



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS ANÁPOLIS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS -
HENRIQUE SANTILLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM RECURSOS NATURAIS
DO CERRADO

THIAGO CASTRO E SILVA

**ESTRUTURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CERRADO NO
CONTEXTO DA PAISAGEM: ENTENDENDO A VEGETAÇÃO DA
FLORESTA NACIONAL DE SILVÂNIA E SEU ENTORNO**

Anápolis

2020

THIAGO CASTRO E SILVA

**ESTRUTURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CERRADO NO
CONTEXTO DA PAISAGEM: ENTENDENDO A VEGETAÇÃO DA
FLORESTA NACIONAL DE SILVÂNIA E SEU ENTORNO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado, da Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Cerrado.

Orientador: Prof. Dr. Carlos De Melo Silva e Neto

Anápolis

2020

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, CsA n.1087/2019 sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

Dados do autor (a)

Nome Completo: THIAGO CASTRO E SILVA

E-mail: castro.thiago1@hotmail.com

Dados do trabalho

Título: ESTRUTURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO CERRADO NO CONTEXTO DA PAISAGEM: ENTENDENDO A VEGETAÇÃO DA FLORESTA NACIONAL DE SILVÂNIA E SEU ENTORNO.

Tipo

() Tese (X) Dissertação

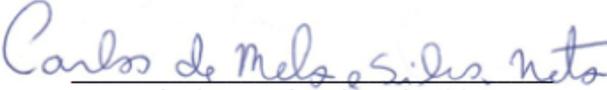
Curso/Programa: PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM RECURSOS NATURAIS DO CERRADO

Concorda com a liberação documento [X] SIM [] NÃO¹

Anápolis, 23 de Junho de 2021



Assinatura do autor (a)



Assinatura do orientador (a)

- ¹ Casos de impedimento:
- Período de embargo é de um ano a partir da data de defesa
 - Solicitação de registro de patente;
 - Submissão de artigo em revista científica;
 - Publicação como capítulo de livro;
 - Publicação da dissertação/tese em livro.

Silva, Thiago Castro e.

Estruturação e conservação do Cerrado no Contexto da Paisagem:
Entendendo a vegetação da Floresta Nacional de Silvânia e seu entorno / Thiago
Castro e Silva – 2020.

69f.: figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Carlos de Melo e Silva Neto

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de
Ciências Exatas e Tecnológicas, 2020.

Bibliografia

THIAGO CASTRO E SILVA

**ESTRUTURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO
CERRADO NO CONTEXTO DA PAISAGEM:
ENTENDENDO A VEGETAÇÃO DA FLORESTA
NACIONAL DE SILVÂNIA E SEU ENTORNO**

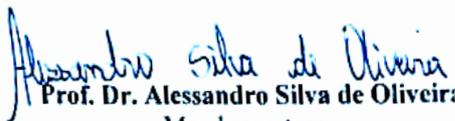
Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado da Universidade Estadual de Goiás, para a obtenção do grau de Mestre, aprovada em 07 de fevereiro de 2020, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:



Prof. Dr. Carlos de Melo e Silva Neto
Presidente da banca
Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Goiás



Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins
Membro interno
Universidade Estadual de Goiás



Prof. Dr. Alessandro Silva de Oliveira
Membro externo
Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Goiás

Aos Castro pela infindável arte de amar e serem o porto seguro para toda uma jornada terrena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pois só Ele merece toda honra. E aos amigos espirituais que me guiam nessa jornada terrena na busca pela evolução.

Aos meus pais José e Delza que sempre me apoiaram e incentivaram durante minha longa trajetória acadêmica, e que sofrem por todos os momentos em que me ausentei do convívio da família. Ao meu irmão Alessandro Castro pelo grande exemplo, apoio e discussões filosóficas a respeito da tese.

A minha esposa Chálita por todo companheirismo, pelo amor, carinho, paciência, cumplicidade, por ser meu alicerce e incentivo nas horas difíceis.

Aos meus pais do coração José Aparecido e Francisca Lima que me faltam palavras para descrever tamanho amor, carinho e atenção.

Ao meu colega e amigo para vida toda Wander pelos momentos de procrastinação. A minhas queridas Amanda Lima, Júlia Machado e Karol Siqueira pelos risos, conversas e ajuda nos campos. Sem vocês este trabalho não se concretizaria.

Ao Engenheiro Florestal Leovigildo Santos pela elaboração dos mapas e análises.

Ao grupo Alagoinhas do RENAC: Francisco Calaça, Ana Clara Santos, Jamira Rocha, Lívia Aguiar, Talita Castro, Talita Barros, Thalles Martins, Filipe Guimarães, Amanda Leão e Amanda Lima agradeço o incentivo e ensinamentos passados. Deixo registrado aqui o meu carinho, respeito e admiração por vocês!

Aos membros da banca avaliadora, professores Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins, Patrícia Dias Tavares e Alessandro Silva de Oliveira pelo aceitem em participar, pelas contribuições, sugestões, colaborações e minúcia na leitura da tese.

Ao ICMBio pelo apoio logístico, em especial: Renato gestor da FLONA por sempre ter cuidado e atenção com as equipes aos funcionários: José Vieira de Sousa (Zezinho) e Raimundo Carvalho Gusmão. A todos dedico minha gratidão pela paciência e esmero em ajudar nas idas a campo.

Agradecimento ao apoio e financiamento do projeto PELD COFA da Flona de Silvânia sob coordenação da profa. Dra. Rosane Garcia Collevatti.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro que possibilitou a realização deste estudo.

A UFG pela disponibilidade em usar os laboratórios.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Carlos de Melo e Silva Neto**, que desde a sua chegada em minha vida me acolheu não só como orientado, mas como um amigo; pela orientação, dedicação e conhecimentos repassados. Pelos períodos de sua atenção e paciência ao ensinar, principalmente por sempre acreditar na minha capacidade de ir além. Obrigado pela sua conduta ética e extremamente humana, pelos conselhos e incentivos que muito acrescentaram em minha carreira profissional e me tornaram um ser humano melhor.

Obrigado a cada um que de alguma forma contribuiu para que eu pudesse subir mais esse degrau. A todos dedico minha gratidão!

“Sou um filho das florestas
Nenhum telhado cobria o local
onde nasci Velhos Carvalhos e
grandes Faias sombreavam a
melancolia em que a grama
crescia A primeira canção que
ouvi foi a dos pássaros na floresta
Meus arredores eram as árvores
Assim, meu nascimento
determinou a minha vocação.”
(JOHANN HEINRICH COTTA)

“Foi o tempo que dedicastes à tua
rosa que a fez tão importante.”
(ANTOINE DE SAINT-EXUPÉRY)

RESUMO

O Bioma Cerrado tem sido cada vez mais afetado pelo avanço do agronegócio e as unidades de conservação são alternativas para a preservação das espécies. Objetivou-se verificar a existência de variações na composição e distribuição das espécies arbóreas em virtude das características químicas do solo, em uma unidade de conservação denominada Floresta Nacional de Silvânia no município de Silvânia – GO. Foram instaladas na área do estudo 50 parcelas. Na parte interna a FLONA, 50m x 20m (1000m²), num total de 11 parcelas. Nas áreas externas a FLONA utilizaram-se 10 parcelas permanentes de 50m x 20m e no restante o dimensionamento de 10m x 10m (100m²). Todos os indivíduos arbóreos de DAP > 5,0cm em Floresta estacional semidecídua, e todos os indivíduos arbóreos com DAB >5,0cm no Cerradão foram amostrados. Sendo 11 parcelas internas e 24 externas. Foram catalogados 2841 indivíduos, com média de 81 espécies por parcela. Em meio a estes indivíduos verificou-se uma riqueza de 172 espécies distribuídas em 51 famílias e 118 gêneros. A análise de componentes principais (PCA) entre as parcelas e as variáveis edáficas, apresentou grupos consistentes entre os cátions ligados a fertilidade do solo (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) com as parcelas da Floresta, e outro grupo das parcelas pertencentes ao Cerrado onde o pH em H₂O foi maior, e também maiores teores de Al³⁺. Foi gerado diagrama de ordenação de espécies e variáveis edáficas por meio da análise de correspondência canônica (CCA) e as espécies de Floresta correlacionaram com uma maior quantidade de nutrientes (K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺), capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC T) e serapilheira. As espécies do Cerrado se correlacionaram com uma maior quantidade de Alumínio (Al³⁺) e pH em H₂O. O diagrama da CCA confirmou o gradiente florístico em virtude da tênue variação de fertilidade do solo. O dendrograma gerado pela análise de agrupamento entre os módulos amostrais apresentou dois grupos distintos por dissimilaridade. A PCA para análise de paisagem indicou que as parcelas de Cerrado estão mais correlacionadas as variáveis ambientais e as parcelas de Floresta estão mais ligadas as variáveis de solo. O dendrograma gerado a partir das variáveis edáficas e ambientais indicou a similaridade entre as parcelas a partir da disposição das mesmas nas diferentes localidades das microbacias dos rios Vermelho e Piracanjuba.

Palavra-chave: Riqueza, Cerrado Sentido Restrito, Similaridade Florística, Solo, Espécies Nativas.

ABSTRACT

The Cerrado Biome has been increasingly affected by the advance of agribusiness and the conservation units are alternatives for the preservation of species. The objective of this study was to verify the existence of variations in the composition and distribution of tree species due to soil chemical characteristics in a conservation unit called Silvânia national forest in the municipality of Silvânia - GO. Fifty plots were installed in the study area. In the inside flona, 50m x 20m (1000m²), a total of 11 plots. In the external areas FLONA, 10 permanent plots of 50m x 20m were used and in the remaining the dimensioning of 10m x 10m (100m²). All tree individuals of DAP > 5.0cm in Semideciduous seasonal forest, and all tree individuals with DAB >5.0cm in Cerradão were sampled. There were 11 internal and 24 external plots. A total of 2,841 individuals were cataloged, with an average of 81 species per plot. Among these individuals there was a wealth of 172 species distributed in 51 families and 118 genera. The principal component analysis (PCA) between the plots and the edaphic variables presented consistent groups between the cations linked to soil fertility (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) with the portions of the Forest, and another group of plots belonging to the Cerrado where the pH in H₂O was higher, and also higher levels of Al³⁺. A diagram of ordering of species and edaphic variables was generated through canonical correspondence analysis (CCA) and forest species correlated with a greater amount of nutrients (K⁺ and Ca²⁺ Mg²⁺), cation exchange capacity at pH 7 (CTC T) and Burlap. Cerrado species correlated with a higher amount of Aluminium (Al³⁺) and pH in H₂O. The CCA diagram confirmed the floristic gradient due to the tenuous variation of soil fertility. The dendrogram generated by the cluster analysis between the sample modules presented two distinct groups due to dissimilarity. The PCA for landscape analysis indicated that cerrado plots are more correlated with environmental variables and forest plots are more linked to soil variables. The dendrogram generated from the edaphic and environmental variables indicated the similarity between the plots from their disposition in the different locations of the Red and Piracanjuba river basins.

Keywords: Richness, Cerrado Restricted Sense, Floristic Similarity, Soil, Native Species.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CAS - Circunferência a altura do solo
CSR_D - Cerrado Sentido Restrito Dentro dos limites da unidade de conservação
CSR_F - Cerrado Sentido Restrito Fora dos limites da unidade de conservação
CTC - Capacidade de troca catiônica
DAP - Diâmetro a altura do peito
FLONA - Floresta Nacional de Silvânia
FLOR_D - Floresta Estacional dentro da unidade de conservação
FLOR_F - Floresta Estacional fora da unidade de conservação
MAC_D - Mata Ciliar dentro dos limites da unidade de conservação
MAC_F - Mata Ciliar fora dos limites da unidade de conservação
GO - Goiás
ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
MMA - Ministério do Meio Ambiente
PELD - Plano Ecológico de Longa Duração
UC - Unidade de Conservação
UFG - Universidade Federal de Goiás
°C - Grau Celsius
% - Por cento (porcentagem)
< - Menor
= - Igual
cm - Centímetro
g - Grama
ha - Hectare
ind.ha - Indivíduos por hectare
Km - Quilômetro
Km² - Quilômetro quadrado
m - Metro
m² - Metro quadrado
mm - Milímetro

LISTA DE FIGURAS

Pág.

