes perturbadores, como queimadas ou corte, a vegetação do cerrado retorna à fisionomia mais aberta e se reduz a abundância das espécies tolerantes à sombra podendo até serem excluídas da comunidade (DURIGAN; RATTER, 2006). Uma vegetação de fisionomia aberta mantém suas características se não há alteração nas pressões antrópicas até então presentes, como queimadas e pastejo, de forma que na sua ausência a vegetação se modifica estruturalmente para uma fisionomia fechada; por outro lado, distúrbios frequentes podem desequilibrar o ecossistema e haver redução da biodiversidade (PINHEIRO; DURIGAN, 2009). É urgente a proteção das áreas de transição tanto quanto a dos biomas específicos, visto que a fragmentação da vegetação impactou profundamente a dinâmica da vegetação de cerrado e floresta no estado de São Paulo (DURIGAN; RATTER, 2006).

No início da década de 1960 começaram as pesquisas florísticas e fitossociológicas das fitofisionomias do bioma Cerrado as quais focavam no Cerrado *s.s.*, o que a faz a vegetação mais estudada do bioma (WALTER et al., 2015). Trabalhos fitossociológicos fornecem informações relevantes à discriminação de fitofisionomias (PINHEIRO; DURIGAN, 2012), e também são relevante subsídio para outros tipos de estudo, a exemplo da similaridade florística entre as diferentes fitofisionomias e a distribuição espacial das espécies dos domínios Cerrado

e Mata Atlântica (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2021). Os autores constataram que as áreas do domínio Cerrado analisadas possuíam características distintas de forma que o Cerrado Rupestre, Cerradão e FES foram suficientemente diferentes do Cerrado Típico e, inclusive, da FES do domínio Mata Atlântica; ressaltam que o domínio Cerrado é um mosaico de fitofisionomias com características ecotonais singulares e que requer um tratamento legislativo adequado.

A fitossociologia, ao utilizar dados quantitativos aliado aos qualitativos, possibilita caracterizar a vegetação em sua constituição e estrutura evidenciando a persistência ou a alteração de suas características no decorrer do tempo (MORO; MARTINS, 2011). Nos estudos do componente arbóreo-arbustivo no Cerrado *s.l.*, o critério de inclusão variou de 3 a 5cm de diâmetro mensurados ao nível do solo, 10 cm, 30 cm, 50 cm, e 1,30 m (WALTER et al., 2015). É importante que o esforço amostral e o critério de inclusão sejam semelhantes entre os diferentes trabalhos, pois possibilita sua comparação e análise a fim de alcançar um melhor entendimento da comunidade (MORO; MARTINS, 2011). Na região sudeste do país, há cerca de 50 pesquisas com levantamento florístico e/ou fitossociológico no Cerrado *s.s.* nos últimos 37 anos, porém há uma variedade de critérios de inclusão e são poucos os que adotam o mesmo, tal como o critério de inclusão mínimo de 5 cm de diâmetro a 30cm do solo.

De acordo com Durigan e Ratter (2006), são escassos os estudos a longo prazo quanto às mudanças florísticas na vegetação do cerrado e os autores sugerem a realização de pesquisas a longo prazo com parcelas permanentes quanto à queima e ao corte da vegetação de transição e relacionados à descrição do processo de transição entre a vegetação de cerrado e floresta. Pinheiro e Durigan (2009) sugerem experimentar outras práticas de manejo além do fogo, como o pastejo ou o corte da vegetação, a fim de manter o mosaico de fitofisionomias e a diversidade de habitats. Na GUARNAE-YS, o pastejo bovino não é realizado dentro dos fragmentos de vegetação nativa, mas há treinamentos militares em meio à vegetação, como na mancha de Cerrado *s.s.*, logo é uma oportunidade para se acompanhar a influência humana na dinâmica da vegetação. Pesquisas sobre as rápidas mudanças na vegetação dos remanescentes de vegetação de cerrado no Estado de São Paulo são fundamentais para o entendimento do processo e poder atuar na conservação do bioma Cerrado que está altamente ameaçado (DURIGAN; RATTER, 2006).

Durigan et al. (2008) revisaram o banco de dados sobre as fanerógamas, mapearam as coletas e classificaram as regiões do Estado de São Paulo segundo o grau de prioridade à realização de inventários botânicos com base na divisão em UGRHI; constataram que as regiões norte, oeste e nordeste do estado apresentam a maior carência de inventários. As Unidades de

Conservação e as serras da região litorânea foram alguns dos locais onde as coletas estão concentradas para vários grupos taxonômicos de plantas e animais, enquanto que no interior do estado de São Paulo, principalmente as bacias hidrográficas localizadas a norte e oeste, é onde mais faltam registros biológicos (METZGER; RODRIGUES, 2008).

Diante do exposto, é fundamental a realização pesquisas fitossociológicas a fim de colaborar com o inventário da flora dessa região paulista, com o entendimento da distribuição das espécies e de sua importância na comunidade, e sobre a dinâmica da vegetação frente aos distúrbios. Portanto o objetivo deste trabalho foi descrever a composição florística, fitossociológica e estrutural do Cerrado *s.s.* da GUARNAE-YS de Pirassununga comparando-a com os demais trabalhos da mesma fitofisionomia, além de ser subsídio para futuros estudos no local a fim acompanhar a dinâmica da vegetação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, nordeste de São Paulo, possui os biomas Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2024a), sendo que o fragmento florestal contendo a mancha de Cerrado *s.s.* encontra-se na porção sul no limite entre os biomas citados. Esse fragmento é adjacente ao cultivo de cana-de-açúcar a norte, Lagoa dos Cadetes a sul, a oeste é contínuo com outros fragmentos de vegetação nativa assim como a leste, porém cortado pela via de entrada do portão sul (Figura 1). A mancha de Cerrado *s.s.* estudada (Figura 3) insere-se dentro das coordenadas 22° 0'2.42"S (norte); 22° 0'6.69"S (sul); 47°20'13.86"O (leste) e 47°20'16.51"O (oeste). O estrato arbustivo-arbóreo da vegetação estudada apresenta-se ora esparsa, ora aglomerada em meio ao estrato herbáceo-subarbustivo o qual é descontínuo deixando grandes porções do solo exposto. Há serapilheira somente no interior dos aglomerados de árvores e arbustos. Poucos metros a oeste da mancha de Cerrado *s.s.* apresenta um sub-bosque, o dossel é contínuo e serrapilheira densa (figura 2).

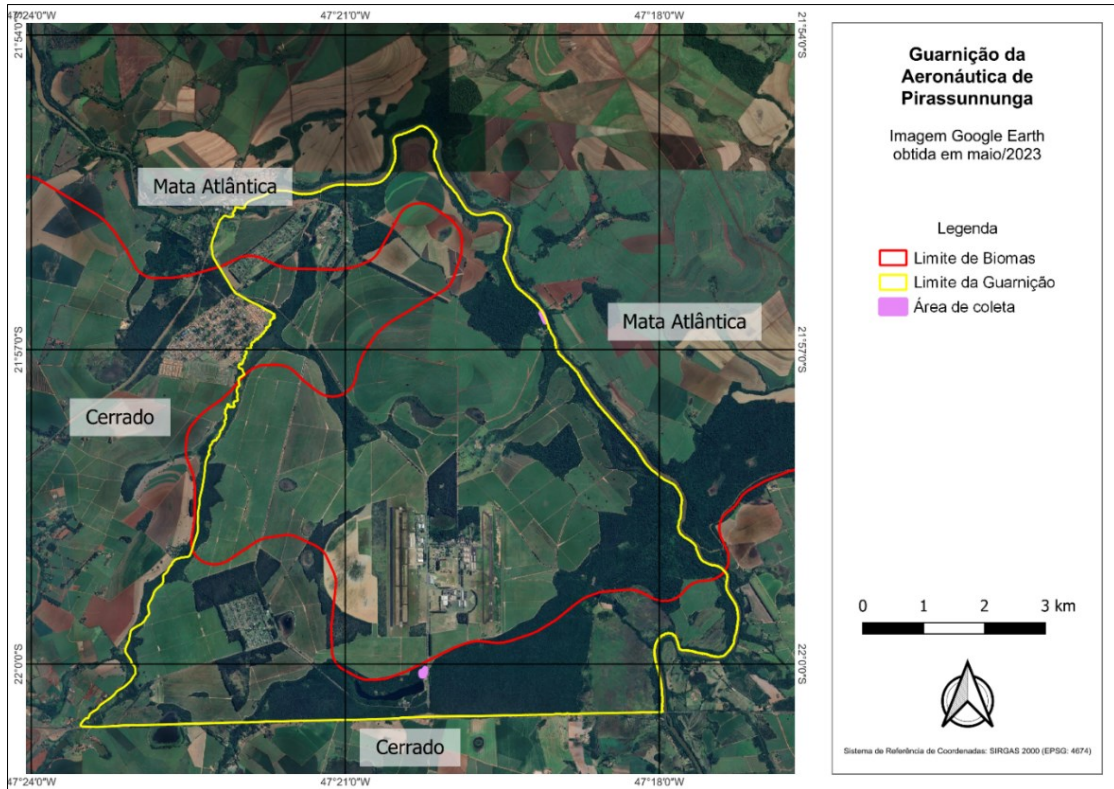


Figura 1 - Mapa da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil com o limite de biomas (IBGE, 2024a) e área de coleta. Fonte: Os autores.



Figura 2 - Fotos panorâmicas. A: Interior do fragmento de transição de Cerradão-FES (fisionomia florestal) a poucos metros a oeste do limite da mancha de Cerrado *s.s.* estudada. B: Interior do Cerrado *s.s.* (fisionomia savânica). Fonte: Os autores.

De acordo com a base de dados do IBGE (2024b), o clima é subquente úmido com 3 meses secos pertencente ao clima zonal Tropical Brasil Central, a altitude da área de estudo é de 600 a 603 m segundo o banco de dados de altimetria (FOREST-GIS, 2024). Toda a área de estudo e a vegetação florestal circundante encontram-se dentro do solo Latossolo Vermelho Distroférico, o relevo insere-se nas Planícies e Terraços Fluviais dos Depósitos Sedimentares Quaternários e a geologia é de cobertura Cenozoica; a região fitoecológica da área de estudo, juntamente com o fragmento onde se insere, é de Contato do tipo Encrave entre Savana e Floresta Estacional com a presença de Savana Florestada, Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Formação Pioneira com Influência Fluvial e/ou Lacustre (BDIA, 2024).

2.2 Amostragem e critério de inclusão

O esforço amostral deve ser o necessário para descrever a estrutura da vegetação considerando o tempo (MORO; MARTINS, 2011) e o censo fitossociológico, mensuração de todos os indivíduos existentes na área, deve ser realizado sempre que a área for pequena e houver recurso e tempo disponíveis (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). As parcelas não devem ser muito grandes dificultando a orientação em seu interior ou muito pequenas não abrangendo a variação estrutural da vegetação, logo é sugerido as dimensões 20x50 m; devido à fragmentação da vegetação, é vantajoso o uso de parcelas menores de 10x10 m como subdivisões das parcelas maiores (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). Tendo em vista que o universo amostral não se tratava de uma grande área, 0,5 ha, e que seu formato era irregular, tornou-se inviável o sorteio de unidades amostrais de 20x50 m sem que houvesse a sobreposição de parcelas ou a inclusão de porções de formação florestal em seu interior; portanto foi realizado o censo de toda a área de Cerrado *s.s.* com a divisão em 50 parcelas contínuas de 10x10 m a fim de facilitar a amostragem dos indivíduos (Figura 3).