- Figura 1.** Mapa dos pontos inventariados e de coletas de solo e serapilheira no município de Silvânia e em áreas no entorno.....23
- Figura 2.** Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Abundância indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* - Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.....35
- Figura 3.** Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Riqueza indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* - Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.....36
- Figura 4.** Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Serapilheira indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* - Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora).....37
- Figura 5.** Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável DAP - Máximo, indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* - Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.....38
- Figura 6.** Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Altura, indicam

diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* - Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.....39

Figura 7. Distribuição das classes diamétricas e desvio padrão dos indivíduos arbustivo-arbóreos das áreas de Floresta dentro e fora e Cerrado dentro e fora da Floresta Nacional de Silvânia - GO.....40

Figura 8. Distribuição das classes altimétricas e desvio padrão dos indivíduos arbustivo-arbóreos das áreas de Floresta dentro e fora e Cerrado dentro e fora da Floresta Nacional de Silvânia - GO.....41

Figura 9. Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), mostrando a distribuição das parcelas (MAC_F) Mata Ciliar - Fora; (MAC_D) Mata Ciliar - Dentro; (FES_F) Floresta Estacional Semidecidual - Fora; (FES_D) Floresta Estacional Semidecidual - Dentro; (CSR_F) Cerrado Sentido Restrito – Fora; (CSR_D) Cerrado Sentido Restrito – Dentro; (CERR_F) Cerradão – Fora e (CERR_D) Cerradão Dentro na profundidade (0-20cm) da FLONA – Floresta Nacional, Silvânia, Goiás, nos dois primeiros eixos de ordenação, de acordo com as variáveis edáficas. Em que: pH = potencial hidrogeniônico (em H₂O); Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; Al³⁺ = Alumínio; H⁺ = Hidrogênio; P- = Fósforo; K⁺ = Potássio; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; V(%) = Saturação por bases.....44

Figura 10. Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), na camada superficial (0-20 cm) mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das parcelas (MAC_F) Mata Ciliar - Fora; (MAC_D) Mata Ciliar - Dentro; (FES_F) Floresta Estacional Semidecidual - Fora; (FES_D) Floresta Estacional Semidecidual - Dentro; (CSR_F) Cerrado Sentido Restrito – Fora; (CSR_D) Cerrado Sentido Restrito – Dentro; (CERR_F) Cerradão – Fora e (CERR_D) Cerradão Dentro com a abundância das espécies e as variáveis edáficas da Floresta Nacional de Silvânia – Goiás.....46

Figura 11. Dendrograma da similaridade florística das parcelas inventariadas na Floresta Nacional de Silvânia - GO.....49

Figura 12. Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), mostrando a distribuição das parcelas (MC) Mata Ciliar; (FE) Floresta Estacional; (CS) Cerrado Sentido Restrito (CERR_F) Cerradão – Fora e (CE) Cerradão na profundidade (0-20cm) da FLONA – Floresta Nacional , Silvânia, Goiás, nos dois primeiros eixos de ordenação, de acordo com as variáveis edáficas e ambientais. Em que: pH = potencial hidrogeniônico (em H₂O); Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; Al³⁺ = Alumínio; H⁺ = Hidrogênio; P- = Fósforo; K⁺ = Potássio; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; V(%) = Saturação por bases, Riq = Riqueza de espécies, Abun = Abundância de espécies, Serap = Serapilheira, Agricultura, Urbano, Pastagem, Vegetação Nativa e Água.....52

Figura 13. Dendrograma da similaridade das parcelas inventariadas na Floresta Nacional de Silvânia - GO em relação a sua disposição nas diferentes microbacias dos rios Vermelho e Piracanjuba.....53

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1. Flora arbórea amostrada na Floresta Nacional de Silvânia - GO. Nomes científicos ordenados por família botânica, seguidos por número de indivíduos (N) e valores em porcentagem (%).30

Tabela 2. Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis ambientais (0-20 cm) amostradas na Floresta Nacional de Silvânia - GO. Em negrito as variáveis mais representativas, em que: Ca^{2+} = Cálcio; Mg^{2+} = Magnésio; Al^{3+} = Alumínio; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ = Hidróxido de alumínio; K^+ = Potássio; P^- = Fósforo; MO = Matéria orgânica; C = Carbono; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; SB = Soma de bases; pH = potencial hidrogeniônico (em H_2O).42

Tabela 3. Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis de solo (0-20 cm) amostradas na Floresta Nacional de Silvânia - GO. Em negrito as variáveis mais representativas, em que: Dap = Diâmetro a altura do peito; Ca^{2+} = Cálcio; Mg^{2+} = Magnésio; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ = Hidróxido de alumínio; K^+ = Potássio; P^- = Fósforo; Zn^{2+} = Zinco; MO = Matéria orgânica; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; SB = Soma de bases; pH = potencial hidrogeniônico (em H_2O) e variáveis ambientais: Agricultura, Água, Pastagem, Solo exposto, Urbano, Vegetação nativa, Serapilheira, Abundância, Riqueza, Abundância por m^2 , Riqueza por m^2 , Dap médio, Dap máximo, Altura média, Altura máxima.50

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. OBJETIVOS.....	19
2.2 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 Locais de estudo	20
3.2 Inventário Florestal	21
3.3 Serapilheira	24
3.4 Indicadores de qualidade do solo	25
3.5 Caracterização das Fitofisionomias	26
3.6 Classificação do uso da terra e geoprocessamento	26
3.7 Análises Estatísticas.....	28
4. RESULTADOS	30
4.1 Composição Florística	30
4.2 Abundância	35
4.3 Riqueza	36
4.4 Serapilheira	37
4.5 DAP-Altura	37
4.6 Distribuição Diamétrica e Altimétrica.....	39
4.7 Análise de componentes principais	41
4.8 Análises de Correspondência Canônica	45
4.9 Dendrograma	47
4.10 Elementos da paisagem	49
5. DISCUSSÃO.....	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e da América do Sul, ocupando originalmente uma área com cerca de dois milhões Km², equivalente a 23% do território nacional. Abrange o Distrito Federal e quase todo o território de Goiás e Tocantins, além de partes da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rondônia, São Paulo e algumas manchas na região amazônica (MMA, 2018).

O bioma Cerrado apresenta amplas variações fisionômico-florísticas. É possível classifica-lo em onze tipos fitofisionômicos gerais, que podem variar de acordo com o gradiente de biomassa e estão enquadrados nas formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre) (RIBEIRO & WALTER, 2008; FINGER & FINGER, 2015).

A elevada biodiversidade e quantidade de espécies endêmicas do bioma, somadas a sua grande destruição, levaram o Cerrado a ser considerado como um dos *hotspots* mundiais para a conservação da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000). Possui mais de 2.000 espécies de animais vertebrados e 6.600 espécies de plantas, sendo que cerca de 40% das espécies arbóreas são endêmicas (IBRAM, 2018). Além disso, abrange três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul, contribuindo com 43% da água superficial do Brasil (STRASSBURG *et al.*, 2017).

A fauna desempenha papel ecológico importante, os animais atuam no controle populacional de espécies causadoras de prejuízos à saúde ou a agricultura e também na dispersão de sementes. Ademais, a rica diversidade de espécies tem grande potencial econômico para alimentação e pesquisas sobre princípios ativos de medicamentos e outros usos (WWF, 2018). Outros benefícios são o favorecimento do equilíbrio ambiental por meio da ciclagem de nutrientes no ambiente edáfico, a atenuação de extremos climáticos e o elevado potencial de sequestro de carbono (FROUFE *et al.*, 2011).

Mesmo com tamanha riqueza e sua importância para a conservação de espécies e manutenção do equilíbrio nos ecossistemas, o Cerrado não vem recebendo a merecida atenção no que diz respeito a uma política adequada de conservação. O avanço da agricultura na segunda metade do século XX consolidou o Cerrado como uma fronteira agrícola com a instalação de grandes sistemas monoculturais, o que acelerou o processo de degradação de sua paisagem, bem como a extinção de diversas espécies (CASTANHO, 2014). Com isso, o

bioma já perdeu 88 milhões de hectares (46%) da sua cobertura vegetal nativa e apenas 20% de sua área permanece inalterada (STRASSBURG *et al.*, 2017).

Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) entre 2018 e 2019 foram devastados 6.483,4Km² no Cerrado, sendo cerca de 517Km² em Unidades de Conservação (UCs). No ano anterior a taxa de desmatamento nas UCs foi de 449,7Km², ou seja, um aumento de 15% (INPE, 2019).

Há diversos outros fatores que tornam o Cerrado um dos biomas brasileiros que mais sofreu alterações com a ação humana e uma das áreas naturais mais ameaçadas do planeta. Dentre eles: a expansão da pecuária e agronegócio em larga escala; uso desenfreado de agrotóxicos que provocam a contaminação do solo e da água; emprego de técnicas inapropriadas de uso do solo que causam erosão e lixiviação; caça predatória; a carvoaria e o desmatamento causado pela atividade madeireira; desenvolvimento urbano e implantação de grandes obras de infraestrutura (rodovias, hidrelétricas, etc.); baixa proteção legal e deficiência de fiscalização ambiental; incentivos limitados à conservação e conscientização de preservação (WWF, 2018).

Ademais, o Cerrado é o *hotspot* que possui a menor porcentagem de áreas sob proteção integral. O bioma apresenta cerca de 8% de seu território legalmente protegido por UCs e desse total menos de 3% são unidades de conservação de proteção integral (MMA, 2018). Em Goiás o Cerrado se destaca por sua rica biodiversidade, com inúmeras espécies endêmicas (ZAPPI *et al.*, 2015). Mais de 82% das áreas remanescentes de Cerrado em Goiás são menores que 01 ha, indicando o alto grau de fragmentação do bioma. No Estado, as UCs Federais e Estaduais somam 1.986.035,475ha, o que corresponde a apenas 5,84% de áreas protegidas em Goiás. Uma dessas unidades é a Floresta Nacional (FLONA) de Silvânia, município de Goiás, localizada na região leste do Estado a 88Km da capital Goiânia (MMA, 2018).

Mesmo com todos esses motivos, a FLONA de Silvânia ainda carece de estudos sobre a importância na proteção e conservação (uso racional e sustentável) dos ecossistemas ali existentes. Nesse contexto, entra a importância da valoração ambiental da FLONA. O inventário florestal fornece subsídios necessários para conhecer as características da flora arbórea, sendo fundamental para a elaboração de um planejamento cuja finalidade é o aproveitamento das suas potencialidades naturais, a proteção e conservação do ambiente, além de servir como base para estudos em diferentes áreas do conhecimento (CAMPOS & LEITE, 2009).

2. OBJETIVOS

2.2 Objetivo Geral

Estudar a influência de uma unidade de conservação e atributos da paisagem sobre a estruturação da vegetação do Cerrado.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a caracterização fitofisionômica e arbórea dentro e no entorno da FLONA;
- Comparar as fitofisionomias da flora arbórea dentro e no entorno da FLONA;
- Estimar a abundância e riqueza da vegetação arbórea dentro e no entorno da FLONA;
- Caracterizar a estrutura vertical e horizontal florestal dentro e no entorno da FLONA;
- Avaliar os indicadores edáficos e a serapilheira do solo dentro e no entorno da FLONA e relacionar com a vegetação;
- Comparar espécies arbóreas entre as microbacias dos rios Vermelho e Piracanjuba;
- Relacionar aspectos edáficos e ecológicos com os atributos de uso da terra.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Locais de estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional de Silvânia e em áreas adjacentes localizadas no município de Silvânia, GO. Com aproximadamente 486,37ha, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 16° 38' 30.0"S - Longitude 48° 39' 02.5"W com altitude de 877m acima do nível do mar e conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, sendo caracterizado por duas estações bem definidas, uma quente e chuvosa, que ocorre de outubro a abril, e outra fria e seca de maio a setembro.

A FLONA de Silvânia correspondia, antigamente, à Fazenda Marinho, cujo proprietário era o senhor Josué Rodrigues Gonçalves. Em meados de 1949 José Sêneca Lobo, prefeito de Silvânia à época, adquiriu a área da fazenda, destinando-a para a implantação do Horto Florestal de Silvânia, o qual foi criado no dia 13 de janeiro de 1949, pelo Governo Federal, através da Lei nº 612 (ICMBIO, 2015).

Até 1989 o Horto Florestal se destinava ao estudo de plantas exóticas e nativas, sendo chamado de Estação Florestal de Experimentação (EFLEX), gerenciada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Mais tarde, a EFLEX passou a ser subordinada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e foi elevada à categoria de Floresta Nacional, através da Portaria IBAMA nº 247 de 18 de julho de 2001. Atualmente a FLONA de Silvânia é administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Autarquia Federal criada pela Lei nº 11.516 de 28 de agosto de 2007 (ICMBIO, 2015).

A FLONA de Silvânia mede cerca de 486ha e tem como objetivos principais:

Promover o manejo adequado dos recursos naturais; garantir a proteção dos recursos hídricos e das belezas cênicas; fomentar o desenvolvimento da pesquisa científica básica e aplicada, da educação ambiental e das atividades de recreação, lazer e turismo (SNUC, 2020).

Apesar de ser uma unidade de conservação pequena, a região possui grande variedade faunística e florística. Exerce papel importante tanto na proteção de espécies endêmicas -- perereca-do-mato (*Scinax centralis*) e rãzinha (*Allobates goianus*) -- como nas ameaçadas de extinção (lobo-guará, gato-do-mato, tamanduá-bandeira). Estudos da avifauna da FLONA de Silvânia revelaram que na UC são encontradas 16% das aves descritas para o bioma (PEREIRA, 2011). Além disso, há diversos tipos de frutos comestíveis na região, com

destaque para o Pequi (*Caryocar brasiliense*), Buriti (*Mauritia flexuosa*), Mangaba (*Hancornia speciosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Bacupari (*Salacia crassifolia*), Cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile*), Araticum (*Annona crassifolia*) e as sementes do Barú (*Dipteryx alata*) (ICMBIO, 2015).

A FLONA de Silvânia também oferece atividades de lazer, sendo aberta ao público para visitas e passeios pelas trilhas com vegetação nativa, composta por mata de galeria em transição com o cerrado. A unidade possui, ainda, um viveiro onde são cultivadas mudas de várias espécies nativas ou não, que são doadas para a comunidade (ICMBIO, 2018).

A região da FLONA de Silvânia é drenada pela micro-bacia hidrográfica do rio Piracanjuba. É delimitada pelos afluentes Córrego Marinho ao leste, Córrego Nosso Senhor do Bonfim ao oeste, Córrego Estiva ao norte e ao sul pelo Rio Vermelho, o qual é o principal curso d'água presente dentro e no entorno da FLONA, com cerca de 11Km de extensão na área de estudo (ICMBIO, 2015). Solos na parte interna a FLONA são predominantemente do tipo Latossolo Vermelho Ácrico com porções distintas de Cambissolo Háplico Distrófico. No município de Silvânia predominam Latossolos Vermelho-Amarelo, Latossolos Vermelhos e áreas restritas de Plintossolos, todos estes solos altamente intemperizados e com teores de argila comumente superiores a 80% (EMBRAPA, 2007).

3.2 Inventário Florestal

A amostragem realizada neste estudo foi composta de 50 unidades amostrais (Figura 1). A randomização dos pontos de coleta fora sorteada observando o critério de formações florestais (floresta estacional, e mata de galeria) e savânicas (cerrado sentido restrito e cerrado) Ribeiro & Walter (2008). Para as que foram alocadas dentro da unidade de conservação, consideradas parcelas permanentes, usou-se o dimensionamento de 50m x 20m (1000m²), em um total de 11 parcelas. Nas áreas externas a FLONA utilizaram-se 10 parcelas permanentes de 50m x 20m (1000m²) (MARTINS *et al.*, 2016), parcelas estas que serão acompanhadas por equipes inventariantes futuras. Nas parcelas restantes usou-se o dimensionamento de 10m x 10m (100m²). Os tamanhos foram redimensionados para abranger regiões mais longínquas externas a unidade de conservação, contemplando municípios circunvizinhos.

Nas parcelas de Floresta Estacional Semidecidual (e outras parcelas florestais como Cerradão) os indivíduos arbóreos com circunferência à altura do peito igual ou superior a

15,7cm ($DAP \geq 5\text{cm}$) e altura total foram identificados com seus respectivos nomes científicos e mensurados com fita métrica (MARTINS *et al.*, 2016).

No Cerradão (e outras parcelas de Cerrado) todos os troncos de uma mesma árvore, assim como as suas bifurcações a 30cm de circunferência do solo ($CAS \geq 5\text{cm}$), foram medidos separadamente. Indivíduos com caules diversos foram incluídos quando a raiz da soma dos quadrados dos CAS obedeceu ao critério de inclusão e contabilizados como indivíduo único conforme Otoni *et al.* (2013). Posteriormente CAS foi Transformado em $DAP = CAP / \pi$.

As alturas totais de todas as árvores dentro das parcelas foram obtidas através de clinômetro eletrônico *Haglof*, esticando-se a trena de 20m de comprimento para medir a distância entre o operador do clinômetro e a base da árvore, para o ajuste do aparelho e medição da altura (CAMPOS & LEITE, 2009).



Figura 1. Mapa dos pontos inventariados e de coletas de solo e serapilheira no município de Silvânia e em áreas no entorno.

As parcelas foram marcadas de forma permanente, com todas as árvores incluídas na amostragem sendo etiquetadas com plaquetas de alumínio em ordem sequencial, obedecendo ao seguinte caminhamento de cima para baixo e da direita para esquerda, e as bordas das parcelas foram demarcadas com fita plástica vermelha resistente ao tempo e intempéries climáticas, de maneira a facilitar sua localização nas remedições futuras (FELFILI *et al.*, 2005).

Para evitar o efeito de borda nas parcelas foi adotado a seguinte estratégia, caminhar pelo menos 30m adentro para que se diminuísse esse erro amostral, já que a floresta é recortada por estradas. Todos os indivíduos arbóreos inseridos nas parcelas foram identificados em campo ou através de coleta e secagem de material botânico para identificação com auxílio de literatura especializada (SILVA JÚNIOR, 2005; KUHLMANN, 2012) ou por comparações com materiais botânicos depositados em herbários no estado de Goiás com auxílio de especialistas (Silva Neto, C. M.; Ferreira, H. D.; Nascimento, K. S. e Martins, T. O.). Todos os nomes das espécies e seus respectivos autores e sinônimas foram confirmados e atualizados pelo site da Lista de Espécies da Flora do Brasil <http://reflora.jbrj.gov.br/> (FLORA DO BRASIL, 2020).

3.3 Serapilheira

A serapilheira exerce inúmeras funções no equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas, compreendendo a camada mais superficial do solo em ambientes florestais, composta por folhas, ramos, órgãos reprodutivos e detritos (TOSCAN *et al.*, 2017). Sua produção controla diretamente a quantidade de nutrientes que retorna ao solo e seu acúmulo se relaciona com a atividade decompositora dos microrganismos e com o grau de perturbação dos ecossistemas. O mecanismo de decomposição é regulado pela comunidade de organismos decompositores, as características bioquímicas do material orgânico e as condições ambientais. Dentre estes fatores, a umidade e a temperatura desempenham papel importante no processo de decomposição. De modo geral, a atividade da comunidade decompositora é estimulada pelo aumento da precipitação e da temperatura, principalmente nos ecossistemas mais secos (ALVES *et al.*, 2006; BAUER *et al.*, 2016).

Com o auxílio de uma moldura de madeira de 25cm x 25cm (0,0625m²), lançado aleatoriamente nas áreas de estudo, de acordo com a metodologia de Lima *et al.* (2015), considerou-se serapilheira toda matéria orgânica morta acima do solo. Nos casos onde a

serapilheira ficou parte dentro e parte fora da moldura, foi coletada apenas a parte que estava no interior das mesmas. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e etiquetado levado ao Laboratório de Alometria e Inventário Florestal da Universidade Federal de Goiás (UFG).

No laboratório, as amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar, a 70°C por aproximadamente 72h, até atingir peso constante. Após a secagem da serapilheira realizou-se a pesagem com balança digital (0,1g) do material de cada amostra individual (LIMA *et al.*, 2015)

3.4 Indicadores de qualidade do solo

A qualidade do solo propicia condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas e a manutenção de organismos que coexistem. A variação destes atributos, determinada pelo uso e manejo do solo, e sua avaliação são importantes para a determinação do melhor manejo visando a sustentabilidade e a manutenção do ecossistema.

Para a análise dos componentes, em parcelas foram coletadas cinco amostras, com uso de uma pá, nas camadas superficiais de solo (0-20cm de profundidade), nos quatro vértices e no centro, misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta, com cerca de 500g de solo, que foi recolhida e acondicionada em saco plástico lacrado e enviado para laboratório de solos em Goiânia credenciado a Embrapa Solos.

Em laboratório, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha 2mm, as composições granulométricas dos solos foram determinadas pelo método da pipeta (EMBRAPA, 2011). Realizaram-se as análises físicas e químicas seguindo os métodos descritos pela EMBRAPA (2011): teores de fósforo (P) e potássio (K) foram extraídos por Mehlich I; pH em CaCl₂ (1:2,5); cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e alumínio trocável (Al³⁺) extraídos com KCl 1,0mol L⁻¹; teores de zinco (Zn) determinados por espectrofotômetro de absorção atômica; acidez potencial (H⁺+Al³⁺) obtida pela extração com solução tamponada de acetato de cálcio 1mol L⁻¹ e determinado volumetricamente com solução de hidróxido de sódio (NaOH). A partir dos valores de acidez potencial, bases trocáveis e alumínio trocável, calculou-se a capacidade de troca catiônica (CTC) e a percentagem de saturação por bases (V%).

3.5 Caracterização das Fitofisionomias

Para a composição florística utilizaram-se as variáveis fitossociológicas, riqueza e abundância de espécies, DAP x Altura e Serapilheira e a comparação entre as mesmas. Foram geradas matrizes de dados por fitofisionomia e localidade, dentro ou fora da FLONA. Dados estes que serviram de comparação, variáveis resposta, entre os fragmentos no entorno e a Unidade de conservação para se entender como anda a dinâmica e o estado de conservação dessas áreas.

A distribuição de frequência entre as classes de diâmetro e altura foram calculadas e representadas por histogramas para as caracterizações horizontais e verticais do fragmento amostrado. A amplitude das classes de diâmetro foi definida em 5cm e das classes de altura em 2m para fins de comparação. Essas amplitudes seguem as definições de outros autores (MARTINS *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2016) em estudos realizados em uma Floresta Estacional Semidecídua e em Cerradão (MIGUEL *et al.*, 2016).

A nomenclatura das fitofisionomias foi estabelecida segundo Ribeiro & Walter (2008). Para finalidade estatística agrupou-se os dados em dois grandes grupos: 1) Cerrado *stricto sensu* e Cerradão; 2) Floresta Estacional e Mata de Galeria/Ciliar. Agrupamento feito a partir da semelhança de espécies, formações savânicas e florestais, sendo necessário já que alguns pontos de amostragem ficaram com poucas avaliações, pois não havia repetições delas no ambiente.

3.6 Classificação do uso da terra e geoprocessamento

Todas as etapas de sensoriamento remoto e geoprocessamento foram realizadas no software QGIS versão 3.4 (QGIS Development Team, 2019). No módulo GRASS (GRASS GIS, 2017), empregou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) folha 16S 495, fornecido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>), para a delimitação das bacias hidrográficas. A classificação de uso e cobertura do solo foi realizada com auxílio do plugin Dzetsaka (KARASIAK, 2016).

Empregou-se uma imagem do satélite Sentinel-2A, com 10m de resolução espacial, disponibilizada gratuitamente pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>). A imagem utilizada no presente estudo tem data de geração

em 31/08/2018 e, como recomendado por Santos *et al.* (2018) a cobertura de nuvens admitida foi menor que 10%, de modo a facilitar o processo de classificação.

Para uma melhor visualização das classes sobre a imagem foi realizada a composição colorida de falsa cor RGB (*red green blue*). A imagem de satélite é disponibilizada em várias bandas espectrais, onde cada banda abrange uma faixa do espectro eletromagnético, com a composição RGB uma faixa maior desse espectro é abrangida, conseqüentemente mais feições e características da superfície terrestre podem ser distinguidas durante a classificação. As bandas espectrais utilizadas para a composição RGB seguem a proposição de Addabbo *et al.* (2016) e foram: Red - banda 8 (comprimento de onda: 842 nanômetros), Green – banda 4 (comprimento de onda: 665 nanômetros) e Blue – banda 3 (comprimento de onda: 560 nanômetros). Essa composição em falsa cor ainda facilita a distinção dos alvos e feições terrestres pelo olho humano (SANTOS *et al.*, 2017).

Na classificação foi empregado o método supervisionado como sugerido por Santos (2018). Foi realizado o treinamento, com definição das classes do mapeamento, através de uma análise visual da imagem, a fim de “treinar” o algoritmo classificador na distinção dos alvos de interesse. Foram coletados ao menos 50 polígonos representativos de cada classe. A imagem classificada, em formato raster, foi convertida para vetor no formato shapefile para correções e análises posteriores (SANTOS, 2018).

Para o treinamento e posterior classificação supervisionada, as classes de uso do solo foram categorizadas em sete categorias, englobando áreas naturais e antropizadas: (1) Agricultura – incluindo áreas com culturas anuais e perenes; (2) Água – cursos d’água visíveis na imagem como lagos, córregos e rios; (3) Área urbana – áreas construídas, como estradas, residências, indústrias; (4) Pastagem – são áreas ocupadas por pastos destinados à criação de gado; (5) Solo exposto – locais de solo nu, sem cobertura vegetal ou construções; (6) Vegetação nativa – áreas cobertas com vegetação nativa do Cerrado, sem diferenciação das fitofisionomias; (7) Floresta plantada - áreas de plantios florestais com fins econômicos, como as plantações do gênero *Eucalyptus*.

Os valores de uso e cobertura do solo para as bacias hidrográficas foram extraídos por intersecção entre o arquivo vetorial da classificação supervisionada e os polígonos referentes às bacias hidrográficas, extraídos anteriormente do MDE. Para tanto, empregou-se a ferramenta *intersect*, disponível no módulo de geoprocessamento do QGIS.

No entorno de cada ponto foram delimitadas zonas de 200m e 800m, empregando-se a ferramenta *buffer*, disponível no módulo de geoprocessamento do QGIS. Os buffers, gerados

no formato vetorial shapefile, também foram intersectados com o arquivo vetorial resultante da classificação, o que possibilitou a obtenção dos valores de uso do solo dentro de cada buffer nas diferentes distâncias de cada ponto. As tabelas, contendo os dados de uso e cobertura da terra para os buffers e bacias hidrográficas, foram convertidas para planilhas no formato *xls, para análises e obtenção das áreas totais de cada classe no Excel.

3.7 Análises Estatísticas

O software *Past* PAST© v3.11 (HAMMER *et al.*, 2001) foi utilizado para o cálculo das médias, análises e confecção dos gráficos (Serapilheira, Riqueza, Abundância, DAP – Altura e os Histogramas). Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e Levene ($p > 0,05$) para verificar a normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias dos dados Serapilheira, Riqueza e Abundância ajustadas para m² pelas variações dos tamanhos das parcelas, Diâmetro a altura do peito (DAP) – Altura dentro e fora da unidade de conservação.

A significância estatística foi avaliada pelos testes não-paramétricos Kruskal-Wallis e U de Mann-Whitney, já que os mesmos não atenderam os pressupostos de normalidade e para comparar os conjuntos de dados Serapilheira, Riqueza, Abundância, DAP – Altura dentro e fora da unidade de conservação. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando valores de $p \leq 0,05$ foram obtidos.

Para produzir uma ordenação ambiental das parcelas a partir das variáveis químicas do solo, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA). Para a construção do diagrama, foram utilizadas as parcelas de cada fitofisionomia, para verificar a correspondência com parâmetros do solo (pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺+ H⁺+ P⁺ Al³⁺, K⁺), capacidade de troca de cátions a pH 7,0, argila, silte, areia e serapilheira.

O valor mínimo considerado dos autovalores para a formação dos componentes principais é ≥ 1 . Os autovalores das variáveis podem ser negativos (quando se posicionam no lado esquerdo) ou positivos (lado direito), sendo considerados significativos quando ($> 0,3$) ou ($< -0,3$) (FELFILI *et al.*, 2007).

Com o objetivo de identificar padrões de distribuição das espécies que refletissem as variações ambientais, entre as duas fitofisionomias, foi utilizada a análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAAK, 1987), a partir dos dados ambientais das espécies vegetais e parâmetros do solo (pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺+ H⁺+ P⁺ Al³⁺, K⁺), capacidade de troca de cátions a pH 7,0, Argila, Silte, Areia e Serapilheira.

Realizou-se análise de agrupamento por método hierárquico, usando a distância euclidiana como medida de semelhança. O dendrograma obtido pela análise de agrupamento apresenta, no eixo vertical, o nível de similaridade e, no eixo horizontal, as áreas, formando as classes das fitofisionomias. O agrupamento hierárquico entre as espécies florestais, com o objetivo de reunir as unidades amostrais de tal forma que existisse homogeneidade dentro do grupo de espécies e heterogeneidade entre os grupos, insto é, formar grupos de espécies que possuem similaridade quando aos atributos do solo (pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H^{+} , P^{+} , Al^{3+} , K^{+}), capacidade de troca de cátions a pH 7,0, Argila, Silte, Areia e Serapilheira.

Nessa análise, utilizou-se a distância Euclidiana como medida de similaridade e o método de Cluster como algoritmo de agrupamento. O teste de permutação ANOSIM (*one way*) foi empregado com a finalidade de avaliar a significância das diferenças na composição da comunidade vegetal entre as duas regiões das microbacias dos rios Vermelho e Piracanjuba, utilizando-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis com os dados de abundância de cada espécie. O teste ANOSIM produz uma estatística R que varia em uma amplitude de -1 a +1. Valores R iguais a +1 são obtidos apenas quando todas as réplicas dentro dos grupos são mais similares entre si do que a qualquer réplica de grupos diferentes (OKSANEN *et al.*, 2013).

Para o uso da terra produziu uma ordenação ambiental das parcelas a partir das variáveis antropizadas: (1) Agricultura – incluindo áreas com culturas anuais e perenes; (2) Água – cursos d'água visíveis na imagem como lagos, córregos e rios; (3) Área urbana – áreas construídas, como estradas, residências, indústrias; (4) Pastagem – são áreas ocupadas por pastos destinados à criação de gado; (5) Solo exposto – locais de solo nu, sem cobertura vegetal ou construções; (6) Vegetação nativa – áreas cobertas com vegetação nativa do Cerrado, sem diferenciação das fitofisionomias; (7) Floresta plantada, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA). Para a construção do diagrama foram utilizadas as parcelas de cada fitofisionomia, para verificar a correspondência com parâmetros do solo (pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H^{+} , P^{+} , Al^{3+} , K^{+}), capacidade de troca de cátions a pH 7,0, Argila, Silte, Areia e Serapilheira com a finalidade de identificar padrões de distribuição das espécies que refletissem as variações ambientais, entre as microbacias.