As parcelas permanentes são um método em que o inventário fitossociológico é realizado periodicamente nas mesmas parcelas delimitadas possibilitando estudar a dinâmica de uma comunidade no decorrer do tempo, verificar alterações na densidade de plantas, composição de espécies, mortalidade dos indivíduos e o ingresso de novos que passaram a atingir o critério de inclusão (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005; MORO; MARTINS, 2011). No presente estudo, todo o universo amostral e suas subdivisões terão a mesma finalidade das parcelas permanentes, além de que se pretende realizar estudos com outros hábitos de plantas em seu interior. A delimitação das subdivisões foi realizada com o apoio de imagens de satélite, ferramentas de geoprocessamento e averiguação em campo (FELFILI;

CARVALHO; HAIDAR, 2005). Através do software QGIS foi delimitado o universo amostral e sua divisão, os pontos dos vértices de cada parcela foram inseridos no GPS Garmin modelo GPSmap 60Cx para demarcar as parcelas em campo com maior exatidão, visto que o terreno acidentado em alguns trechos e ilhas densas de vegetação dificultavam muito fazer a mensuração somente com a trena e bússola; estas ferramentas foram utilizadas para dar maior exatidão ao mapeamento. Cada vértice das parcelas recebeu uma estaca de bambu com tiras de pano coloridas para melhorar a visualização dos limites das parcelas.

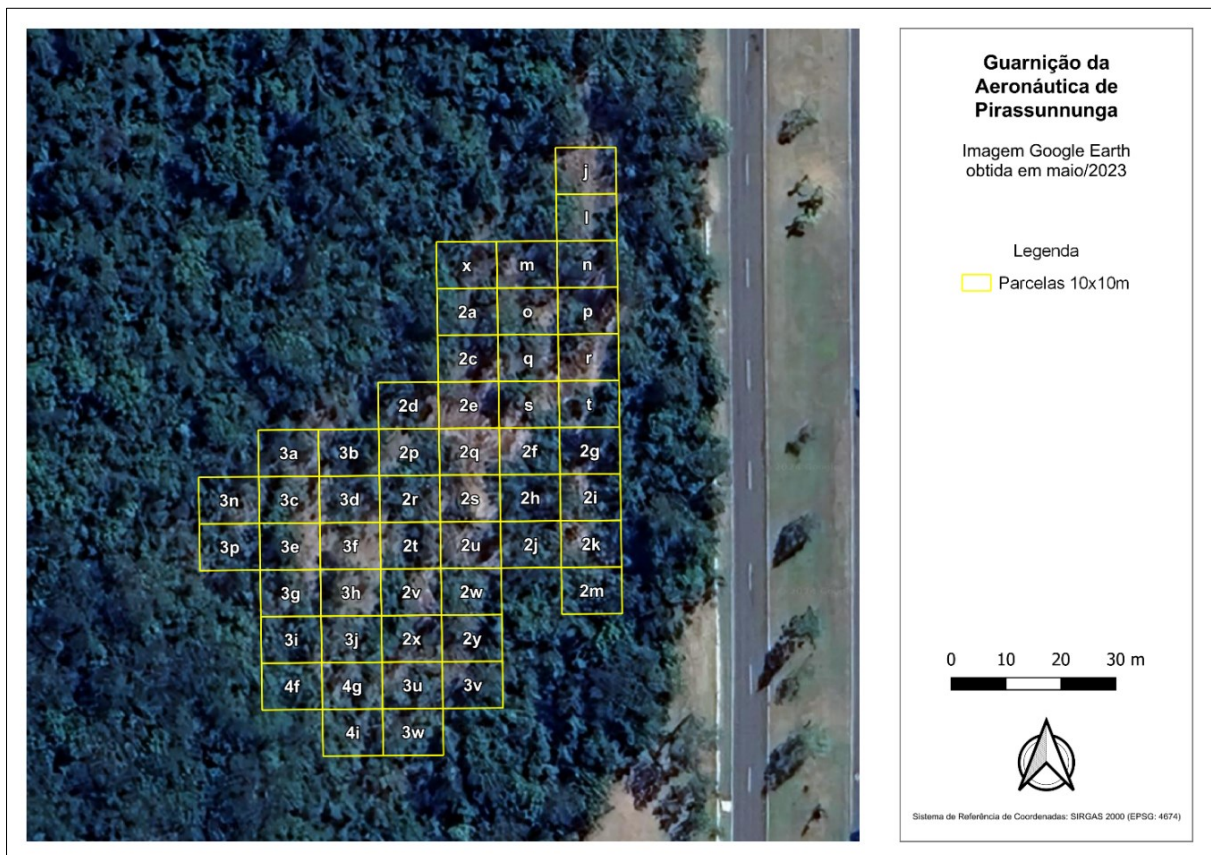


Figura 3 - Mapa da área delimitada para o estudo fitossociológico cobrindo toda a mancha de Cerrado *s.s.* e da formação florestal circundante da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.

No caso do Cerrado *s.s.* onde predominam árvores pequenas e arbustos, é inviável a mensuração do tronco a 1,30 m de altura (DAP) devido a sua ramificação formando a copa, da mesma forma mensurar o tronco a nível do solo (DAS) poderia superestimar o porte dos indivíduos que possuíssem uma base espessa devido ao xilopódio, acúmulo de cortiça e expansões radiculares (MORO; MARTINS, 2011); ambas as situações estavam presentes na área de estudo, portanto, no presente trabalho foi adotada a mensuração a 30 cm do solo (D_{30}) que é um dos três principais critérios de inclusão citado pelos autores para o componente

lenhoso usados no Brasil. É sugerido utilizar o DAS de 3 cm, mas no presente trabalho foi adotado o D₃₀ de 5 cm, pois na área de estudo haveria uma amostragem muito grande abrangendo pequenos arbustos e juvenis arbóreos os quais são grupos que se pretende dar um foco maior posteriormente. Também não foram incluídas trepadeiras nas coletas para o estudo fitossociológico (MORO; MARTINS, 2011).

Devido ao formato elíptico em secção transversal da maioria dos troncos, é recomendado fazer duas medições do diâmetro, as quais foram realizadas com paquímetro, ao invés de medir o perímetro com fita métrica; as plantas com troncos ramificados só foram inseridas quando no mínimo uma das ramificações atendiam ao critério de inclusão (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). Devido à variação na espessura da casca entre época chuvosa e seca, é orientada a medição na época seca (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005), portanto no presente trabalho as medições ocorreram entre os meses de abril a novembro. Cada indivíduo que atendeu ao critério de inclusão recebeu uma placa de alumínio com um número, teve seu diâmetro, altura e parcela a que pertence anotados.

O material botânico foi coletado segundo Fidalgo e Bononi (1989) e depositado no herbário da Universidade Federal de São Carlos (campus Araras) o qual ainda não está indexado no Index Herbariorum. As identificações ocorreram em campo e com o material herborizado através de livros, guias fotográficos e chaves de identificação (BAITELLO et al., 2003; BATALHA; MANTOVANI, 1999; BIGIO; SECCO, 2024; FREITAS, 2024; JUNG-MENDAÇOLLI et al., 2007; MARTINS et al., 2009; MENDONÇA; AMARAL JUNIOR, 2002; POLISEL, 2018; ROSETO et al., 2024; SALVADOR et al., 2010; SANTOS et al., 2024; SILVA-LUZ et al., 2024; SOUZA et al., 2018; TRAD, 2024; WANDERLEY et al., 2016), herbários on-line (SPECIESKLINK, 2024; REFLORA, 2024) e identificação de especialistas. As espécies identificadas foram organizadas em suas famílias de acordo com Flora e Funga do Brasil (2024), como também para averiguar se as espécies publicadas nos trabalhos utilizados nas comparações se tratam de sinônimos após as revisões taxonômicas.

Os parâmetros fitossociológicos calculados para cada espécie foram o número de indivíduos coletados, densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa e o índice de valor de importância (MORO; MARTINS, 2011). Os parâmetros fitossociológicos e os índices de Shannon e Equabilidade de Pielou foram calculados no software Excel do Pacote Microsoft Office Professional Plus 2016. As distribuições da altura e do diâmetro dos indivíduos amostrados foram analisadas através do intervalo de classe de 2 m para altura e 5 cm para o diâmetro (PEREIRA et al., 2013).

Do total de 58 trabalhos realizados na região sudeste com Cerrado *s.s.* nos últimos 37 anos, 43 foram tiveram o esforço amostral por área através de parcelas, 29 possuem algum parâmetro fitossociológico como a abundância de cada espécie, em seis a medição ocorreu a 30 cm do solo e somente em cinco o diâmetro mínimo foi 5 cm (um deles era 4,8 cm) os quais foram utilizados nas discussões deste trabalho (BALDUINO et al., 2005; LIMA et al., 2021; MENDONÇA, 2010; PEREIRA et al., 2013; TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017). Também foi incluído na análise um trabalho que adotou o valor mínimo de 5 cm com medição a 50 cm do solo, visto a pequena diferença de medição em relação aos demais (DURIGAN et al., 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Florística e fitossociologia

Foram identificadas 40 espécies pertencentes a 37 gêneros e 24 famílias (Tabela 1 e Figura 4), valor inferior ao obtido nos demais trabalhos com mesmo critério de inclusão (Quadro 1); mesmo com a existência de 350 espécies comuns no Cerrado *s.l.*, a diversidade de espécies presentes em um local dificilmente é superior a 100 (RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2003). As seis famílias mais ricas em espécie foram Fabaceae (10), Apocynaceae (três), Nyctaginaceae (três), Erythroxylaceae (duas), Rubiaceae (duas) e Vochysiaceae (duas) totalizando 22 espécies (55%); enquanto 18 famílias possuíam somente uma espécie cada representando juntas 45% do total. Apenas três gêneros tiveram duas espécies cada, *Erythroxylum*, *Guapira* e *Leptolobium*, todos os outros possuíram uma espécie cada. Em outros estudos boa parte dos gêneros e famílias também tiveram apenas uma espécie (Quadro 1). Ao menos 57% das famílias possuem uma única espécie, no mínimo 79% são gêneros com única espécie e ao menos 61% das espécies são de gêneros diferentes.

Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos do Cerrado *s.s.* n: número de indivíduos amostrados, DA: densidade absoluta (ind/ha), DR: densidade relativa (%), FA: frequência absoluta (%), FR: frequência relativa (%), DoA: dominância absoluta (cm²/ha), DoR: dominância relativa (%), IVI: índice de valor de importância e IVI%: índice de valor de importância (%).

Família-Espécie	n	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI%
(continua)									
Annonaceae- <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	133	266	25,09	78	12,38	10787,16	11,78	49,26	16,42
Fabaceae- <i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	32	64	6,04	38	6,03	25501,07	27,85	39,92	13,31
Ochnaceae- <i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	60	120	11,32	58	9,21	12393,80	13,54	34,06	11,35

Família-Espécie	n	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI%
(continuação)									
Fabaceae- <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	46	92	8,68	62	9,84	12085,75	13,20	31,72	10,57
Fabaceae- <i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	46	92	8,68	44	6,98	7290,97	7,96	23,63	7,88
Styracaceae- <i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	21	42	3,96	36	5,71	1853,67	2,02	11,70	3,90
Fabaceae- <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	17	34	3,21	22	3,49	3039,05	3,32	10,02	3,34
Melastomataceae- <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	18	36	3,40	28	4,44	1521,57	1,66	9,50	3,17
Malpighiaceae- <i>Byrsonima</i> <i>coccolobifolia</i> Kunth	18	36	3,40	28	4,44	1389,83	1,52	9,36	3,12
Connaraceae- <i>Connarus suberosus</i> Planch.	15	30	2,83	28	4,44	1332,22	1,45	8,73	2,91
Fabaceae- <i>Stryphnodendron</i> <i>adstringens</i> (Mart.) Coville	12	24	2,26	14	2,22	2971,54	3,25	7,73	2,58
Nyctaginaceae- <i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	14	28	2,64	22	3,49	1068,75	1,17	7,30	2,43
Myrtaceae- <i>Myrcia subalpestris</i> DC.	13	26	2,45	22	3,49	962,41	1,05	7,00	2,33
Malvaceae- <i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	10	20	1,89	20	3,17	1512,15	1,65	6,71	2,24
Vochysiaceae- <i>Qualea grandiflora</i> Mart.	12	24	2,26	22	3,49	860,89	0,94	6,70	2,23
Anacardiaceae- <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	9	18	1,70	12	1,90	1055,26	1,15	4,76	1,59
Fabaceae- <i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	5	10	0,94	8	1,27	1074,37	1,17	3,39	1,13
Vochysiaceae- <i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	5	10	0,94	8	1,27	531,84	0,58	2,79	0,93
Peraceae- <i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	3	6	0,57	6	0,95	324,36	0,35	1,87	0,62
Fabaceae- <i>Enterolobium</i> <i>gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	3	6	0,57	6	0,95	272,93	0,30	1,82	0,61
Siparunaceae- <i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	3	6	0,57	6	0,95	223,91	0,24	1,76	0,59
Nyctaginaceae- <i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	2	4	0,38	4	0,63	657,34	0,72	1,73	0,58
Rubiaceae- <i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	3	6	0,57	6	0,95	170,58	0,19	1,70	0,57
Nyctaginaceae- <i>Neea theifera</i> Oerst.	4	8	0,75	4	0,63	278,60	0,30	1,69	0,56
Salicaceae- <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	6	0,57	6	0,95	134,24	0,15	1,67	0,56
Fabaceae- <i>Leptolobium elegans</i> Vogel	2	4	0,38	4	0,63	391,70	0,43	1,44	0,48
Apocynaceae - <i>Himatanthus</i> <i>obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	2	4	0,38	4	0,63	269,68	0,29	1,31	0,44
Erythroxylaceae- <i>Erythroxylum</i> <i>suberosum</i> A.St.-Hil.	2	4	0,38	4	0,63	183,89	0,20	1,21	0,40
Moraceae- <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	2	4	0,38	4	0,63	115,58	0,13	1,14	0,38
Rubiaceae- <i>Coussarea</i> <i>hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	2	4	0,38	4	0,63	88,49	0,10	1,11	0,37

Família-Espécie	n	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI%
(conclusão)									
Apocynaceae- <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. & Zucc.	2	4	0,38	4	0,63	86,74	0,09	1,11	0,37
Fabaceae- <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	2	0,19	2	0,32	508,68	0,56	1,06	0,35
Lauraceae- <i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	2	4	0,38	2	0,32	116,18	0,13	0,82	0,27
Calophyllaceae- <i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	2	4	0,38	2	0,32	85,03	0,09	0,79	0,26
Fabaceae- <i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	1	2	0,19	2	0,32	189,97	0,21	0,71	0,24
Euphorbiaceae- <i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	1	2	0,19	2	0,32	52,81	0,06	0,56	0,19
Erythroxylaceae- <i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	1	2	0,19	2	0,32	49,24	0,05	0,56	0,19
Rutaceae- <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	2	0,19	2	0,32	49,24	0,05	0,56	0,19
Primulaceae- <i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1	2	0,19	2	0,32	42,45	0,05	0,55	0,18
Apocynaceae- <i>Hancornia speciosa</i> Gomes	1	2	0,19	2	0,32	39,25	0,04	0,55	0,18
Total	530	1060	100	630	100	91563	100	300	100

As famílias mais ricas do presente estudo também estiveram entre as mais ricas em outros trabalhos (BALDUINO et al., 2005; DURIGAN et al., 2002; LIMA et al., 2021; PEREIRA et al., 2013; TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017), sendo que a família Fabaceae destacou-se como a maior em número de espécies, exceto no estudo de Mendonça (2010) em que foi a segunda maior. Em um experimento com o corte raso do estrato lenhoso do Cerradão, a família Asteraceae foi mais representativa nas áreas perturbadas enquanto Fabaceae foi nas áreas não perturbadas (GILES, 2016), já no presente estudo fitossociológico não houve espécies da primeira família, mas a segunda foi a maior em biodiversidade. A família Fabaceae é a maior em riqueza de espécies no Brasil com um pouco mais de três mil espécies, seguida por Orquidaceae e Asteraceae (GOMES-DA-SILVA et al., 2022), possui grande diversidade morfológica e de formas de vida, e está presente em todos os tipos de vegetação e domínios fitogeográficos brasileiros (Flora e Funga do Brasil, 2024). O Estado de São Paulo é um dos maiores em número de espécies dessa família contendo 642 espécies das quais 326 ocorrem no Cerrado *s.l.* e destas 73 são árvores, Minas Gerais é o estado mais rico com 1035 espécies sendo 542 de ocorrência no Cerrado *s.l.* das quais 121 são de hábito arbóreo (Flora e Funga do Brasil, 2024); logo os resultados do presente trabalho e dos demais estudos já realizados refletem a riqueza dessa família.



Figura 4 - Espécies presentes no estrato arbustivo-arbóreo na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga. A: *S. ferrugineus* B: *O. pulchella* C: *C. suberosus* D: *E. gracilipes* E: *X. aromatica* F: *N. theifera* G: *C. hydrangeifolia* H: *V. tucanorum* I: *M. subalpestris* J: *T. guianensis* K: *B. coccolobifolia* L: *B. gaudichaudii* M: *M. acutifolium* N: *M. guianensis* O: *O. spectabilis* P: *M. albicans* Q: *H. obovatus* R: *M. umbellata*. Fonte: Os autores.

Nos trabalhos com Cerrado *s.s.* na região sudeste do país com o mesmo critério de inclusão (Quadro 1), o valor do índice de diversidade de Shannon variou de 3,02 a 3,57, e a equabilidade de Pielou foi de 0,7 a 0,83. Diferentes tamanhos amostrais e critérios de inclusão resultam em diferenças na densidade, área basal e a composição florística das áreas (WALTER et al., 2015). O presente estudo teve a menor área com 0,5 ha, juntamente com Brotas-SP (DURIGAN et al., 2002). O valor do índice de Shannon obtido (2,8) foi o menor entre os estudos comparados, como também abaixo da média de 3,16 para o Cerrado *s.s.* (WALTER et al., 2015). A riqueza média de espécies nessa fitofisionomia é de 56 (WALTER et al., 2015), enquanto no presente estudo foram reconhecidas 40 espécies, número também inferior ao encontrado nos demais estudos citados no Quadro 1. A equabilidade de Pielou foi de 0,76 no

presente trabalho expressando que poucas espécies são abundantes na comunidade (PEREIRA et al., 2013), valor semelhante aos demais estudos. Segundo Moro e Martins (2011), de fato geralmente são amostrados um elevado número de indivíduos de poucas espécies e um baixo número de indivíduos de muitas espécies (espécies raras).

Áreas	H'	J'	TE	TE*	EGD	TG	GUE	TF	FUE
Brotas-SP	3,02	0,8	44	43	27 (63%)	34	27 (79%)	-	-
Iaras-SP	-	-	44	44	27 (61%)	34	27 (79%)	-	-
Pirassununga-SP	2,8	0,76	40	40	34 (85%)	37	34 (92%)	24	18 (75%)
Guapé-MG	3,19	0,83	46	46	39 (85%)	41	39 (95%)	28	16 (57%)
Montes Claros-MG	3,1	0,7	76	67	50 (75%)	55	50 (91%)	33	22 (67%)
Paraopeba-MG	3,57	0,83	73	65	55 (85%)	57	55 (96%)	-	-
Sete Lagoas-MG	3,08	0,8	48	45	34 (76%)	39	34 (87%)	26	19 (73%)

Quadro 1 - Áreas comparadas: Brotas-SP (DURIGAN et al., 2002), Iaras-SP (MENDONÇA, 2010), Pirassununga-SP (presente estudo), Guapé-MG (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017), Montes Claros-MG (LIMA et al., 2021), Paraopeba-MG (BALDUINO et al., 2005), 2010) e Sete Lagoas-MG (PEREIRA et al., 2013). H': Diversidade de Shannon, J': Equabilidade de Pielou, TE: total de espécies, TE*: total de espécies confirmadas (exclusão das indeterminadas, identificações a nível de gênero e ainda em confirmação), EGD: espécies de gêneros diferentes, TG: total de gêneros, GUE: gêneros com única espécie, TF: total de famílias, FUE: famílias com única espécie.

Embora Pinheiro e Durigan (2012) tenham adotado um critério de inclusão diferente do adotado no presente estudo (DAP de 5cm) em Assis-SP, obtiveram os valores de 2,82 do índice de Shannon para o cerrado típico e 2,72 para o denso, e equabilidade de Pielou de 0,72 e 0,67 (respectivamente). Os autores atribuíram os baixos valores de diversidade a dois possíveis fatores: a região estudada estar no limite sul do domínio Cerrado onde a progressiva redução da fisionomia savânica resultou em uma taxa de extinção maior, e à conversão da fisionomia savânica à florestal pela ausência de distúrbios antrópicos. Porém os autores deixam ressalvas sobre sua comparação por conta do critério de inclusão. Tal fato pode ter influenciado os baixos valores obtidos no atual trabalho, visto que a vegetação da área apresentou progressivo adensamento, não há registros de queimada e a única atividade humana presente é o treinamento militar.

Considerando as espécies lenhosas do Cerrado *s.l.* por todo o país, das 617 que ocorriam em mais de um local estão 39 das 40 espécies reconhecidas no presente trabalho, somente *M. subalpestris* não está presente nessa lista, nem na lista de ocorrência única que reúne 334 espécies (RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2003). Desconsiderando as disjunções de

cerrado da região amazônica, das 38 espécies de ocorrência em mais de 50% das áreas analisadas estão 16 das 40 espécies reconhecidas no presente trabalho (RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2003), mas no cerrado típico, subtipo de Cerrado *s.s.*, entre espécies mais amostradas nos trabalhos analisados, apenas *Qualea grandiflora* Mart. e *Kielmeyera coriaceae* Mart. & Zucc. foram reconhecidas no presente trabalho (WALTER et al., 2015).