4. RESULTADOS

4.1 Composição Florística

No presente estudo foi inventariado um total de 50 parcelas, nas quais foram encontrados quatro tipos distintos de fitofisionomias: Cerrado *stricto sensu*, Cerradão, Floresta Estacional e Mata Ciliar, cada uma com 24, 08, 11 e 07 parcelas respectivamente.

Conforme demonstrados na Tabela 1 foram catalogados 3010 indivíduos, com média de 60 indivíduos por parcela. Em meio a estes indivíduos verificou-se uma riqueza de 173 espécies em 51 famílias e 118 gêneros. As famílias Fabaceae e Vochysiaceae foram as mais abundantes com 352 e 392 indivíduos cada uma, representando 24,7% da amostra total. Em seguida vieram as famílias Rubiaceae (155), Calophyllaceae (143) Anacardiaceae (139), Proteaceae (130), Sapindaceae (124), Malpighiaceae (120), Bignoniaceae (113) e Annonaceae (111). Os gêneros com maior riqueza de espécies foram *Aspidosperma* (seis), *Byrsonima* (cinco) e os gêneros *Miconia*, *Ocotea*, *Qualea* e *Xylopia* com quatro espécies em cada um.

Tabela 1. Flora arbórea amostrada na Floresta Nacional de Silvânia - GO. Nomes científicos ordenados por família botânica, seguidos por número de indivíduos (N) e valores em porcentagem (%).

Famílias/Espécies	N	%
Anacardiaceae	139	4,6%
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	5	0,2%
<i>Anacardium othonianum</i> Rizzini	8	0,3%
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	5	0,2%
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	38	1,3%
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	9	0,3%
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	74	2,5%
Annonaceae	111	3,7%
<i>Annona coriacea</i> Mart.	12	0,4%
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schlttdl.	27	0,9%
<i>Rollinia sylvatica</i> (A.St.-Hil.) Mart.	7	0,2%
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	36	1,2%
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	8	0,3%
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	4	0,1%
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	17	0,6%
Apocynaceae	92	3,1%
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	14	0,5%
<i>Aspidosperma discolor</i> A.DC.	3	0,1%
<i>Aspidosperma macrocarpum</i> Mart.	32	1,1%
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	12	0,4%
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	9	0,3%
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	7	0,2%
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	2	0,1%

<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	4	0,1%
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	5	0,2%
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.	4	0,1%
Araliaceae	44	1,5%
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	11	0,4%
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	18	0,6%
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	15	0,5%
Asteraceae	37	1,2%
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	13	0,4%
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	24	0,8%
Bignoniaceae	113	3,8%
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	4	0,1%
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	2	0,1%
<i>Handroanthus roseo-albus</i> (Ridl.) Mattos	5	0,2%
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	25	0,8%
<i>Tabebuia caraiba</i> (Mart.) Bureau	77	2,6%
Burseraceae	10	0,3%
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	10	0,3%
Calophyllaceae	143	4,8%
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1	0,0%
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	8	0,3%
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	4	0,1%
<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	130	4,3%
Cannabaceae	3	0,1%
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	3	0,1%
Caryocaraceae	20	0,7%
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	20	0,7%
Celastraceae	30	1,0%
<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.C.Sm.	1	0,0%
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	29	1,0%
Chrysobalanaceae	55	1,8%
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	8	0,3%
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook.f.) Prance	29	1,0%
<i>Hirtella martiana</i> Hook.f.	18	0,6%
Clusiaceae	2	0,1%
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	2	0,1%
Combretaceae	12	0,4%
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	11	0,4%
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	1	0,0%
Connaraceae	19	0,6%
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	16	0,5%
<i>Rourea induta</i> Planch.	3	0,1%
Cunoniaceae	3	0,1%
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	3	0,1%
Dilleniaceae	30	1,0%
<i>Curatella americana</i> L.	12	0,4%
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	18	0,6%
Ebenaceae	44	1,5%

<i>Diospyros burchellii</i> Hiern	44	1,5%
Erythroxylaceae	50	1,7%
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	50	1,7%
Euphorbiaceae	7	0,2%
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	1	0,0%
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	6	0,2%
Fabaceae	352	11,7%
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	60	2,0%
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	34	1,1%
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	3	0,1%
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	6	0,2%
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	2	0,1%
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	22	0,7%
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	0,0%
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	30	1,0%
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	4	0,1%
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	34	1,1%
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	13	0,4%
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	3	0,1%
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.	6	0,2%
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	4	0,1%
<i>Inga marginata</i> Willd.	6	0,2%
<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	1	0,0%
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	7	0,2%
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	6	0,2%
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	2	0,1%
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	2	0,1%
<i>Machaerium opacum</i> Vogel.	42	1,4%
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	5	0,2%
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	28	0,9%
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	4	0,1%
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	4	0,1%
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	21	0,7%
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	2	0,1%
Flacourtiaceae	25	0,8%
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	25	0,8%
Lacistemataceae	1	0,0%
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	1	0,0%
Lamiaceae	21	0,7%
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	7	0,2%
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	14	0,5%
Lauraceae	29	1,0%
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees	10	0,3%
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	1	0,0%
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	7	0,2%
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	4	0,1%
<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	6	0,2%
<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	1	0,0%
Lecythidaceae	8	0,3%

<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	8	0,3%
Loganiaceae	1	0,0%
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1	0,0%
Lythraceae	21	0,7%
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	11	0,4%
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	10	0,3%
Malpighiaceae	120	4,0%
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	22	0,7%
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	3	0,1%
<i>Byrsonima lancifolia</i> A.Juss.	8	0,3%
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	47	1,6%
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	40	1,3%
Malvaceae	72	2,4%
<i>Aguai Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	1	0,0%
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	2	0,1%
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	14	0,5%
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	5	0,2%
<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	26	0,9%
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	8	0,3%
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	1	0,0%
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) A.Robyns	12	0,4%
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	3	0,1%
Melastomataceae	108	3,6%
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	17	0,6%
<i>Miconia burchellii</i> Triana	33	1,1%
<i>Miconia cuspidata</i> Naudin	7	0,2%
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	36	1,2%
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	3	0,1%
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	1	0,0%
<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.) Cogn.	11	0,4%
Meliaceae	108	3,6%
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	37	1,2%
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	20	0,7%
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	51	1,7%
Metteniusaceae	67	2,2%
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	67	2,2%
Moraceae	4	0,1%
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	2	0,1%
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger <i>et al.</i>	2	0,1%
Myristicaceae	34	1,1%
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	34	1,1%
Myrsinaceae	4	0,1%
<i>Cybianthus detergens</i> Mart.	4	0,1%
Myrtaceae	93	3,1%
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	3	0,1%
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	3	0,1%
<i>Myrcia fenzliana</i> O. Berg	43	1,4%
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	5	0,2%
<i>Psidium araca</i> Raddi	10	0,3%

<i>Psidium cattleianum</i>	1	0,0%
<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.	28	0,9%
Nyctaginaceae	30	1,0%
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	6	0,2%
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	19	0,6%
<i>Neea theifera</i> Oerst.	5	0,2%
Ochnaceae	39	1,3%
<i>Ouratea castaneaefolia</i> (DC.) Engl.	1	0,0%
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	38	1,3%
Opliaceae	5	0,2%
<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	5	0,2%
Piperaceae	4	0,1%
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	4	0,1%
Primulaceae	8	0,3%
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	8	0,3%
Proteaceae	130	4,3%
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	113	3,8%
<i>Roupala montana</i> Aubl.	17	0,6%
Rubiaceae	155	5,1%
<i>Cordia edulis</i> (Rich.) Kuntze	58	1,9%
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	23	0,8%
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	7	0,2%
<i>Ixora gardneriana</i> Benth.	30	1,0%
<i>Palicourea rigida</i> H. B. & Kunth	4	0,1%
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	7	0,2%
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	20	0,7%
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	6	0,2%
Rutaceae	5	0,2%
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	5	0,2%
Sapindaceae	124	4,1%
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	26	0,9%
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	1	0,0%
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	2	0,1%
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	95	3,2%
Sapotaceae	15	0,5%
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	8	0,3%
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	4	0,1%
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	3	0,1%
Siparunaceae	30	1,0%
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	30	1,0%
Solanaceae	4	0,1%
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	4	0,1%
Styracaceae	37	1,2%
<i>Styrax camporum</i> Pohl	3	0,1%
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	34	1,1%
Vochysiaceae	392	13,0%
<i>Callisthene major</i> Mart.	107	3,6%
<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.	6	0,2%

<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	123	4,1%
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	10	0,3%
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	100	3,3%
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	19	0,6%
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	20	0,7%
<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	2	0,1%
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	5	0,2%
Total Geral	3010	100,0%

4.2 Abundância

Conforme demonstrado na Figura 2, verificou-se que a fitofisionomia CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora) apresentou a maior quantidade de indivíduos arbóreos, com abundância de 0,2145ind.ha⁻¹. Ao analisar as duas áreas de cerrado foi observada uma diferença estatística significativa na abundância do CSR_D, com média de 0,137ind.ha⁻¹, quando comparados com CSR_F que apresentou média de 0,214ind.ha⁻¹.

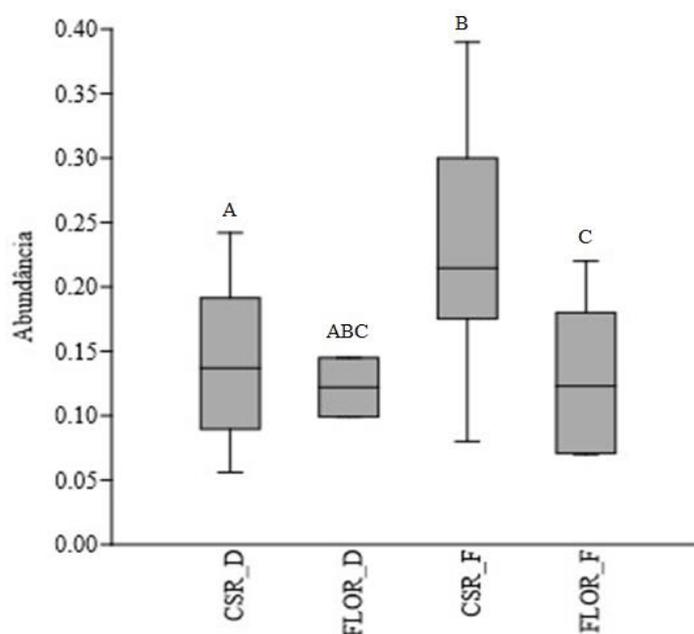


Figura 2. Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Abundância, indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* – Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.

Ao se comparar a abundância de espécies das áreas de Floresta Estacional dentro e

fora da unidade de conservação verificou-se que não houve diferença estatística significativa entre as áreas que apresentaram uma média de 0,122 e 0,123ind.ha⁻¹, respectivamente.

Em contrapartida, ao analisar as áreas fora da unidade de conservação foi observado que o CSR_F apresentou números maiores de abundância comparada a Floresta Estacional, cerca de 1,3 vezes maior. A quantidade de indivíduos arbóreos no CSR_F foi cerca de 1,7 vezes maior que em FLOR_F e 1,5 vezes maior que CSR_D.

4.3 Riqueza

Conforme demonstrado na Figura 3, verificou-se que a fitofisionomia CSR_F apresentou o maior número de espécies arbóreas por parcela, com riqueza de 0,115ind.ha⁻¹. Ao analisar as duas áreas de Cerrado foi observada uma diferença estatística significativa na riqueza do CSR_D, com média de 0,033ind.ha⁻¹ quando comparado com CSR_F que apresentou média de 0,115ind.ha⁻¹

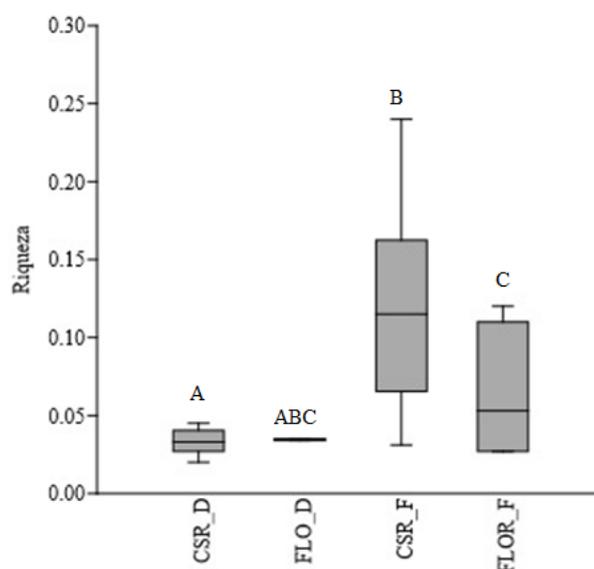


Figura 3. Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Riqueza indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* – Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLO_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.

Ao comparar a riqueza de espécies das áreas de Floresta Estacional dentro e fora da unidade de conservação verificou-se que não houve diferença estatística significativa entre as áreas, que apresentaram média de 0,0345ind.ha⁻¹ e 0,053ind.ha⁻¹, respectivamente. Em

contrapartida, ao analisar as áreas fora da unidade de conservação foi observado que o CSR_F apresentou maior riqueza de espécies se comparada às áreas de Floresta Estacional. A quantidade de indivíduos arbóreos no CSR_F foi o dobro do que em FLOR_F e cerca de três vezes mais do que em CSR_D.

4.4 Serapilheira

Conforme demonstrado na Figura 4 verificou-se que a fitofisionomia FLOR_D apresentou o maior acúmulo de serapilheira por parcela, com peso de 498,8g seguidos por FLOR_F com 164g, CSR_D com 144g e CRS_F com 104g. Ao analisar as áreas de Cerrado e Floresta, dentro e fora, foi observado que não há diferença significativa entre elas. No entanto, houve diferença significativa entre as áreas de FLOR_D e CSR_F sendo que a quantidade em gramas em FLOR_D foi cerca de 2,4 vezes superior.

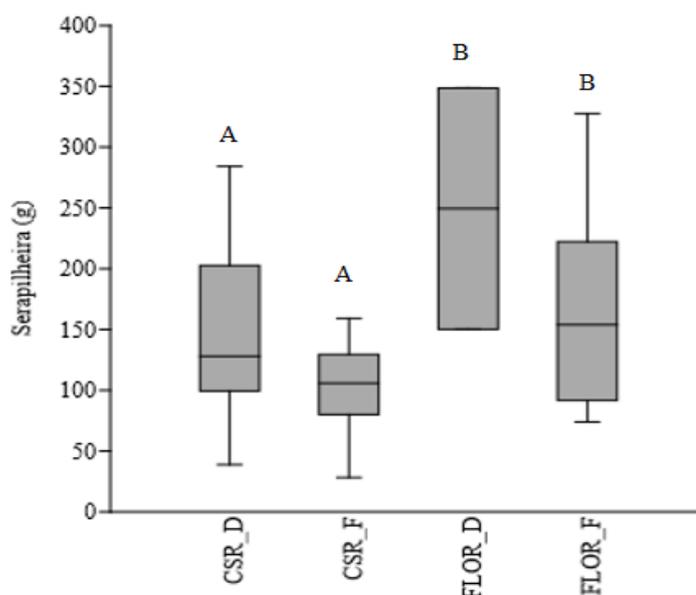


Figura 4. Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Serapilheira, indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* – Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora).

4.5 DAP-Altura

Conforme demonstrado na Figura 5, verificou-se que a fitofisionomia FLOR_F apresentou os maiores índices de DAP máximo com média de 136cm, seguidos por CSR_F com média de 80cm, FLOR_D com média de 41cm e CSR_D com média de 32cm. Ao

comparar as áreas de CSR_D e CSR_F observou-se diferença significativa entre si sendo que as áreas de CSR_F tiveram valores cerca de duas vezes maior do que CSR_D. Para as áreas de Floresta FLOR_F e FLOR_D houve diferença estatística, sendo que FLOR_F obteve valores superiores a FLOR_D, cerca de três vezes mais. Entre as fitofisionomias CSR_F e FLOR_F e CSR_D e FLOR_F também teve-se diferença significativa, sendo a diferença de duas vezes e cinco vezes maior, respectivamente.

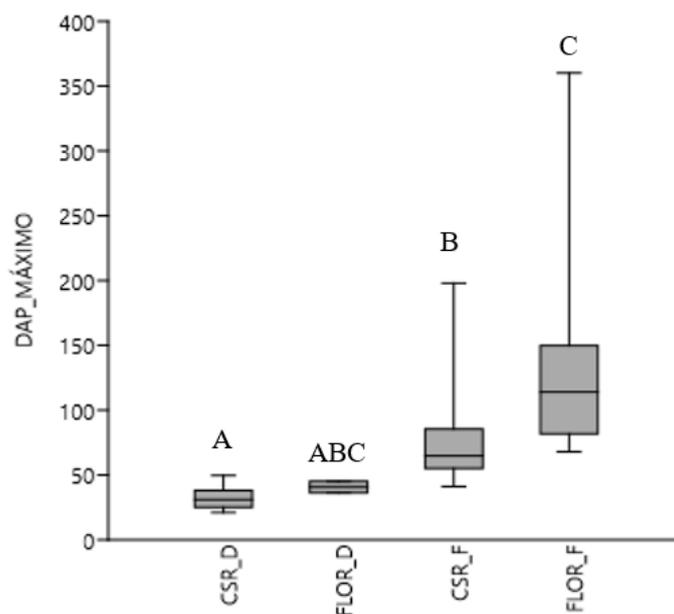


Figura 5. Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável DAP - Máximo, indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* – Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.

Conforme demonstrado na Figura 6 verificou-se que a fitofisionomia FLOR_D apresentou os maiores índices de altura máxima com média de 15,3m, seguida por FLOR_F com 12m, CSR_D com 8,9m e CSR_F com 5,6m. Ao comparar as áreas de CSR_D e CSR_F, não obtiveram diferenças significativas. Entre as fitofisionomias observou-se diferença significativa nas áreas de FLOR_D e CSR_F, sendo que as parcelas de floresta foram cerca de 3 vezes superiores as de CSR_F e as áreas de FLOR_F e CSR_F também obtiveram diferenças significativas sendo as áreas de floresta cerca de duas vezes mais.

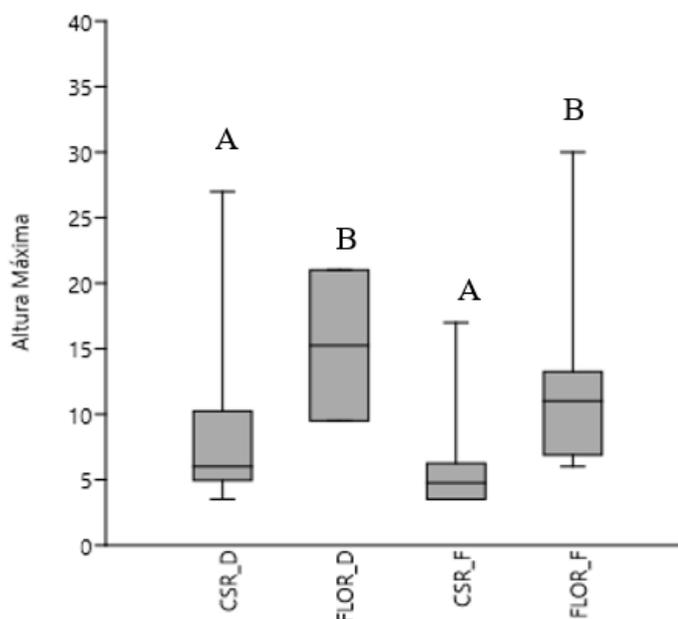


Figura 6. Box-plots com média, quartis, máximo e mínimo da variável Altura, indicam diferenças significativas estatisticamente pelo teste Mann-Whitney U quando $p < 0,05$. CSR_D (Cerrado *stricto sensu* – Dentro); CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora); FLOR_D (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual - Fora). Tratamentos com letras iguais não diferiram significativamente pelo teste Mann-Whitney U.

4.6 Distribuição Diamétrica e Altimétrica

Para as áreas de FLOR_D ficaram concentradas nas classes de diâmetro de 0 – 5 – 10 – 15 e isso corresponde um total de 89% dos indivíduos e para FLOR_F ficaram concentradas nas classes de diâmetro 0 – 20 – 40 correspondendo um total de 97% e as classes finais nas quais apresentaram poucos indivíduos corresponderam com menos de 1%. Para as áreas de CSR_D ficaram concentradas nas classes de diâmetro de 0 – 5 – 10 – 15 e isso corresponde a um total de 89% dos indivíduos e para CSR_F ficaram concentradas nas classes de diâmetro 0 – 7,5 – 15 correspondendo a 91% dos indivíduos e as classes finais nas quais apresentaram poucos indivíduos corresponderam com menos de 1%.

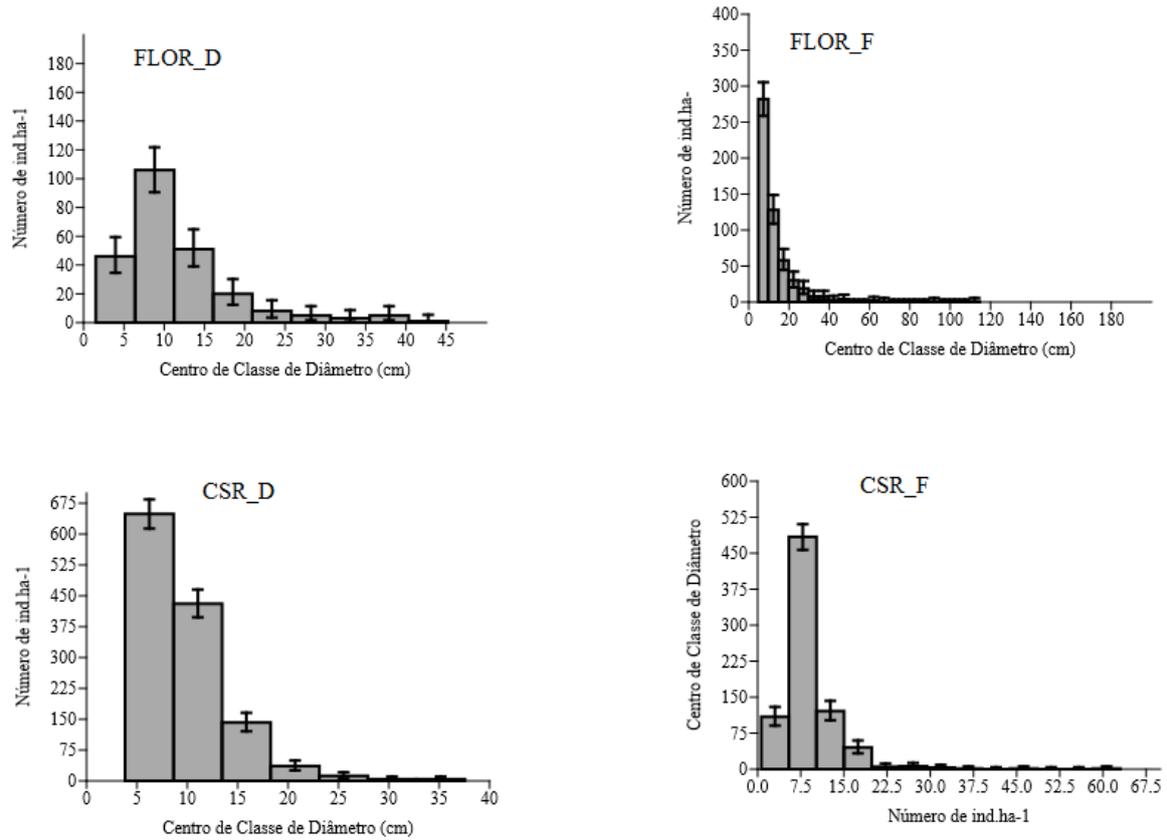


Figura 7. Distribuição das classes diamétricas e desvio padrão dos indivíduos arbustivo-arbóreos das áreas de Floresta dentro e fora e Cerrado dentro e fora da Floresta Nacional de Silvânia - GO.

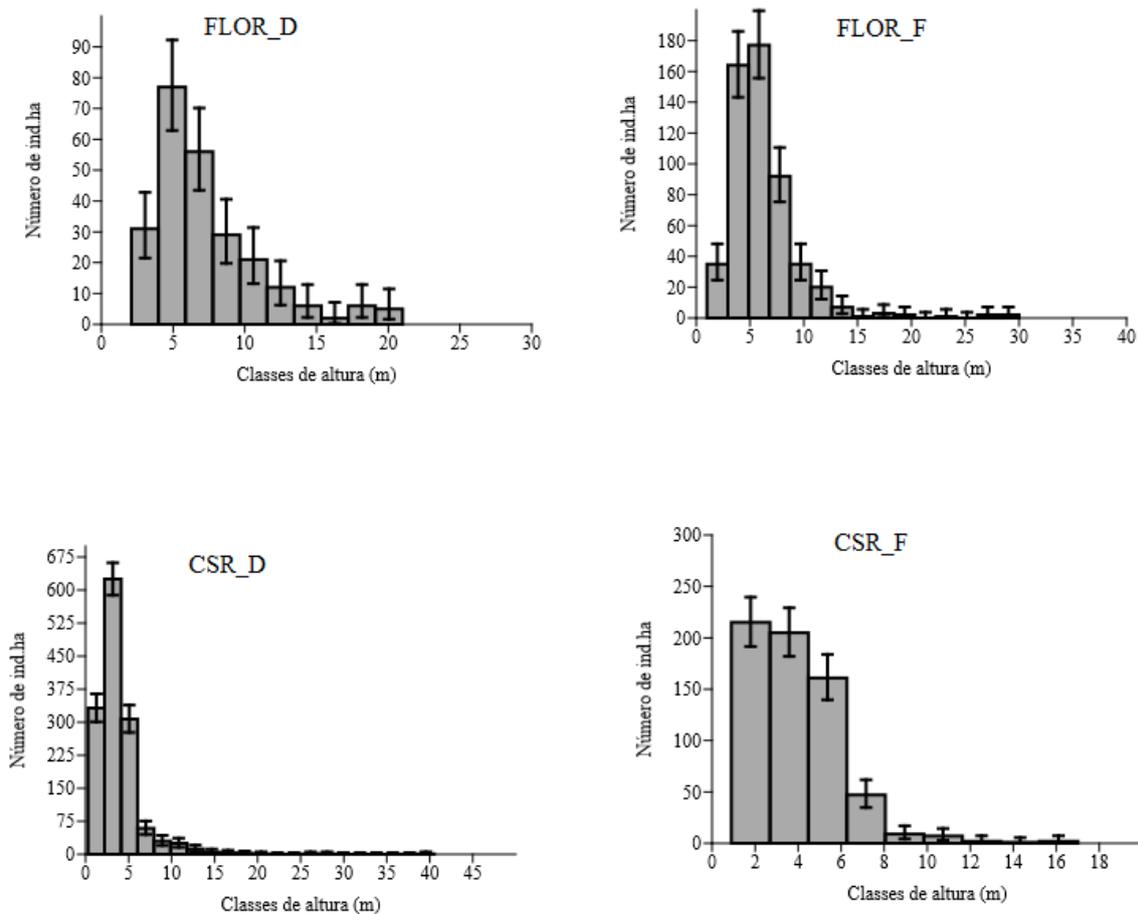


Figura 8. Distribuição das classes altimétricas e desvio padrão dos indivíduos arbustivo-arbóreo das áreas de Floresta dentro e fora e Cerrado dentro e fora da Floresta Nacional de Silvânia - GO.

Como demonstrado na figura acima (Figura 8) observou-se que grande parte dos indivíduos está agrupada nas duas primeiras classes de altura 0 - 5 -10 nas áreas de FLOR_D e FLOR_F, com 94% e 92% respectivamente, ou seja, as menores classes altimétricas apresentaram maiores densidades de indivíduos indicando uma possível população jovem entrando em fase de equilíbrio, as classes finais nas quais apresentaram poucos indivíduos corresponderam com menos de 1%. Nas áreas de Cerrado os indivíduos estão agrupados nas três primeiras classes altimétricas CSR_D classes 0 - 5 - 10 com 97% dos indivíduos e CSR_F 2 - 4 – 6 com 89% dos indivíduos.