A vegetação arbórea do Cerrado *s.l.* é dominada por 121 espécies no sentido florístico e estrutural (BRIDGEWATER; RATTER; RIBEIRO, 2004), e no presente estudo foram identificadas 30 das 40 espécies desse conjunto citado, incluindo 9 das 10 espécies de maior importância das quais somente *A. peregrina* não estava na lista das 121 espécies dominantes. Esses dados reforçam o padrão reconhecido por aqueles autores para o Cerrado *s.l.* do país. No atual estudo, 33 das 40 espécies reconhecidas estão entre as 100 mais frequentes da província sul, que abrange o sul de Minas gerais, São Paulo e o nordeste do Paraná (BRIDGEWATER; RATTER; RIBEIRO, 2004), mas algumas espécies foram frequentes em outras províncias, como *H. obovatus*, *M. guianensis*, *Z. rhoifolium* e *G. graciliflora* na província sudeste, *P. emarginatus* na nordeste, *C. hydrangeafolia* na extremo-oeste, e *M. subalpestris* não foi frequente em nenhuma província.

Durigan et al. (2003) analisaram 554 espécies presentes no Estado de São Paulo incluindo árvores, arbustos, palmeiras e algumas ervas, tais espécies foram classificadas em distribuição geográfica rara (registro em um único local), restritas, regionais e ampla distribuição (comuns). Deste total, apenas 58 (cerca de 10%) ocorreram em 50% ou mais dos locais, sendo estas espécies consideradas de ampla distribuição, 34 espécies de distribuição restrita (cerca de 6%) e um pouco mais de 100 das espécies (19%) tiveram apenas uma ocorrência (raras). No presente trabalho, 15 das 40 espécies estiveram no grupo das mais comuns, e nenhuma das 34 espécies de distribuição restrita em São Paulo foram reconhecidas no presente estudo; é possível que as outras 25 espécies reconhecidas no presente estudo estejam na classe das espécies regionais ou das raras, mas ambas as listas não estavam disponíveis no trabalho de Durigan et al. (2003). Mas se deve considerar que do total de 554 espécies analisadas, 383 eram árvores e somente 167 eram árvores típicas do Cerrado *s.l.*, as demais eram espécies características de ambientes florestais e ripários (DURIGAN et al., 2003); fato que pode ter influenciado nos resultados.

As famílias mais abundantes foram Fabaceae (165), Annonaceae (133), Ochnaceae (60) as quais corresponderam a 358 indivíduos (67,5%), as demais 21 famílias contribuíram com 172 indivíduos (32,5% do total). Porém *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. foi a única espécie da

família Annonaceae e a que mais contribuiu em número de indivíduos (133), seguida por *Ouratea spectabilis* (Mart.) Engl. (60) da família Ochnaceae, *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Benth.) Altschul e *Bowdichia virgilioides* Kunth (ambas da família Fabaceae e com 46 cada uma) que juntas totalizam 285 indivíduos (53,8%). Situação similar foi encontrado em outras pesquisas, pois cinco espécies com os maiores IVI corresponderam a 53% do número total (LIMA et al., 2021) e seis das 48 espécies reuniram mais de 50% dos indivíduos amostrados (PEREIRA et al., 2013). Essas quatro espécies de maior abundância, por serem as únicas de seus gêneros na área estudada, *Xylopia*, *Ouratea*, *Anadenanthera* e *Bowdichia* foram os gêneros com maior número de indivíduos. As dez espécies de maior densidade também foram as de maior IVI, juntas essas espécies somaram 76,60% da densidade relativa (DR).

As dez espécies de maior área basal representaram 86,2% da dominância relativa (DoR), sendo que dentre elas estão *S. adstringens* e *E. gracilipes* que não estiveram entre as dez de maior valor de importância (IVI), visto que suas DR e FR não foram elevadas, mas os poucos indivíduos coletados dessas espécies eram de maior diâmetro; *B. coccolobifolia* e *C. suberosus* que estavam entre as dez maiores de IVI ficaram em 11º e 12º, pois seus indivíduos eram de menor diâmetro resultando em menor área basal. Embora *P. emarginatus* seja a quinta espécie mais abundante e em densidade, foi a primeira em DoR com 27,85% devido ao maior diâmetro dos indivíduos; essa espécie juntamente com *O. spectabilis*, *B. virgilioides*, *X. aromatica* e *A. peregrina* somam 74,33% da área basal da comunidade sendo que três dessas espécies são da família Fabaceae; mesmo que *X. aromatica* seja a mais abundante, seus indivíduos tinham menor diâmetro.

As dez espécies mais frequentes foram as mesmas espécies de maior IVI as quais representaram 70% da frequência relativa (FR). As três espécies de maior de frequência absoluta (FA) foram *X. aromatica* presente em 39 das 50 parcelas (FA de 78%), *B. virgilioides* em 31 parcelas (FA de 62%) e *O. spectabilis* em 29 parcelas (FA de 58%) o que indica estas espécies estarem bem espalhadas pela vegetação. As demais espécies estavam presentes em menos da metade das parcelas (FA menor que 50%). Essas três espécies, juntamente com *A. peregrina* e *D. miscolobium*, foram as únicas que tiveram quatro ou mais indivíduos em algumas parcelas, enquanto todas as outras atingiram no máximo três indivíduos por parcela. No Cerrado *s.s.* de Brotas-SP apenas *L. elegans* esteve presente em mais da metade das parcelas (FA de 60%) (DURIGAN et al., 2002), enquanto não houve nenhuma espécie com frequência superior a 50% em Guapé-MG na mesma fitofisionomia (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017); porém a quantidade e o tamanho das parcelas neste último trabalho diferiram do atual estudo.

As parcelas x, 2a, 3b e 3p tiveram a maior quantidade de indivíduos entre 20 (3b) e 24 (x), enquanto as parcelas j, r, 2e, 2i, 2q, 2u, 2y e 3u foram as que tiveram a menor quantidade entre cinco e um (2e) por parcela (figura 3). Nessas parcelas com poucos indivíduos, o estrato herbáceo estava ralo ou ausente em algumas partes deixando o solo exposto, em outras estava bem distribuído (Figura 5) e até mesmo denso devido à mancha de pteridófitas que ocupava as parcelas 3u, 2x e 2v com cinco a sete indivíduos arbóreos por parcela. Houve uma acentuada declividade sentido norte a sul da área estudada presente nas parcelas 3w, 3u, 2x, 2v, 2t, 2r, 2p, 2d, 4g as quais tiveram de cinco a 11 indivíduos por parcela. A dispersão dos indivíduos pela área está de acordo com a descrição da fitofisionomia, pois a distribuição das árvores pode ser desde esparsa até formando grupos de indivíduos intercalados por vegetação campestre (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005).



Figura 5 - Visão geral do Cerrado *s.s.* A: Árvores tortuosas de casca grossa. B: Foto panorâmica do dossel descontínuo. C: estrato-herbáceo bem distribuído. D: Foto panorâmica do estrato-herbáceo ralo expondo o solo. Fonte: Os autores.

Em Guapé-MG poucas espécies foram abundantes com cerca de 10 espécies representando 50% do IVI (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017). Segundo Pinheiro e Durigan (2012), as 10 espécies com maior IVI foram consideradas como mais representativas da comunidade por equivalerem ao menos a metade do total de IVI indicando que são dominantes. No atual estudo, somente as quatro primeiras espécies já totalizam um pouco mais de 50% do IVI% e as 10 espécies com os maiores IVI representam 76% do IVI%. Esse valor é superior aos demais trabalhos com Cerrado *s.s.* em que as dez mais importantes totalizaram

43,64% em Paraopeba-MG (BALDUINO et al., 2005), 58,19% em Guapé-MG (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017), 60,74% em Sete Lagoas-MG (PEREIRA et al., 2013), 60,85% em Montes Claros-MG (LIMA et al., 2021) e 63,65% em Brotas-SP (DURIGAN et al., 2002); o que indica a dominância de poucas espécies na área estudada da GUARNAE-YS.

Pinheiro e Durigan (2012) constataram que entre o cerrado típico e o cerrado denso do mesmo local havia oito das 10 espécies de maior importância em comum além de haver uma troca de posições entre algumas. O mesmo efeito foi observado entre as espécies de maior importância do presente trabalho com outros locais (Quadro 1). Em Brotas-SP, *S. ferrugineus* esteve também entre as de maior IVI e *D. mollis*, *K. coriaceae* e *Z. rhoifolium* entre as menores. Porém *L. elegans*, *A. tomentosum*, *E. tortuosum* e *O. pulchella* obtiveram altos IVI nessa área e baixos no presente estudo, assim como o inverso em *B. coccolobifolia*, *D. Miscolobium* e *A. peregrina* var. *falcata* (DURIGAN et al., 2002). No sul de Minas Gerais em Guapé, quatro das 10 espécies de maior IVI aqui também estiveram entre as 10 maiores: *D. miscolobium*, *B. virgilioides*, *X. aromatica* e *B. coccolobifolia*, enquanto que *D. mollis* entre as menores; *M. albicans* nessa área teve um dos menores IVI de enquanto no presente trabalho está entre as de maior importância, o inverso também ocorreu e *E. suberosum* que estava entre as de maior IVI, no atual estudo foi uma das espécies de menor IVI devido a sua baixa frequência, densidade e área basal (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017).

Já em Sete Lagoas-MG, apenas *C. suberosus* coincidiu com o presente trabalho em ter um dos maiores IVI enquanto *D. mollis*, *E. tortuosum*, *L. dasycarpum* e *Z. rhoifolium* como as menores; *A. tomentosum* que esteve com um dos maiores IVI, no presente trabalho esteve entre os menores; o inverso também seguiu com *B. virgilioides*, *B. coccolobifolia* e *X. aromatica* (PEREIRA et al., 2013). Em Montes Claros-MG, não houve espécies em comum entre as espécies de maior IVI, já *H. speciosa* foi coincidente entre as espécies de menor IVI. As espécies *M. albicans*, *S. ferrugineus* e *B. coccolobifolia* estiveram entre as 10 maiores no presente estudo, enquanto obtiveram os menores IVI nesse local; o oposto também sucedeu com *Q. grandiflora*, *D. mollis* e *B. gaudichaudii* (LIMA et al., 2021). Por fim, em Paraopeba-MG, *X. aromatica* foi a única espécie que coincidiu em estar entre as dez espécies de maior IVI, assim como *S. guianensis*, *E. gummiferum* e *A. tomentosum* entre as menores; no atual trabalho *O. spectabilis*, *C. suberosus*, *M. albicans* e *D. miscolobium* estavam entre as dez mais importantes, mas nesse local estavam entre as menores; inversamente ocorreu com *P. glabrata* e *E. suberosum* (BALDUINO et al., 2005).

Dentre as 25 espécies mais frequentes de cada uma das cinco províncias florísticas, excluindo a província disjunta da Amazônia, há o compartilhamento das mesmas poucas

espécies que ocorrem com frequência, e, mesmo que o ranking dessas espécies diferencie entre as regiões, podem ser consideradas como as espécies características que definem o bioma Cerrado (BRIDGEWATER; RATTER; RIBEIRO, 2004). A província florística sudeste é a que possui maior similaridade com a sul da qual faz parte o atual estudo, os demais trabalhos analisados são das províncias florísticas sul e sudeste (BRIDGEWATER; RATTER; RIBEIRO, 2004). Além disso a fitofisionomia e o critério de inclusão adotado foram os mesmos a fim de não impactar nos valores fitossociológicos, pois, quanto menor o valor para o critério de inclusão, a exemplo de 3 cm, mais indivíduos são amostrados aumentando a chance de se obter mais espécies (MORO; MARTINS, 2011). As espécies em comum entre as áreas analisadas ocuparam colocações alternadas de IVI, ora entre as maiores, ora entre as menores ou mesmo ocupando ordens intermediárias, isso porque duas áreas podem ter as mesmas espécies em comum, mas não a mesma altura, área basal, dominância de espécies e outros aspectos que resultam em vegetações com estruturas diferentes (MORO; MARTINS, 2011); os resultados obtidos no atual estudo reforçam as diferenças presentes na mesma fitofisionomia de diferentes locais.

Foram observadas outras espécies e famílias com indivíduos arbustivo-arbóreos presentes dentro da área delimitada e que não atingiram os critérios de inclusão, mas que ocorreram nos trabalhos analisados (Quadro 1), como *Annona coriacea* Mart., *Annona crassiflora* Mart., *Attalea exigua* Drude., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Didymopanax vinosus* (Cham. & Schltdl.) Marchal, *Duguetia furfuracea* (A.St.-Hil.) Saff., *Palicourea rigida* Kunth, *Roupala montana* Aubl., *Solanum lycocarpum* A. St- Hil. e *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum. Apesar do levantamento florístico em Emas (Pirassununga-SP) diferir do atual quanto ao seu método de coleta e à fitofisionomia principal, que era campo cerrado, contendo também campo sujo, Cerrado *s.s.* e Cerradão (BATALHA; ARAGAKI; MANTOVANI, 1997); essa área de vegetação de cerrado é adjacente com o limite norte da GUARNAE-YS apresentando 31 das 40 espécies em comum com o presente trabalho, além da maioria das espécies citadas acima.

Houve também regenerantes das espécies que no atual estudo atingiram baixa quantidade, como *C. sessilis*, *M. guianensis*, *Z. rhoifolium* e *D. mollis*. O estrato herbáceo-arbustivo do trabalho de Mendonça (2010), cujo critério de inclusão foi inferior a 5 cm, apresentou cinco espécies não presentes no seu estrato arbóreo, cujo critério de inclusão foi superior a 5cm, e que estavam presentes no atual trabalho em baixa densidade: *H. obovatus*, *K. coriaceae*, *C. sylvestris*, *M. umbellata* e *V. tucanorum*. Durigan et al. (2002) estudaram o estrato inferior em Brotas com o critério de inclusão menor que 5 cm reconhecendo 61 espécies das

quais apenas 27 espécies também ocorreram no estrato superior, cujo critério era maior que 5cm. Dessas espécies em comum houve aquelas cuja densidade era bem distinta entre os estratos, como *Tocoyena formosa* teve uma densidade de 2 ind/ha no estrato superior enquanto era 20 ind/ha no seu estrato inferior.

Adicionalmente, foram identificadas outras espécies presentes no local, pois, embora não atendessem ao hábito de estudo e/ou ao critério de inclusão, contribuem para o entendimento da flora local (MORO; MARTINS, 2011) (Figura 6). Dentre os arbustos, foram reconhecidas *Solanum lycocarpum* A. St- Hil., *Duguetia furfuracea* (A.St.-Hil.) Saff., *Oxalis hirsutissima* Mart. & Zucc., *Moquiniastrum pulchrum* (Cabrera) G.Sancho, *Baccharis dracunculifolia* DC., *Bredemeyera floribunda* Willd., *Peritassa campestris* (Cambess.) A.C. Sm., *Stylosanthes capitata* Vogel. Quanto às ervas, foram reconhecidas *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Hexasepalum teres* (Walter) J.H.Kirkbr. e *Coccocypselum lanceolatum* (Ruiz & Pav.) Pers. Por fim, foram reconhecidas duas trepadeiras, *Mascagnia cordifolia* (A.Juss.) Griseb. e *Smilax fluminensis* Steud., bem como uma palmeira, *Attalea exigua* Drude.



Figura 6 - Espécies não arbóreas presentes na área de estudo. A: *H. teres* B: *S. lycocarpum* C: *B. dracunculifolia* D: *O. hirsutissima* E: *S. capitata* F: *M. pulchrum* G: *S. fluminensis* H: *A. bromeliifolia* I: *P. campestris* J: *D. furfuracea* K: *A. exigua* L: *C. lanceolatum* M: *B. floribunda* N: *M. cordifolia*.
Fonte: Os autores.

3.2 Influência antrópica e adensamento da vegetação

A ausência de perturbações antrópicas, como as queimadas e o pastejo do gado, possibilita o crescimento e adensamento das plantas lenhosas alterando a estrutura das

formações savânicas e campestres (CARDOSO et al., 2009; MORO; MARTINS, 2011); de forma que áreas de cerrado típico tornam-se Cerradão, ecótonos ou FES incluindo a mudança florística com a perda de espécies endêmicas da vegetação de cerrado sendo substituídas por espécies generalistas ou florestais (DURIGAN et al., 2012). Embora haja o predomínio da fisionomia florestal na GUARNAE-YS, ainda há poucas áreas de Cerrado *s.s.*, pois o fragmento florestal que circunda a mancha de Cerrado *s.s.* estudada possuiu essa fitofisionomia em maior extensão no passado (Figura 7), mas sofreu influência da Lagoa dos Cadetes adjacente e da FES resultando, atualmente, em uma vegetação de transição entre Cerradão e FES (SILVA, 2019). Na década de 1980, o Córrego dos Cadetes foi represado originando a Lagoa dos Cadetes, fato que provocou alterações na vegetação ao redor, enquanto a área adjacente à lagoa foi abandonada ao processo de regeneração natural; contudo ocorre o pisoteio de capivaras sobre o estrato herbáceo da margem (LASCHI et al., 2020).



Figura 7 - Aerofoto do fragmento de vegetação nativa em 06 de maio de 1985 com Lagoa dos Cadetes ao centro (seta amarela). A área do círculo vermelho possui fisionomia campestre onde foi realizado o presente estudo, o círculo azul indica fisionomia savânica e o losango amarelo indica a área de estudo de Silva (2019) aparentemente já com fisionomia florestal. Fonte: Arquivo pessoal da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil.

Não há informações precisas sobre o uso da área circulado em vermelho (Figura 7), como pastejo, extração de madeira ou lavoura quando o território ainda era um sítio antes de 1944; mas, desde que tal área ficou sob cuidado da GUARNAE-YS, não foi usada para fins agropecuários (SECRETARIA DA FAYS, 2024). Logo, independente se a área estudada foi

usada ou não para agropecuária com pasto nativo ou cultivado anteriormente, essa fisionomia campestre está há pelos menos 80 anos sem atividade antrópica intensa. A Casa de Agricultura de Pirassununga informou a impossibilidade de fornecer informações individualizadas sobre a propriedade em função da preservação de dados; e quanto ao Cadastro Ambiental Rural, não há informações oficiais disponíveis anteriores ao ano de 1965 (ALVIM NETO, 2024).

Na Figura 7 é possível notar que havia um gradiente de adensamento da vegetação em todo o fragmento, desde áreas mais fechadas (losango amarelo), intermediárias (círculo azul) e abertas sem vegetação lenhosa (círculo vermelho); atualmente as áreas demarcadas pelo círculo azul e losango amarelo possuem fisionomia florestal e a área demarcada pelo círculo vermelho tornou-se fisionomia savânica. Tal processo está de acordo com o observado por vários autores (CARDOSO et al., 2009; DURIGAN et al., 2012; PINHEIRO; AZEVEDO; MONTEIRO, 2010; PINHEIRO; DURIGAN, 2009) em que áreas de fisionomia campestre se tornaram fisionomia savânica, e onde havia esta fisionomia progressivamente foi substituída pela florestal, a exemplo do Cerradão, FES ou a transição de ambas as fitofisionomias. Corrobora com isso o reconhecimento de sete espécies de bromélias na área do losango amarelo, todas de ocorrência para FES e vegetação de cerrado (SILVA, 2019).

Há tendência de mensurar e quantificar as plantas mortas em pé (WALTER et al., 2015), porém no presente trabalho as árvores mortas foram apenas quantificadas totalizando oito (1,49% do total de indivíduos amostrados). A proporção de 15,1% árvores mortas em pé indicando que a comunidade está no estágio sucessional pós-perturbação (LIMA et al., 2021), foi obtido o valor 8,9% árvores mortas em pé em outra área onde houve a presença de fogo, desmatamento e escavação do solo no passado (BALDUINO et al., 2005). De acordo com os dados do BDQueimadas (2024), de janeiro 1975 a dezembro de 1997 não há informações sobre focos de fogo no município de Pirassununga, porém a partir de julho de 1998 já há registros para o município; dentro da GUARNAE-YS um dos primeiros registros datam abril de 1999, porém foi no fragmento a leste da área de estudo. Não há vestígios de queimadas no tronco das árvores da área delimitada de Cerrado *s.s.*, da mesma forma a formação florestal circundante não foi atingida por queimadas desde que se tem registro segundo a mesma plataforma. Os focos de queimada mais próximos foram em setembro de 2011 a cerca de 800 m a leste, outubro de 2012 a 2,2 km a oeste e agosto de 2014 a 900 m a leste. A baixa proporção de árvores mortas em pé no presente estudo pode ser explicada então pela ausência de perturbação intensa, como queimadas.

A mancha de Cerrado *s.s.* estudada possui vestígios discretos de presença humana, como o corte de ramos de algumas trepadeiras grossas, mas só ao final da fase de coleta de material

biológico, após ano de visitas quinzenais, que se teve registro recente de ação antrópica no local, logo esse tipo de intervenção não é frequente. A espécie *S. lycocarpum* possui baixa densidade em vegetação preservada (MENDONÇA, 2010), e na área de estudo houve apenas dois indivíduos adultos, tal fato reforça o grau de preservação do local frente às queimadas e a ação antrópica não ser intensa. Como parte de treinamento militar realizado na GUARNAEYS, galhos e parte do tronco de algumas árvores foram cortadas (Figura 8), e, juntamente com pequenos galhos foram queimados provavelmente como fogueira (Figura 9). Tais ações foram específicas em alguns pontos, principalmente nas parcelas 3c 2t, 2u, 2v, 2k, s e na parcela q. Assim, não se trata de um desbaste em larga escala, além de que os galhos foram queimados isoladamente do estrato herbáceo não havendo a possibilidade de se espalhar.



Figura 8 - Ação antrópica de desbaste no Cerrado *s.s.* A: tronco de *A. peregrina* cortado a 20 cm do solo. B: *S. adstringens* antes do desbaste. C: *S. adstringens* depois do desbaste. Fonte: Os autores.