4.7 Análise de componentes principais

Os resultados das parcelas obtidos a partir da análise de componentes principais (PCA) para as amostras de solo indicaram a formação de dois componentes principais (Tabela 2),

que juntos explicam 64% da variância na camada superficial (0-20cm).

O primeiro componente principal apresentou o autovalor de 1,81, representando 44,5% da variância total. O segundo componente mais representativo, com autovalor de 1,42, representando 19,5 % da variância total. Os nutrientes do solo com mais representatividade no componente um, foram Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , observando também que a SB (%) e pH apresentam autovalores significativos tendo uma correlação positiva com boa parte das variáveis. No segundo componente o Al^{3+} , Argila, Silte e areia são os mais representativos.

Tabela 2. Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis ambientais (0-20cm) amostradas na Floresta Nacional de Silvânia - GO. Em negrito as variáveis mais representativas, em que: Ca^{2+} = Cálcio; Mg^{2+} = Magnésio; Al^{3+} = Alumínio; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ = Hidróxido de alumínio; K^+ = Potássio; P^- = Fósforo; MO = Matéria orgânica; C = Carbono; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; SB = Soma de bases; pH = potencial hidrogeniônico (em H_2O).

Variáveis	Componentes	
	1	2
Ca^{2+}	0,35194	0,03077
Mg^{2+}	0,35059	0,08434
Al^{3+}	-0,29454	0,10698
$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	-0,16584	0,31512
K^+	0,32862	0,04588
P^-	0,24059	-0,03358
MO	0,25591	0,27877
C	0,25591	0,27875
CTC (T)	0,30011	0,22754
SB	0,35274	-0,01000
pH (em H_2O)	0,32302	-0,15127
Argila	-0,09382	0,45752
Silte	-0,07722	0,47156
Areia	0,09220	-0,46487
Autovalores	1,800905	1,41339
Variância (%)	44,5	19,5

Conforme demonstrado na figura 9, a distribuição das parcelas, dos vetores das variáveis edáficas, para os dois primeiros componentes da PCA, indicou que $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, Silte, Argila e Al^{3+} apresentaram alta correlação positiva entre si e estão correlacionados negativamente com as variáveis pH (em H_2O), P^- , Areia e Serapilheira(g). As variáveis condizentes com a fertilidade dos solos Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , SB e MO mostram alta correlação positiva entre si.

O primeiro componente apresentou correlação positiva com: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , CTC (T) SB e correlação negativa com: Al^{3+} , $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, Argila e Silte. O segundo componente foi correlacionado negativamente com pH em H_2O , P^- SB e Areia. Esses dois componentes dividiram as parcelas com as fitofisionomias com base na fertilidade do solo, as parcelas de Floresta Estacional Semidecídua (CSR_F38, CSR_F39, CSR_F40, MAC_F19, MAC_F43, FES_F 17, FES_F 18, FES_F 23, FES_F 29) estão associadas à maior fertilidade natural, com maiores níveis de Mg^{2+} , Ca^{2+} e K^+ , CTC (T) e MO conseqüentemente uma maior soma de bases (SB) e saturação por bases.

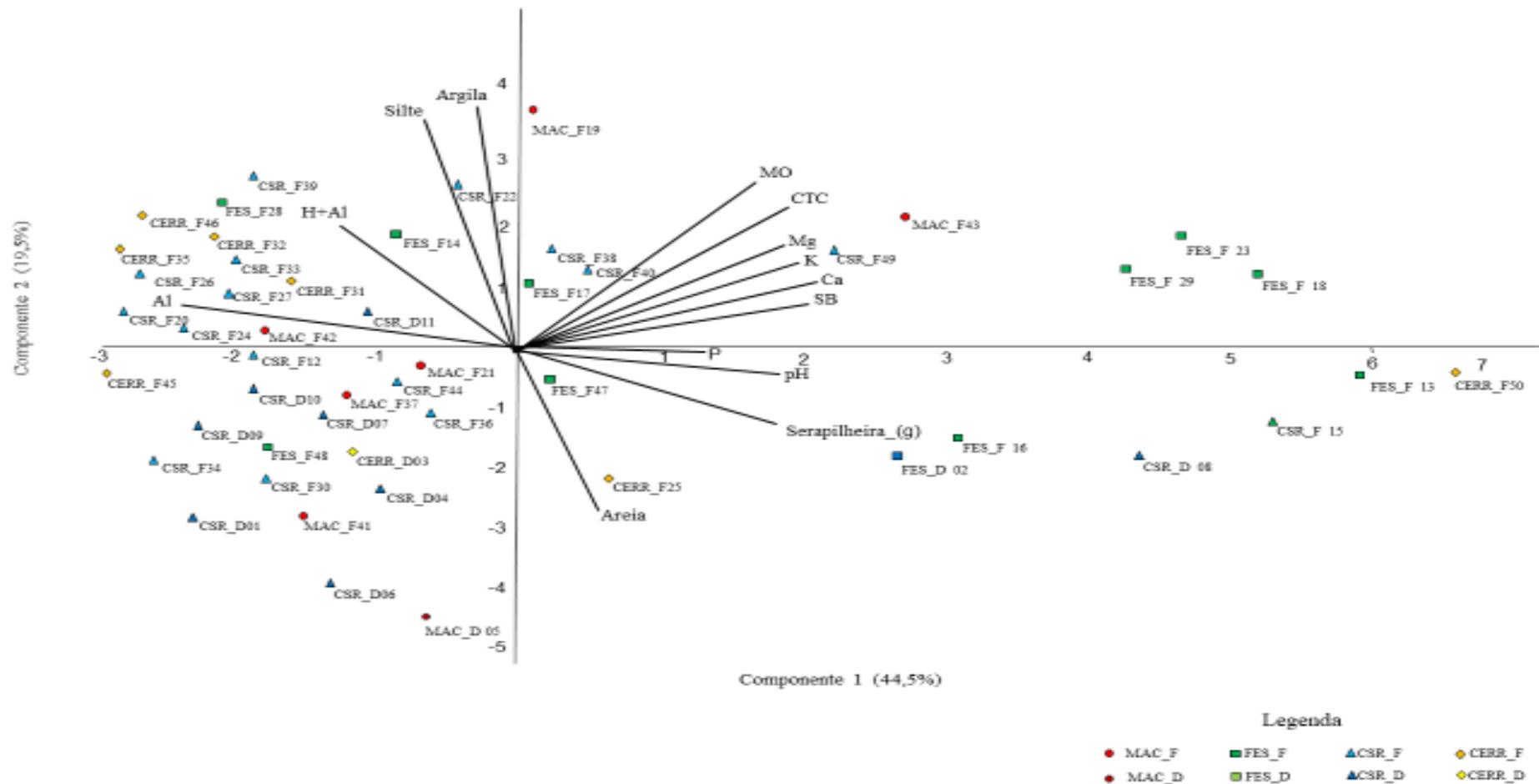


Figura 9. Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), mostrando a distribuição das parcelas (MAC_F) Mata Ciliar - Fora; (MAC_D) Mata Ciliar - Dentro; (FES_F) Floresta Estacional Semidecidual - Fora; (FES_D) Floresta Estacional Semidecidual - Dentro; (CSR_F) Cerrado Sentido Restrito – Fora; (CSR_D) Cerrado Sentido Restrito – Dentro; (CERR_F) Cerradão – Fora e (CERR_D) Cerradão Dentro na profundidade (0-20 cm) da FLONA – Floresta Nacional, Silvânia, Goiás, nos dois primeiros eixos de ordenação, de acordo com as variáveis edáficas. Em que: pH = potencial hidrogeniônico (em H₂O); Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; Al³⁺ = Alumínio; H⁺ = Hidrogênio; P- = Fósforo; K⁺ = Potássio; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; V(%) = Saturação por bases.

As parcelas de (CSR_D08, CSR_F 15 CERR_F 25, FES_D02, FES_F13, FES_F16) estão correlacionadas com pH em H₂O e Areia, e as parcelas (FES_F14 ,FES_F28 e MAC_F19), (CSR_F20, CSR_F22, CSR_F24, CSR_F26, CSR_F27 e CSR_F33), (CERR_F31, CERR_F32 e CERR_F35) com a acidez potencial H⁺+Al³⁺, Argila, Silte e Al³⁺.

As parcelas (MAC_D05, MAC_F21, MAC_F37), (CSR_D01, CSR_D04, CSR_D06, CSR_D07 CSR_D09, CSR_D10, CSR_D11, CSR_F12, CSR_F30, CSR_D34 E CERR_D03) estão correlacionadas negativamente com as variáveis condizentes com a fertilidade dos solos Mg²⁺, Ca²⁺, K⁺, SB e MO e com o acúmulo de serapilheira. As parcelas de MAC-D 05, MAC_F19 E MAC_F21 ficaram próximas as de Cerrado pelo índice de degradação dos ambientes onde estão localizadas.

4.8 Análises de Correspondência Canônica

A ordenação das espécies com as variáveis edáficas revelou a complexidade das fitofisionomias e confirmou a distinção dos conjuntos florístico-ambiente (Figura 10). As espécies *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Astronium fraxinifolium*, *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima lancifolia*, *Cupania vernalis*, *Maprounea guianensis*, *Roupala montana*, *Ocotea simiana*, *Tapirira guianensis*, *Qualea grandiflora* que estão localizadas no lado positivo dos dois eixos estão correlacionadas à maiores teores de alumínio (Al³⁺) e de solos arenosos, espécies com baixa requisição de nutrientes já que estão correlacionadas negativamente com atributos de fertilidade do solo.

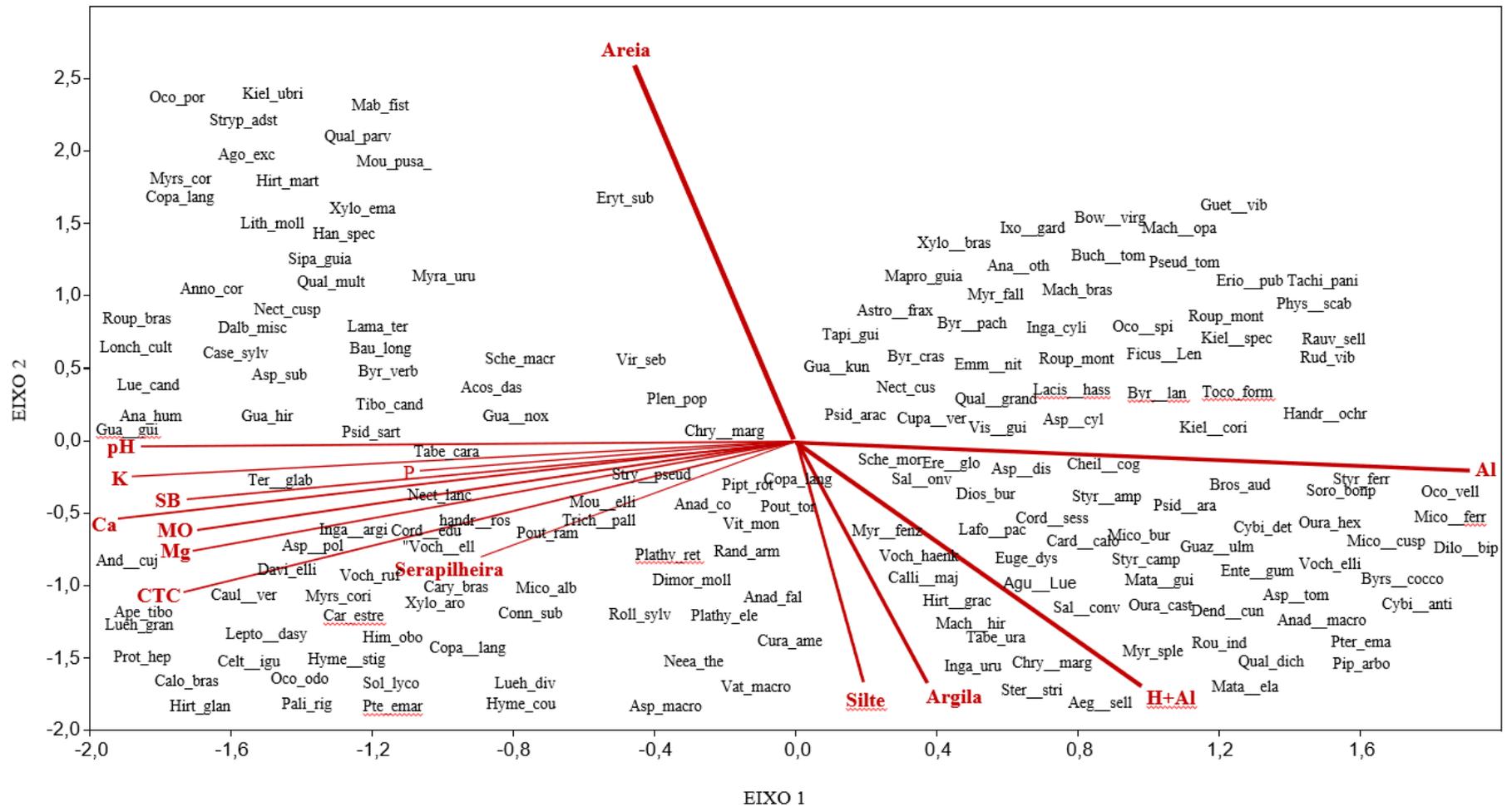


Figura 10. Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), na camada superficial (0-20 cm) mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das parcelas (MAC_F) Mata Ciliar - Fora; (MAC_D) Mata Ciliar - Dentro; (FES_F) Floresta Estacional Semidecidual - Fora; (FES_D) Floresta Estacional Semidecidual - Dentro; (CSR_F) Cerrado Sentido Restrito - Fora; (CSR_D) Cerrado Sentido Restrito - Dentro; (CERR_F) Cerradão - Fora e (CERR_D) Cerradão Dentro com a abundância das espécies e as variáveis edáficas da Floresta Nacional de Silvânia - Goiás

No lado negativo do eixo 1 e positivo do eixo 2 encontram-se as espécies *Acosmium dasycarpum*, *Annona coriácea*, *Bauhinia longifólia*, *Copaifera langsdorffii*, *Erythroxylum suberosum*, *Roupala brasiliensis*, *Guarea guidonia*, *Nectandra cuspidata*, *Psidium sartorianum* e *Tibouchina candolleana* estão correlacionadas a pH mais ácidos e a solos mais arenosos e correlacionadas negativamente aos solos mais argilosos e com menor acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$).