Houve uma porção de cerrado típico da EEP de Uberlândia-MG que não foi atingida por incêndios e se manteve com poucas alterações, ao contrário das demais áreas se adensaram, neste local a formiga cortadeira é abundante sugerindo possível relação; concluem que é relevante monitorar continuamente a vegetação da EEP e suas modificações (CARDOSO et al., 2009). O corte raso bienal do componente lenhoso da vegetação florestal (Cerradão) é um agente perturbador capaz de provocar a abertura da vegetação propiciando a ocupação de espécies da fisionomia savânica reestabelecendo no local o campo sujo, campo cerrado e o

Cerrado *s.s.* (GILES, 2016). Nesses casos, há alteração do microclima e, principalmente, o aumento da luminosidade que favorecem a colonização de espécies intolerantes à sombra (GILES, 2016). Diante do exposto, é possível que, se não houvesse o treinamento militar no local envolvendo o desbaste de galhos e o corte raso de alguns indivíduos arbóreos, a vegetação nativa estaria mais adensada do que é atualmente. Porém será necessário acompanhar a dinâmica da vegetação, o que será possível com os resultados obtidos no presente estudo quanto à sua florística e estrutura a fim de constatar o quanto das características do Cerrado *s.s.* serão mantidas somente com a ação antrópica dos treinamentos militares.



Figura 9 - Ação antrópica no Cerrado *s.s.* A: pedaço de tronco queimado com placa numérica de estudo fitossociológico. B: galhos e amontoado de folhas com gravetos. C: restos de gravetos e galhos queimados. Fonte: Os autores.

Os solos do Cerrado *s.l.* são profundos, porosos e a predominância de areia sobre a argila resulta em baixa retenção hídrica, são ácidos com pH próximo de 4 ou 5 e há concentração elevada de alumínio (COUTINHO, 2002). Tais características do solo, aliado à presença de fogo são as principais causas da existência do mosaico de vegetação deste bioma (COUTINHO, 1978). O solo da área a sudoeste do local do presente estudo apresentou características típicas de solos presentes em formações de cerrado quanto ao pH ácido, altas concentrações de alumínio (58 a 80 Mmolc/dm³), e baixas concentrações de Potássio, Cálcio, Magnésio, Nitrogênio, Fósforo e matéria orgânica (SILVA, 2019). A quantidade de recursos no solo interfere nas mudanças florísticas da vegetação após o corte do estrato lenhoso do Cerradão, de

forma que a alteração na flora é menor quando o solo possui mais nutrientes, menor acidez e teor de alumínio ao passo que tais mudanças são maiores em solos de menor quantidade de nutrientes, de maior acidez e teor de alumínio (GILES, 2016). Portanto, com essas características do solo da região, as perturbações antrópicas do treinamento militar tem sido efetivas para minimizar o adensamento da vegetação, no entanto será preciso acompanhar com mais exatidão o quanto esse treinamento pode ser eficiente para reverter também esse processo abrindo a vegetação atualmente densa a oeste, norte e sul da mancha de Cerrado *s.s.* onde não foram encontrados vestígios de corte ou queimada de galhos e partes do tronco.

As espécies generalistas têm plasticidade ecológica possibilitando seu estabelecimento em ambientes de floresta e vegetação de cerrado (DURIGAN et al., 2012). No presente estudo, foram reconhecidas poucas espécies generalistas, como *C. langsdorffii* presente no interior da área delimitada sem atingir o critério de inclusão, *P. elegans* e *S. polyphylla* na vegetação florestal ao redor da mancha de Cerrado *s.s.* (DURIGAN et al., 2012). *V. tucanorum* foi a única espécie generalista presente no estudo fitossociológico, e não houve espécies típicas de floresta que não suportam o déficit hídrico, ao passo que 14 espécies foram exclusivas do Cerrado *s.s.* e Cerradão que não sobrevivem ao ambiente sombreado da floresta (FES), dentre as quais estão *C. suberosus*, *D. miscolobium*, *O. spectabilis* e *X. aromatica* que estiveram entre as 10 espécies de maior abundância no presente estudo (DURIGAN et al., 2012). Segundo os autores, no Cerrado *s.s.* não ocorrem espécies típicas de floresta, e há predominância das espécies típicas da vegetação de cerrado sobre as generalistas, enquanto no ecótono (tipo de transição) o predomínio é das espécies generalistas sobre as demais. Embora a mancha de Cerrado *s.s.* esteja inserida dentro de um fragmento de transição de Cerradão e FES, ainda conserva sua flora típica.

A supressão do fogo leva à diminuição das árvores e arbustos da vegetação de cerrado como *O. spectabilis* e *V. tucanorum* (PINHEIRO; AZEVEDO; MONTEIRO, 2010). Em Assis-SP, foram reconhecidas 13 espécies presentes somente no cerrado típico e seis espécies no cerrado denso, 12 espécies em comum entre ambas e não presentes no Cerradão, ou seja, 31 espécies (29,8%) do Cerrado *s.s.* foram exclusivas (PINHEIRO; DURIGAN, 2012). Os mesmos autores comentam que dentre esse grupo de espécies, as que possuíam mais de 10 indivíduos amostrados não foram tolerantes à sombra. Dessas espécies, *D. mollis* e *O. spectabilis* ocorreram no presente estudo, sendo a última uma das de maior abundância. Logo, se a vegetação do fragmento estudado continuar a se adensar, haverá espécies reconhecidas no atual estudo fitossociológico que terão abundância reduzida podendo desaparecer dessa mancha de Cerrado *s.s.*, a exemplo de *D. mollis* que possuiu poucos indivíduos na área.

O cerrado típico é caracterizado pela área basal arbórea em cerca de 8 m²/ha; já para o cerrado denso esse valor é aproximadamente 12 m²/ha (PINHEIRO; DURIGAN, 2012). Para o Cerrado *s.s.* a densidade é de 600 a 1200 plantas lenhosas com diâmetro acima de 5cm por hectare (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). Considerando o critério de inclusão de $D_{30} \geq 5\text{cm}$ para o Cerrado *s.s.*, a área basal média foi 9,1 m²/ha e a densidade média foi de 1.068 indivíduos/ha (WALTER et al., 2015). A densidade da comunidade dos trabalhos consultados (Quadro 1) variou de 718 a 2.181 ind/ha e a área basal de 5,25 a 18,14 m²/ha incluindo o cerrado típico e o denso. No presente estudo, a densidade da comunidade foi de 1060 ind/ha e a área basal 9,16 m²/ha, portanto está dentro dos parâmetros da fitofisionomia.

Quanto à distribuição diamétrica da vegetação, a maioria dos indivíduos amostrados em Guapé-MG estavam na menor classe no intervalo 4,7-9,5 cm, em contraste com a maior classe de diâmetro 23,9-28,6cm que continha apenas 6 ind/ha (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017). Em Sete Lagoas-MG houve 68% dos indivíduos na menor classe de diâmetro de 5-10cm, já a maior classe de diâmetro com mais de 30cm teve a minoria de indivíduos amostrados (PEREIRA et al., 2013). Já em Montes Claros-MG, houve o predomínio do diâmetro do intervalo 5-15 cm com 91,82% do total amostrado, apenas cinco indivíduos que ultrapassaram 35 cm chegando a 65 cm (LIMA et al., 2021), por outro lado o diâmetro máximo em Brotas-SP foi de 32 cm (DURIGAN et al., 2002). No presente trabalho, a distribuição diamétrica seguiu o mesmo padrão que os trabalhos citados de forma que a menor classe de tamanho com 5-10 cm reuniu 816 ind/ha (76,98%), enquanto a maior classe de 25-30 cm continha apenas 6 ind/ha (Figura 10).

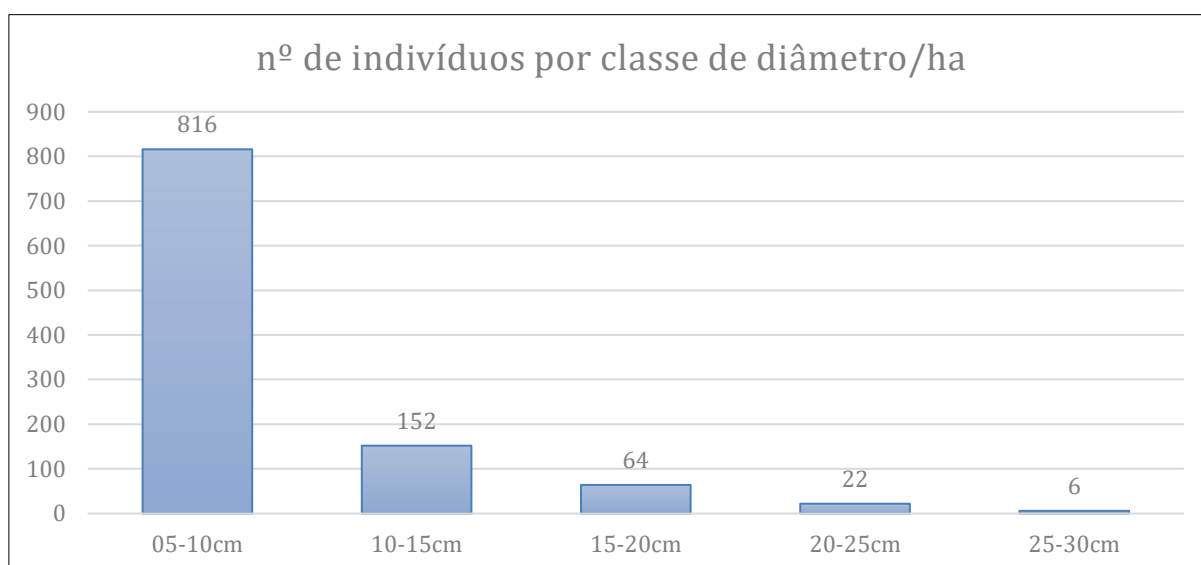


Figura 10 - Distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro da mancha de Cerrado *s.s.* da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.

Felfili (2008) analisou 25 áreas de Cerrado *s.s.* nos estados da Bahia, Distrito Federal Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais, a amostragem foi realizada em locais sem fortes vestígios antrópicos e seguiu o mesmo critério de inclusão que o presente estudo. A autora constatou o padrão “J-reverso” de distribuição dos indivíduos, pois em todas as áreas o intervalo de 5-11 cm de diâmetro reunia em torno de 74% dos indivíduos, a quantidade de indivíduos diminuía à medida que aumentava o diâmetro das classes sucessivas, e a partir de 29 cm a maioria das classes diamétricas possuía um único indivíduo e até mesmo sendo inexistente. A maioria dos indivíduos das espécies estavam presentes principalmente no intervalo de 5-9 cm de diâmetro, visto que a maioria das espécies da vegetação de cerrado é de porte pequeno (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 1988). No presente estudo, 72,5% dos indivíduos amostrados estavam nesse intervalo. Esse padrão de distribuição é comum para essa fitofisionomia, mas pode indicar que a área tenha influência antrópica no passado (PEREIRA et al., 2013). Nos trabalhos consultados que apresentaram distribuição diamétrica, apenas em Montes Claros-MG houve inferência de que no passado a área estudada tenha sofrido alguma perturbação, visto que há mais de 20 anos estava em regeneração (LIMA et al., 2021); e Sete Lagoas-MG com queimadas na área adjacente à estudada (PEREIRA et al., 2013).

A estrutura vertical da vegetação em Guapé-MG estava concentrada nas classes de 2,5-4 m seguido pela 1-2,5 m, a altura máxima atingida foi de 7-11 m contendo 8 ind/ha (TORRES; FONTES; SAMSONAS, 2017). Padrão similar foi obtido em Montes Claros-MG, pois a maioria dos indivíduos estava entre 3,1-5 m seguido pela classe de 1-3 m, houve apenas um indivíduo maior que 12m (LIMA et al., 2021). Também se repetiu em Sete Lagoas-MG, já que a classe de 3-4 m foi a que teve a maior quantidade de indivíduos seguida pela classe 2-3 m, ambas somaram 53,18% dos indivíduos amostrados, e a maior classe de altura com mais de 9m foi a de menos indivíduos amostrados (PEREIRA et al., 2013). A altura máxima obtida em Brotas-SP foi 7 m (DURIGAN et al., 2002) e em Iaras-SP as dez maiores árvores variaram de altura quase atingiram 4 m (MENDONÇA, 2010). No presente estudo, houve predomínio das classes de 2-3 m de altura seguido por 3-4 m, ambas reuniram 482 ind/ha (45,47%) em oposição à maior classe de tamanho com 13-14 m que continha apenas 4 ind/ha (figura 11). A estrutura vertical do Cerrado *s.s.* do presente estudo está de acordo com os valores obtidos nos demais trabalhos e com a descrição da fitofisionomia, pois, a altura do Cerrado *s.s.* varia de 3 a 5m de altura, mas há a presença de árvores isoladas de grande porte comparada com os demais indivíduos do estrato (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005).

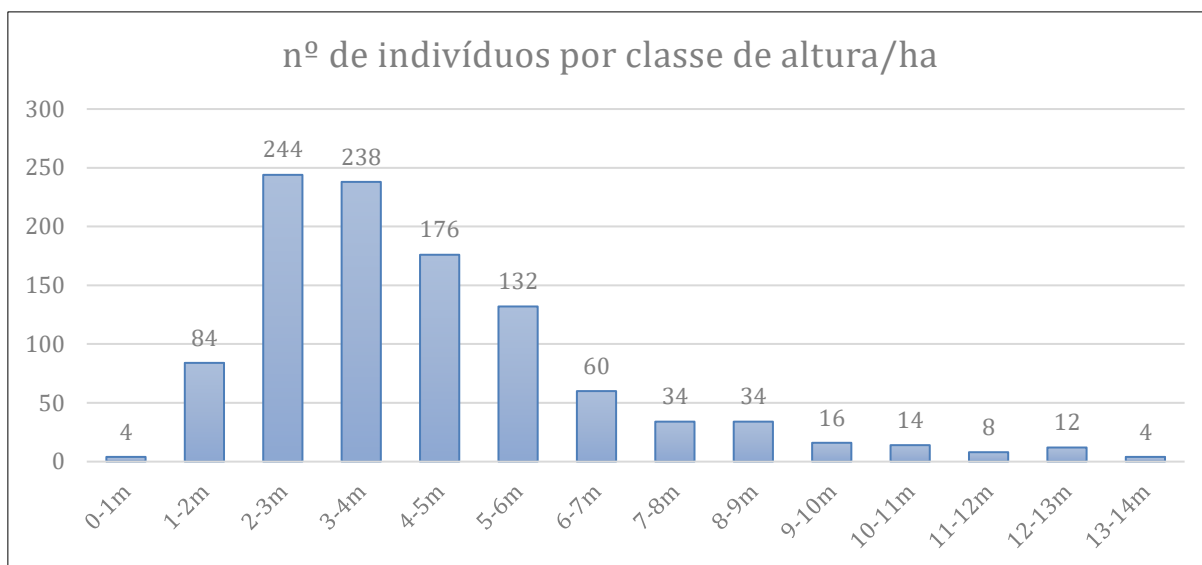


Figura 11 - Distribuição dos indivíduos por classe de altura da mancha de Cerrado *s.s.* da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga, Pirassununga-SP, Brasil. Fonte: Os autores.

Quanto à distribuição das espécies entre as classes diamétricas e de altura, cerca de 90% das espécies estavam representadas no intervalo de 5 a 11cm (1ª e 2ª classes diamétricas) (FELFILI, 2008); no presente estudo, esse mesmo intervalo abrangeu 38 espécies (95%), e somente a primeira classe de diâmetro (5-10 cm) correspondeu a 35 espécies (87,5%) corroborando com o valor apontado pela autora. O intervalo de 0-2 m de altura apresentou 17 espécies (42,5%) sendo quatro da família Fabaceae, e nos intervalos de 2-4 m e 4-14 m foram 30 espécies (75%) em cada sendo oito espécies no primeiro e nove no segundo dessa família. Das espécies da família Fabaceae, apenas *A. peregrina* e *B. virgilioides* estiveram presentes nos três intervalos. As espécies *A. peregrina*, *B. virgilioides*, *D. miscolobium*, *P. emarginatus* e *X. aromatica* são abundantes em indivíduos menores e maiores que 5 m de altura, logo a família Fabaceae se destaca por ter mais espécies e estar distribuída em indivíduos de vários tamanhos.

Nas áreas de transição entre fitofisionomias, as espécies típicas da vegetação de cerrado podem persistir apenas nas bordas do fragmento onde há luz (DURIGAN et al., 2012), e quando a vegetação se fecha, as espécies não arbóreas exigentes de luz conseguem se desenvolver somente em grandes clareiras, bordas da vegetação e em área de transição podendo diminuir seu tamanho populacional ou ser eliminadas da área (DURIGAN; RATTER, 2006). Conforme a vegetação se adensa e o dossel se fecha devido à ausência de agentes perturbadores, como o fogo e o pastejo, o microclima é modificado favorecendo o desenvolvimento de espécies menos tolerantes à baixa umidade e às altas temperatura e luminosidade (GILES, 2016).

A estrutura do Cerrado *s.s.* caracteriza-se pelo mosaico de árvores isoladas ou agrupadas e áreas sem e com cobertura de copa resultando em microclimas heterogêneos quanto à

temperatura e umidade do ar (MENDONÇA, 2010). É importante que essa estrutura do Cerrado *s.s.* se mantenha a fim de possibilitar a manutenção da flora adaptada a esse tipo de ambiente, tanto das espécies arbustivo-arbóreas reconhecidas no presente estudo, quanto das espécies de outros hábitos que ainda serão estudados com mais empenho. Diante dos aspectos estruturais analisados, a mancha de Cerrado *s.s.* estudada trata-se de um enclave (IBGE, 2012) dessa fitofisionomia que já esteve presente em outras porções do fragmento da face norte da Lagoa dos Cadetes da GUARNAE-YS, mas que hoje se converteram em fisionomia florestal como transição entre Cerradão e FES.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As famílias mais ricas do presente estudo também estiveram presentes em outros estudos da mesma fitofisionomia com maior número de espécies, com destaque para Fabaceae quanto à diversidade de espécies das quais algumas foram muito abundantes e presentes em vários tamanhos, além de ter boa contribuição em área basal da comunidade. A riqueza de espécies esteve abaixo dos demais trabalhos e boa parte dos gêneros e famílias possuíam uma única espécie. Embora menos da metade das espécies reconhecidas no estudo fitossociológico sejam de ampla distribuição no Estado de São Paulo, a grande maioria das espécies reconhecidas no presente estudo estiveram entre as espécies de ocorrência e dominância no Cerrado *s.l.* no país, como também entre as mais frequentes da província sul. A espécie mais abundante, de maior densidade e frequência foi *X. aromatica* enquanto *P. emarginatus* foi a de maior área basal. As 10 espécies mais importantes da área estudada correspondem a uma alta porcentagem do IVI indicando que há dominância de poucas espécies na comunidade. As espécies de maior e menor IVI no atual estudo trocaram de posições em relação a outras áreas de mostrando as diferenças entre áreas de mesma fitofisionomia de diferentes locais. Houve espécies reconhecidas na atual pesquisa, mas que não atingiram o critério de inclusão, espera-se que tais espécies entrem no estudo fitossociológico futuramente, visto que possuem potencial de alcançar o critério de inclusão adotado e estirem presentes nos demais estudos. A ausência de queimadas no fragmento ao norte da Lagoa dos Cadetes refletiu também na baixa proporção de árvores mortas em pé no Cerrado *s.s.*, mas possibilitou o adensamento da vegetação ao redor, assim como ocorreu em outras áreas de vegetação de cerrado. O treinamento militar realizado na área estudada provoca distúrbios pontuais na vegetação, o que retardou o adensamento da vegetação, mas será preciso acompanhar a dinâmica da vegetação com base nos dados fitossociológicos atuais para averiguar se o treinamento militar direcionado também à

fisionomia florestal ao redor poderá fazê-la retornar à fisionomia savânica. Na área de Cerrado *s.s.* não houve espécies florestais, foram encontradas apenas duas generalistas, e a maioria foi típica de Cerrado *s.s.* e Cerradão dentre as quais estiveram espécies de maior importância. Algumas espécies de maior abundância do estudo são intolerantes ao ambiente sombreado da floresta, poderão ter sua abundância reduzida com o adensamento da vegetação e as espécies com poucos indivíduos poderão ser eliminadas da comunidade. Os aspectos estruturais da mancha de Cerrado *s.s.*, como área basal, densidade de indivíduos, distribuição diamétrica e estrutura vertical, evidenciam que ainda mantém as características da fitofisionomia; ou seja, trata-se de um enclave em meio ao fragmento de transição entre Cerradão e FES. É importante que esses aspectos estruturais perdurem na vegetação a fim de possibilitar a manutenção da biodiversidade desse ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Guarnição de Aeronáutica pelo apoio durante toda a fase de coleta, ao PPGCAm pelo recurso PROAP necessário ao deslocamento e ao Centro de Ciências Agrárias pelos recursos para tratamento do material botânico.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM NETO, G. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <geron.alvim@sp.gov.br> em 28 ago. 2024.

BAITELLO, J. B. et al. Lauraceae. In: WANDERLEY, M. DAS G. L. et al. (Eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP: RiMa, 2003. v. 3p. 149–224.

BALDUINO, A. P. DO C. et al. FITOSSOCIOLOGIA E ANÁLISE COMPARATIVA DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO CERRADO DA FLORA DE PARAÓPEBA-MG. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 25–34, 2005.

Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. FLORÍSTICA DO CERRADO EM EMAS (PIRASSUNUNGA, SP). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 16, p. 49–64, 1997.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO BASEADA EM CARACTERES VEGETATIVOS PARA AS ESPÉCIES VASCULARES DO CERRADO NA ARIE PÉ-DE-GIGANTE (SANTA RITA DO PASSA QUATRO, SP). **Revista do Instituto Florestal**, v. 11, n. 2, p. 137–158, 1999.

BDQueimadas. Programa Queimadas, INPE. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/#exportar-dados>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

BIGIO, N.C.; SECCO, R.S. Peraceae in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB17628>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. Biogeographic patterns, β -diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 2295–2318, 2004.

CARDOSO, E. et al. MUDANÇAS FITOFISIONÔMICAS NO CERRADO: 18 ANOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA, UBERLÂNDIA-MG. **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 32, p. 254–268, 2009.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista brasileira de botânica**, v. 1, p. 17–23, 1978.