Para os dois eixos negativos tem-se as espécies *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma polyneuron*, *Copaifera langsdorffii*, *Hirtella glandulosa*, *Himatanthus obovatus*, *Leptolobium dasycarpum*, *Miconia albicans*, *Ocotea odorifera*, *Terminalia glabrescens* *Xylopia aromatica*, que carecem de melhores condições favoráveis a disponibilidade de nutrientes relacionados a fertilidade dos solos Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , SB e MO capacidade de troca de cátions a CTC (T) tendo íons livres para serem absorvidos e acúmulo de serapilheira para auxiliar na ciclagem de nutrientes e estando correlacionadas negativamente com teores de alumínio (Al^{3+}) e de solos arenosos.

No lado positivo do eixo 1 e negativo do eixo 2 temos as espécies *Luehea candicans*, *Brosimum gaudichaudii*, *Cheiloclinium cognatum*, *Dendropanax cuneatus*, *Eugenia dysenterica*, *Miconia burchellii*, *Ocotea velloziana*, *Rourea induta*, *Tabebuia aurea* e *Vochysia haenkeana* estão diretamente correlacionadas a solos mais argilosos com alto teor de silte e com alta acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) sendo correlacionadas negativamente com baixo pH e solos muito arenosos.

4.9 Dendrograma

A partir dos atributos matrizes de abundância e com os parâmetros do solo (pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , $H^+ + P^+ Al^{3+}$, K^+), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 foi produzida uma primeira classificação das áreas, a qual mostrou toda a dissimilaridade entre cada parcela das fitofisionomias estudadas. A Figura 11 apresenta o arranjo por afinidade das áreas, através do dendrograma baseado na distância euclidiana entre as parcelas, calculada a partir da matriz de correlação entre as variáveis selecionadas.

O dendrograma gerado pela análise de agrupamento entre os módulos amostrais apresentou um considerável ajuste pela matriz de correlação cofenética ($CC = 0,98$), indicando que o método de agrupamento utilizado para resumir as informações do conjunto de dados foi adequado. Dessa forma, considera-se que não houve distorção elevada de

informação entre a matriz original e a matriz cofenética. Foi possível identificar dois grandes grupos.

Um grupo foi formado pelas parcelas 1, 4, 6, 10 (Cerrado *stricto sensu* - Dentro), 15 (Cerrado *stricto sensu* - Fora); 3 (Cerradão - Dentro); 5 (Mata Ciliar - Dentro) e que apresentou características florísticas distintas entre si e com o maior grupo, o maior grupo foi composto pelas parcelas 7, 8, 9, 10, 11 (Cerrado *stricto sensu* – Dentro); 20, 22, 24, 26, 27, 30, 33, 34 (Cerrado *stricto sensu* - Fora); 25, 31, 32, 35 (Cerradão - Fora); 19, 21 (Mata Ciliar - Fora); 2 (Floresta Estacional Semidecidual - Dentro); 13, 14, 16, 17, 18, 23, 28, 29 (Floresta Estacional Semidecidual - Fora) estas parcelas apresentaram-se similares floristicamente entre si e as parcelas 22, 24, 26, 27, 30, 33, 34 (Cerrado *stricto sensu* - Fora); 25, 31, 32, 35 (Cerradão - Fora); 21 (Mata Ciliar - Fora) e 13, 28, 29 (Floresta Estacional Semidecidual - Fora) foram as que obtiveram o maior grau de similaridade florística entre si, Isso pode ser um reflexo da adaptação das espécies aos atributos físicos e químicos do solo, condições climáticas favoráveis, como também os agentes dispersores na área de estudo.

Dap médio, Dap máximo, Altura média, apresentam autovalores expressivos e tendo correlação significativa com a maioria das variáveis.

Tabela 3. Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis de solo (0-20 cm) amostradas na Floresta Nacional de Silvânia - GO. Em negrito as variáveis mais representativas, em que: Dap = Diâmetro a altura do peito; Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; H⁺+ Al³⁺ = Hidróxido de alumínio; K⁺ = Potássio; P⁻ = Fósforo; Zn²⁺ = Zinco; MO = Matéria orgânica; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; SB = Soma de bases; pH = potencial hidrogeniônico (em H₂O) e variáveis ambientais: Agricultura, Água, Pastagem, Solo exposto, Urbano, Vegetação nativa, Serapilheira, Abundância, Riqueza, Abundância por m², Riqueza por m² Dap médio, Dap máximo, Altura média, Altura máxima

Variáveis	Componentes	
Agricultura	3,0554	-3,535
Água	-0,76583	-4,4674
Pastagem	-1,394	-3,0931
Solo exposto	-1,9169	-2,8641
Urbano	5,7376	0,067689
Vegetação nativa	-1,0279	-0,83089
Serapilheira (g)	6,2166	-0,029109
Abundância	3,1844	-2,2681
Riqueza	0,52786	-1,3259
Abundância por m ²	5,5297	-0,5817
Riqueza por m ²	-2,4278	-0,85398
Dap médio	-0,86675	-0,5001
Dap máximo	-0,71029	-0,97523
Altura média	-2,2562	1,814
Altura máxima	0,076202	1,0208
Ca ²⁺	-2,5488	2,0255
Mg ²⁺	-2,481	0,14074
H ⁺ +Al ³⁺	-2,0409	0,64694
K ⁺	3,7147	3,4878
P ⁻	-1,6433	-0,53661
Zn ²⁺	-2,6049	1,7394
Matéria Orgânica	-2,372	4,0462
CTC	-2,3147	1,6292
SB	-2,3317	-0,26588
pH	-0,55433	-0,64221
Argila	-0,22763	-1,1805
Limo	-0,12218	-0,19384
Areia	-2,5848	0,49057
Autovalores	58,22918	40,5552
Variância (%)	29,94	14,55

Para o segundo componente Ca^{2+} , $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, K^+ , P^- , Zn^{2+} MO, CTC, pH, Argila, Areia, Agricultura, Água, Pastagem, Solo exposto, Vegetação nativa, Abundância, Riqueza, Abundância por m^2 , Riqueza por m^2 Dap médio, Dap máximo, Altura média e Altura máxima foram os mais representativos.

A ordenação das parcelas, por vetores das variáveis edáficas e ambientais, nos dois primeiros componentes da PCA indicou que pH em H_2O , e as variáveis relacionadas a fertilidade do solo como (SB, Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+), Zn^{2+} , P^- , CTC, MO e Solo Exposto apresentam alta correlação positiva entre si.

As variáveis Al^{3+} $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, Limo, Água, Argila, Agricultura Abundância, Riqueza e Urbano apresentam alta correlação positiva entre si e estão correlacionadas negativamente com as variáveis Dap-Altura, Pastagem, Areia, Serapilheira e Vegetação nativa.

O primeiro componente apresentou correlação positiva com: K^+ , Agricultura, Urbano Serapilheira, Abundância, Riqueza, Abundância por m^2 e correlação negativa com: Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, P^- , Zn^{2+} , MO, CTC, SB, pH, Argila, Limo, Areia, Água, Pastagem, Solo exposto, Vegetação Nativa, Riqueza por m^2 Dap-médio, Dap -máximo e Altura média.

O segundo componente foi negativamente correlacionado com SB, pH, Argila, Limo, Agricultura, Água, Pastagem, Solo exposto Vegetação nativa, Abundância, Riqueza Abundância por m^2 , Riqueza por m^2 Dap médio, Dap máximo.

Os dois componentes dividiram as parcelas das quatro fitofisionomias com base na fertilidade do solo, as parcelas (FE 13, FE 25, CS29, CS43, MC49 E MC50) estão correlacionadas com Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , K^+ , P^- , SB, pH, MO e Solo Exposto associadas a maior fertilidade natural da região e as parcelas (F31, CS24, CS26, CS28, CS32, CS38, CS42, CS45, CE27, CE33 E MC46) estão correlacionadas a Al^{3+} , $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, Água, Argila, Agricultura, Urbano Limo e Riqueza. As parcelas relacionadas com Vegetação nativa, Areia, Serapilheira Pastagem e Dap-Altura foram (FE2, FE19, FE 17, FE18 E CS15).

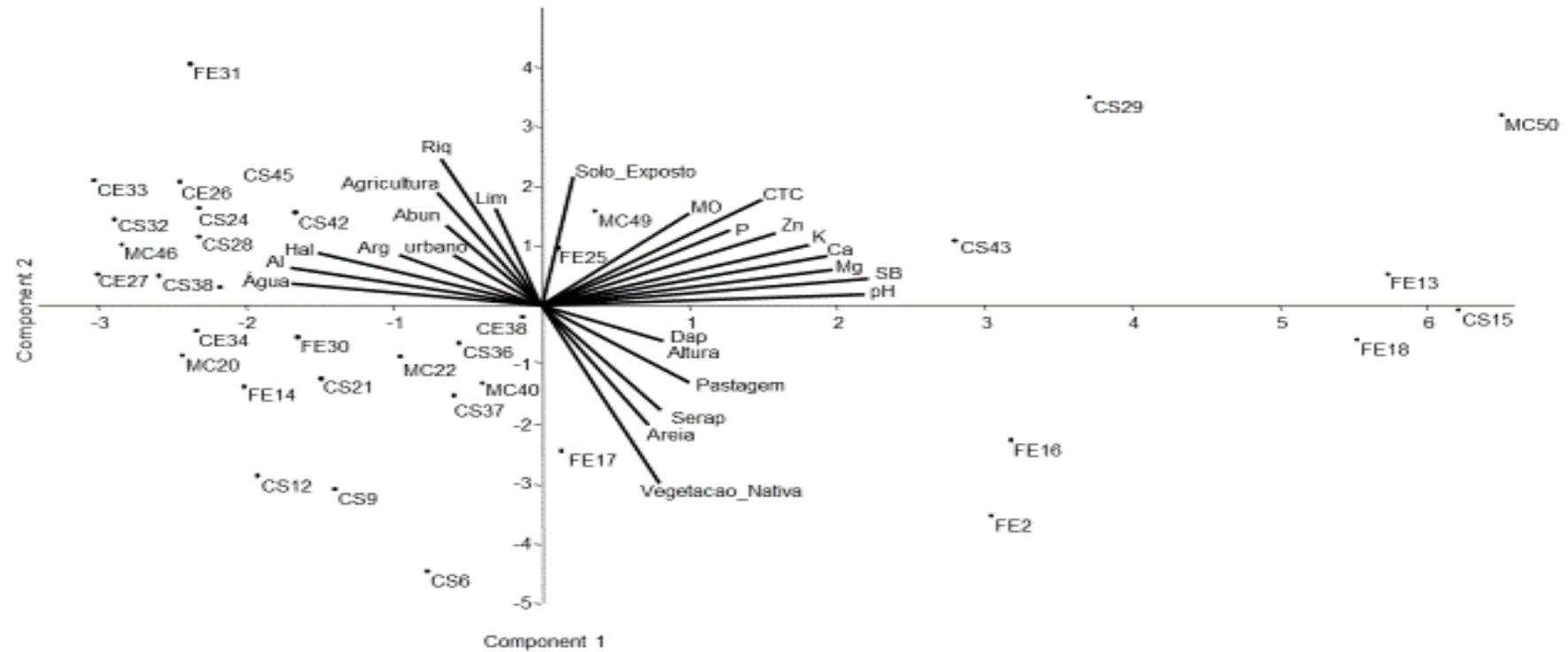


Figura 12. Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), mostrando a distribuição das parcelas (MC) Mata Ciliar; (FE) Floresta Estacional; (CS) Cerrado Sentido Restrito (CERR_F) Cerradão – Fora e (CE) Cerradão na profundidade (0-20cm) da FLONA – Floresta Nacional, Silvânia, Goiás, nos dois primeiros eixos de ordenação, de acordo com as variáveis edáficas e ambientais. Em que: pH = potencial hidrogeniônico (em H₂O); Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; Al³⁺ = Alumínio; H⁺ = Hidrogênio; P- = Fósforo; K⁺ = Potássio; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases; CTC (T) = Capacidade de troca de cátions a pH 7; V(%) = Saturação por bases, Riq = Riqueza de espécies, Abun = Abundância de espécies, Serap = Serapilheira, Agricultura, Urbano, Pastagem, Vegetação Nativa e Água.

O dendrograma euclidiano apresentou a formação de dois grandes grupos a partir da similaridade de espécies vegetais em consonância com atributos do solo e das variáveis ambientais e da disposição entre as microbacias. O teste ANOSIN indicou diferença na comunidade árvores entre as bacias. São eles Piracanjuba (12, 15, 2, 7, 21, 13, 18, 14, 16, 17, 9, 10, 11, 20, 8, 19, 4, 1, 3, 5 e 6) e o outro formado pela mescla entre as duas microbacias Rio dos Bois (35, 38, 40, 49, 42, 43, 39, 48, 41, 36, 44, 47, 32, 37, 34, 33 e 31) e Piracanjuba (22, 46, 25, 50, 45, 28, 23, 29, 27, 24, 26 e 30). Isso pode ser um reflexo da adaptação das espécies aos atributos físicos e químicos do solo, condições climáticas favoráveis, como também os agentes dispersores na área de estudo mesmo sendo separados pelas microbacias.