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A. L. (Ed.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 77–91.

DURIGAN, G. et al. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 3, p. 251–262, 2002.

DURIGAN, G. et al. THE VEGETATION OF PRIORITY AREAS FOR CERRADO CONSERVATION IN SÃO PAULO STATE, BRAZIL. **EDINBURGH JOURNAL OF BOTANY**, v. 60, n. 2, p. 217–241, 2003.

DURIGAN, G. et al. Fanerógamas. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 104–109.

DURIGAN, G. et al. **Espécies indicadoras de fitofisionomias na transição cerrado-mata atlântica no estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria da Biodiversidade e Recursos Naturais, 2012.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, n. 1, p. 119–130, mar. 2006.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. DISTRIBUIÇÃO DOS DIÂMETROS NUMA FAIXA DE CERRADO NA FAZENDA ÁGUA LIMPA (FAL) EM BRASÍLIA-DF. **Acta Botânica Brasílica**, v. 2, n. 1–2, p. 85–104, 1988.

FELFILI, M. C. **Proposição de critérios florísticos, estruturais e de produção para o manejo do cerrado *sensu stricto* do Brasil Central**. 2008. 133 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

Fidalgo, O.; Bononi, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica. 61 p. 1989.

Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível In: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 4 Mar 2024.

Forest-GIS. Banco de Dados de Links. **Altimetria do Brasil**. Disponível em: <<https://forest-gis.com/download-gis-base-de-dados/>>. Acesso em: 21 mar. 2024.

FREITAS, M.F. Myrsine in Flora e **Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10223>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

GILES, A. L. Consequências do corte periódico do componente lenhoso da vegetação de cerrado. 2016. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – UNESP, Botucatu. 2016.

GOMES-DA-SILVA, J. et al. Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. **Taxon**, v. 71, n. 1, p. 178–198, 1 fev. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. v. 1

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Geociências. Informações Ambientais. **Biomias**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomias.html>>. Acesso em: 10 mar. 2024a.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Geociências. Informações Ambientais. **Climatologia**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 21 mar. 2024b.

JUNG-MENDAÇOLLI, S. L. et al. Rubiaceae. In: WANDERLEY, M. DAS G. L. et al. (Eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2007. v. 5p. 259–460.

LASCHI, A. L. B. B. et al. REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA ÁREA DO ENTORNO DA LAGOA DOS CADETES, GUARNIÇÃO DE AERONÁUTICA DE PIRASSUNUNGA. In: 17º Congresso Nacional de Meio Ambiente, v. 12, n.1, 2020, Poços de Caldas. **Anais... Poços de Caldas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**, 2020. p. 1-5. Disponível em: <<https://www.meioambientepocos.com.br/anais2020.html>>. Acesso em 02 set 2024.

LIMA, P. M. et al. STRUCTURE AND DIVERSITY OF THE ARBOREAL COMPONENT IN CERRADO SENSU STRICTO IN NORTHERN MINAS GERAIS. **Floresta**, v. 51, n. 1, p. 61–69, 2021.

MARTINS, A. B. et al. Melastomataceae. In: WANDERLEY, M. DAS G. L. et al. (Eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, FAPESP, 2009. v. 6p. 1–168.

MENDONÇA, A. H. **Avaliação do efeito de borda sobre a vegetação de cerrado stricto sensu inserido em matriz de pastagem**. 2010. 172 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2010.

MENDONÇA, J. O.; AMARAL JUNIOR, A. ERYTHROXYLACEAE. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP:HUCITEC, 2002. v. 2p. 107–120.

METZGER, J. P.; RODRIGUES, R. R. Mapas síntese. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 132–139.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de Levantamento do Componente Arbóreo-Arbustivo. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **FITOSSOCIOLOGIA NO BRASIL: Métodos e Estudos de Casos**. Viçosa: Editora UFV, 2011. v. 1p. 174–212.

OLIVEIRA, M. C. DE et al. Queimadas, práticas agrícolas, recuperação de áreas degradadas e a infiltração no Cerrado. In: CARVALHO, J. C. DE; GITIRANA JÚNIOR, G. DE F. N.; CARVALHO, E. T. L. (Eds.). **Tópicos sobre infiltração: teoria e prática aplicadas a solos tropicais**. 1. ed. Brasília: Faculdade de Tecnologia, 2012. v. 4p. 207–234.

OLIVEIRA JÚNIOR, V. D. DE et al. Meta-Analysis in different phytophysionomies of the Cerrado and Atlantic Forest áreas. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 2, p. 1445–1453, 1 set. 2021.

PEREIRA, I. M. et al. ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DE UMA ÁREA DE CERRADO SENSU STRICTO EM SETE LAGOAS, MG. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 9, n. 17, p. 3433–3446, 2013.

PINHEIRO, E. DA S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 3, p. 441–454, 2009.

PINHEIRO, E. DA S.; DURIGAN, G. DIFERENÇAS FLORÍSTICAS E ESTRUTURAIS ENTRE FITOFISIONOMIAS DO CERRADO EM ASSIS, SP, BRASIL. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 181–193, 2012.

PINHEIRO, M. H. O.; AZEVEDO, T. S. DE; MONTEIRO, R. Spatial-temporal distribution of fire-protected savanna physiognomies in Southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 2, p. 379–395, 2010.

POLISEL, R. T. **Chave de Identificação de Plantas: Chave de reconhecimento das famílias e gêneros arbóreos nativos presentes em todos os Domínios de Vegetação do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Brasil Bioma, 2018.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57–109, 2003.

Reflora - Herbário Virtual. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acesso em 25 fev. 2024.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. DE; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1p. 151–199.

ROSSETTO, E.F.S.; SÁ, C.F.C.; SOUZA, F.S.; COELHO, A.A.O.P. Guapira in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10908>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SALVADOR, G. S. et al. A família Ochnaceae DC. no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 423–434, 2010.

SANTOS, M. F. et al. Myrcia in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10660>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SECRETARIA DA FAYS. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <secretaria.fays@fab.mil.br> em 09 set. 2024.

SILVA, J. V. **Bromeliaceae como ferramenta em estudos ambientais na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (Pirassununga, SP)**. 2019. 20 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2019

SILVA-LUZ, C. L. et al. Anacardiaceae in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB4407>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SOUZA, V. C. et al. **Guia das plantas do cerrado**. Piracicaba: Taxon Brasil Editora e Livraria, 2018.

SpeciesLink. Disponível em:<<https://specieslink.net/>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

TORRES, D. M.; FONTES, M. A. L.; SAMSONAS, H. DO P. Relações solo-vegetação na estruturação de comunidades de cerrado sensu stricto no sul de Minas Gerais, Brazil. **Rodriguesia**, v. 68, n. 1, p. 115–128, 1 jan. 2017.

TRAD, R.J. Kielmeyera in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB6855>>. Acesso em: 25 fev. 2024.

WALTER, B. M. T. et al. Fitofisionomias do Cerrado: classificação, métodos e amostragens fitossociológicas. In: EISENLOHR, P. V. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2015. v. 2p. 183–212.

WANDERLEY, M. DAS G. L. et al. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2016. v. 8

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO

Na presente dissertação, a vegetação de cerrado da Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga (GUARNAE-YS) foi explorada em diferentes aspectos. No primeiro capítulo analisou-se a extensão, distribuição e alterações de área das diferentes classes de uso e cobertura da terra, como a Formação Savânica que representa Cerrado *sensu stricto* (*s.s.*); conjuntamente se analisou a acurácia dos mapeamentos gerados pela classificação automática do MapBiomas. No segundo capítulo realizou-se um levantamento florístico direcionado ao hábito arbóreo do remanescente de transição entre Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual (FES) contendo uma mancha de Cerrado *s.s.*, como também ao fragmento de FES contínuo com a Floresta Ciliar. No terceiro capítulo, examinou-se a estrutura e a flora do Cerrado *s.s.* contido dentro do fragmento de transição ao sul, e se discutiu sobre o adensamento da vegetação do entorno relacionando com a influência do treinamento militar.

A maior proporção na Guarnição de Aeronáutica de Pirassununga é destinada à Agropecuária, mas não houve aumento de área no período analisado, enquanto boa parte do seu território ainda abriga vegetação nativa que é predominantemente de Formação Florestal, seguida pela Formação Natural não Florestal (FNnF) e a Formação Savânica. Foi possível localizar as áreas de FNnF pelo território, vegetação ainda sem estudos florísticos, e reconhecer a redução da Formação Savânica e que está predominantemente na região sudeste da GUARNAE-YS. Nas três classificações analisadas, a concordância foi muito boa indicando que a classificação automática de uso e cobertura da terra do MapBiomas possibilita um bom entendimento de todo o local.

O estudo florístico em dois dos maiores fragmentos da GUARNAE-YS permitiu o reconhecimento de mais de 100 espécies arbóreas, dentre as quais algumas com grau de ameaça, valor que tende a aumentar com a continuidade dos estudos florísticos em outros tipos de vegetação, o que evidencia o potencial da biodiversidade do local. Foi reconhecida também a segunda espécie arbórea invasora em meio à vegetação nativa, fato que merece atenção para elaborar seu manejo contra sua disseminação, afinal tais espécies impactam negativamente na conservação da biodiversidade.

Mesmo com o adensamento da vegetação de quase todo o fragmento ao norte da Lagoa do Cadetes ao sul da GUARNAE-YS, a mancha de Cerrado *s.s.* estudada ainda possui todas as características florísticas e estruturais da fitofisionomia, portanto trata-se de um enclave dessa fitofisionomia que no passado houve outras porções semelhantes pelo fragmento, mas que hoje está isolada em meio à vegetação de tensão ecológica de Cerradão e Floresta Estacional

Semidecidual. Para que a riqueza reconhecida no Cerrado *s.s.* seja preservada, torna-se necessária a manutenção das características dessa fitofisionomia, bem como a continuidade dos treinamentos militares realizados em seu interior.

Os resultados da presente dissertação ressaltam o potencial da GUARNAE-YS à conservação da biodiversidade da Bacia do Rio Mogi Guaçu, já que o local pode ser um corredor ecológico entre as principais UCs da região. Também foi possível identificar a necessidade de estudos para quantificar e localizar especificamente as áreas de Formação Florestal que se regeneraram de áreas Agropecuárias, levantamentos com o hábito não-arbóreo e em outros tipos de vegetação, e explorar a similaridade florística da mancha de Cerrado *s.s.* com outras áreas da região sudeste do país.

Como há forte comunicação entre as pesquisas realizadas na área e a GUARNAE-YS, será possível converter os resultados dos estudos já realizados, inclusive da presente dissertação, em ações que melhorem a conservação da biodiversidade da GUARNAE-YS e, conseqüentemente, da Bacia do Rio Mogi Guaçu e do Estado de São Paulo. A exemplo da indicação das espécies nativas já reconhecidas no local para se realizar o futuro plantio com finalidade de quebra-vento, remoção das espécies invasoras, e a possibilidade de direcionar também o treinamento militar da mancha de Cerrado *s.s.* à vegetação que se adensou ao redor a fim de convertê-la em fisionomia savânica novamente.