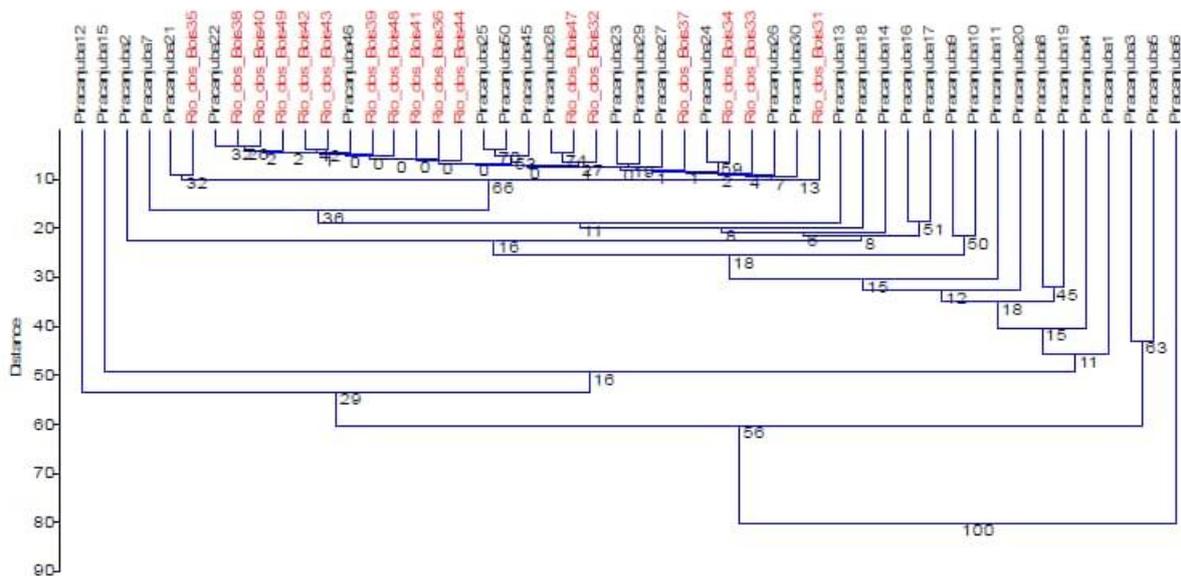


Figura 13. Dendrograma da similaridade das parcelas inventariadas na Floresta Nacional de Silvânia - GO em relação a sua disposição nas diferentes microbacias dos rios Vermelho e Piracanjuba.

5. DISCUSSÃO

Neste trabalho destacamos a riqueza florestal do Cerrado goiano distribuída em fragmentos de vegetação florestal e savânica. Mesmo com essa riqueza conhecida, a efetividade da unidade de conservação para proteger essas áreas é baixa, uma vez que encontramos resultados maior riqueza de espécies em áreas fora da FLONA de Silvânia. As áreas de CSR_F (Cerrado *stricto sensu*-Fora) e FLOR_F (Floresta Estacional Semidecidual-Fora) obtiveram maior número de indivíduos por m², indicando que os fragmentos externos estão com sítios de conservação melhores do que dentro da unidade de conservação. A relação que se espera de fragmentos é que se tenham poucos indivíduos e tendo o predomínio de poucas espécies, já que são pouco conectados, mesmo assim são extremamente importantes para a manutenção da biodiversidade da flora regional (BRANCALION *et al.*, 2010).

De qualquer maneira a FLONA ainda se mostra relevante, pois mantém as características da vegetação mais próximas do original, em relação à estruturação da vegetação. Dentro da FLONA, vegetações savânicas ainda são predominantes, já fora da FLONA essas vegetações vêm sofrendo forte pressão antrópica. As comunidades arbóreas possuem um padrão de diversidade e estrutura diretamente relacionadas a maturidade dos locais onde estão localizadas e a perturbação antrópica (CHAZDON *et al.*, 2012). Ou seja, a FLONA de Silvânia vem sofrendo um alto grau de influência externa fazendo com que a mesma esteja enfrentando dificuldades na conservação e preservação das espécies vegetais. Além da diversidade a estrutura altimétrica e diamétrica podem ser excelentes descritores da estrutura da comunidade, já que estão diretamente ligadas a alocação e disponibilidade de nutrientes nas comunidades (POORTER *et al.*, 2016), com isso pode-se interpretar se houve no passado impacto significativo, como, por exemplo, queimadas, desbaste seletivo ou se está havendo dificuldade de progressão dos processos sucessionais. Quando se avalia as áreas internas nota-se que o histórico de preservação foi essencial para que os indivíduos pudessem se desenvolver de forma “livre”, isso se deve ao fato de estarem em áreas maduras de estágios sucessionais tardios (CYSNEIROS *et al.*, 2015).

As modificações criadas pela fragmentação, também alteram as condições microclimáticas dos fragmentos numa escala local, podendo levar ao favorecimento de maior amplitude de habitats nesses ambientes, justificando uma maior riqueza e diversidade nessas áreas (ARONSON *et al.*, 2014). Esses fragmentos possuem históricos e tempos diferentes no processo de restauração, porém todos eles foram capazes de manter uma elevada riqueza e

índices de diversidades e em alguns casos até uma superioridade quando comparado as das áreas internas. Mesmo esses fragmentos pequenos são ferramentas importantes na conservação *in situ* atuando como fonte de recursos, abrigo para a fauna, banco genético e fonte de propágulos (FONSECA *et al.*, 2017).

Os fragmentos externos a FLONA de Silvânia são os sobreviventes de uma flora rica existente na região que se manteve em estabilização no passado, hoje mesmo estando próximos a perímetros urbanos e em ambientes agropastoris, ficando as modificações antrópicas negativas, que dificultariam o processo de manutenção e restauração da diversidade (ARONSON *et al.*, 2014), foram capazes de manter valores significativos tanto em estrutura quanto em diversidade assim como a riqueza. Nesse ambiente também obtivemos uma baixa dominância, devido à alta heterogeneidade de espécies. Mesmo com todos os impactos sofridos nesses ambientes, no passado e até hoje, ainda assim demonstram ser imprescindíveis para a conservação da biota regional.

As famílias descritas nas amostragens são comuns e representativas ao cerrado *sensu stricto*, e também possíveis de serem encontradas nas vastas formações vegetais deste bioma. As mais famílias com maior riqueza foram Fabaceae e Vochysiaceae seguidas por Rubiaceae, Calophyllaceae, Anacardiaceae, Proteaceae, Sapindaceae, Malpighiaceae, Bignoniaceae e Annonaceae. Fabaceae é uma família que se destaca não só no Cerrado, mas também em outras formações florestais, tanto em riqueza específica quanto em valores de importância. Considerada uma das famílias mais predominantes na flora savânica, já que está presente com altas densidades em todas as fitofisionomias do Cerrado (HERINGER *et al.*, 1976). As famílias botânicas Fabaceae e Vochysiaceae também se destacaram quanto ao número de espécies em outro estudo, dentro dos fragmentos de mata seca Semidecídua no Município de Iporá – GO (Região oeste do estado de Goiás), demonstrando que estas famílias apresentam ampla capacidade de distribuição em diferentes formações vegetais dentro do domínio Cerrado, sendo que outras famílias como Annonaceae, Malvaceae, Anacardiaceae também foram representativas no nosso estudo (SANTOS-DINIZ *et al.*, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2014).

Os gêneros com maior riqueza de espécies foram *Aspidosperma*, *Byrsonima* e os gêneros *Miconia*, *Ocotea*, *Qualea* e *Xylopia*. Os gêneros mais ricos encontrados nas parcelas avaliadas são comuns e bem distribuídos em áreas de Cerrado *stricto sensu* do Brasil Central, sendo essa ocorrência confirmada em outros trabalhos (ANDRADE *et al.*, 2002; SAPORETTI *et al.*, 2003; LEHN *et al.*, 2008; MEWS *et al.*, 2011; FINA & MONTEIRO,

2013; PEREIRA *et al.*, 2013; FERREIRA & PASA, 2014 e DE SOUZA *et al.*, 2017).

Assim como neste estudo, formações savânicas, assim como espécies mais comuns em formações savânicas, tendem a ocorrer em solos mais ácidos e ricos em alumínio. Já formações florestais e espécies mais frequentes nestes ambientes tendem a ocorrer em solos mais ricos em matéria orgânica. Essa relação demonstrada em nossos resultados pode ser explicada pela dinâmica tanto pelos tipos de solo da região como também ecofisiologia das formações vegetacionais. Formações savânicas são ambientes mais abertos, tendem a produzir menor quantidade de serapilheira e sua decomposição é diferente de ambientes florestais, mais úmidos, nos quais a serapilheira é produzida em maior quantidade e decomposta por microrganismos produzindo ácidos úmidos que ajudam na liberação nutricional e captura da acidez livre do solo, assim como demonstrado por Martins *et al.* (2020) para Floresta Estacional e Cerradão no Cerrado goiano. A comparação da serapilheira entre formações vegetacionais dentro e fora da Unidade de conservação também reflete uma importante modificação de um serviço ecossistêmico da vegetação. Ainda pouco compreendido como processo ambiental, a decomposição da serapilheira pode refletir de alguma forma a alteração do funcionamento da vegetação (COSTA *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2020), e neste caso, a FLONA de Silvânia apresenta menor quantidade dessa serapilheira em relação a vegetação fora da unidade, necessitando maiores estudos pra compreender o que está acontecendo.

Outro aspecto importante para o entendimento das formações vegetacionais é sua estrutura, refletida especialmente por estruturação diamétrica e altimétrica. Em áreas de Floresta tropical as espécies arbóreas apresentam distintas tendências de distribuição diamétrica. Neste contexto observou-se que mais de 90% dos indivíduos (para as duas formações vegetacionais, dentro e fora da FLONA de Silvânia) catalogados estão nas menores classes diamétricas apresentaram maior densidade de indivíduos (Figura 7), indicando que a maioria das populações pode estar em fase inicial de estabelecimento (CARVALHO & FELFILI, 2011; SOUZA *et al.*, 2012).

A grande concentração de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro caracteriza uma comunidade-estoque, padrão estabelecido por Scolforo *et al.* (1998) cujo o padrão em florestas tropicais com idades e composições de espécies distintas. Também sendo um conhecido padrão esperado para formações florestais no Cerrado (VENTUROLI *et al.*, 2015). O padrão em “J” invertido, contendo a grande parte dos indivíduos nas primeiras classes de diâmetro e a menor representação nas classes maiores, comprova um balanço positivo entre recrutamento e mortalidade caracterizando a mata como auto-regenerante. Padrão este que

nos permite inferir que existe uma distribuição equilibrada das diferentes classes de diâmetro, indicando certo grau de conservação das comunidades das áreas estudadas.

À medida que aumenta o tamanho da classe, a densidade populacional dos indivíduos arbustivos-arbóreos diminui até atingir o seu menor valor na classe diamétrica, caracterizando uma curva exponencial ou denominada “J” invertido (SOUZA *et al.*, 2013). Este padrão em “J” invertido das classes diamétricas amostradas neste estudo seguem padrões similares apresentados por Giácomo *et al.* (2013), Ferreira *et al.* (2015) e Silva Neto *et al.* (2016) em áreas de cerrado sentido restrito. Mesmo indicando conservação, algumas anomalias também podem ser observadas na distribuição diamétrica das arbóreas, como na formação florestal dentro da FLONA e no Cerrado fora da FLONA apresenta uma classe antes da curva do J invertido, o que pode indicar algum evento recente (últimos três anos) nessas áreas. Dentre esses eventos, Silva Neto *et al.* (2015) observam o aumento dessas classes iniciais antes da curva do J invertido em situações de manejo florestal de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand em Floresta Estacional para retirada de cipós e árvores competidoras, porém esses eventos podem ser criminosos, como incêndios ou desmatamentos. Já Souza *et al.* (2017) destacam a distribuição diamétrica em um fragmento florestal em Pirenópolis – GO sendo um perfeito J invertido, indicando ausência de alteração aparente.

A distribuição altimétrica também confere interpretações similares a estruturação diamétrica. Para Marangon *et al.* (2008) e Silva Neto *et al.* (2016), o estudo das classes de altura permite analisar o estágio de desenvolvimento da formação vegetal com base na distribuição dos indivíduos nos diferentes estratos, juntamente com os dados obtidos na distribuição diamétrica. Isso mostra que as áreas de cerrado sentido restrito dentro podem estar passando por um processo inicial de transição fisionômica, ou seja, transformando-se em uma formação de cerradão, pela presença de indivíduos encontrados em formações florestais.

As áreas dentro da Unidade de Conservação indicam um estágio de conservação maior do que as áreas externas, com a presença de indivíduos com até 40m de altura, sendo assim por se tratar de áreas com Cerradão bem estabelecidos, algumas delas já em processo de transição para formações florestais. Fora da FLONA as classes menores indicam um baixo grau de preservação das mesmas com indivíduos ainda jovens em processo de estabilização e sujeitos a queimadas constantes. De qualquer maneira, a transição de fisionomias savânicas para florestais ainda é pouco compreendido, sendo que nem sempre uma poderá levar a outra. Em alguns casos, o desmatamento de vegetações savânicas rebrotará e formar formações florestais, conhecidas como florestas secundárias, sendo diferentes da formação original

(CAVA *et al.*, 2016). Assim, futuros estudos também são recomendados para o entendimento das transições de vegetação no Cerrado.

O padrão de distribuição altimétrica no nosso estudo confirma que a área está próxima do critério de inclusão adotado para classificar formações florestais presentes no Cerrado, que é de 8m (RATTER *et al.*, 2006). Padrões similares de altura foram encontrados por Soares *et al.* (2012) em estudo realizado em Rio Verde – GO avaliaram os componentes arbóreos em um remanescente de Cerradão, Felfili *et al.* (2004) em estudo na APA do lago Paranoá, analisaram diversidade florística e estrutural em áreas de Cerrado e por Ferreira *et al.* (2015) em um remanescente de cerrado sentido restrito na cidade de Gurupi -TO.

Desta forma, a ocorrência de espécies em habitats com condições ambientais variadas pode ser devido à sua ampla tolerância, mas também à presença de microambientes, como, por exemplo, clareiras ou sítios mais ou menos úmidos, favoráveis ao desenvolvimento e que permitem o estabelecimento dessas espécies (RODRIGUES *et al.*, 2003; DE SOUZA *et al.*, 2018). Além disso, pode-se considerar que a similaridade florística e o padrão de distribuição espacial possuem ligações estreitas, uma vez que, em conjunto, determinam os padrões florísticos de uma localidade (NOBREGA *et al.*, 2011). Essa relação se justifica ao considerar que a heterogeneidade tende a levar a uma distribuição preferencial das espécies, as quais procuram sítios favoráveis para sobreviver e se reproduzir (DE SOUZA *et al.*, 2018).

A vegetação do Cerrado apesar de parecer bem compreendida em diversos estudos, tem seus padrões biogeográficos pouco compreendidos, sendo em geral os estudos realizados na escala local na vegetação. Poucos trabalhos levam em consideração a bacia hidrográfica como unidade de biogeografia para tomada de decisões ambientais, especialmente para conservação de áreas. Estevam *et al.* (2017) mostra que nesta década de 2010-2017 as atividades agrícolas reduziram a cobertura vegetacional nativa em 4.4%, impactando esse desmatamento em formações savânicas do Cerrado, especialmente aumentando a fragmentação dos remanescentes do bioma.

Em nosso trabalho, destacamos que as espécies florestais encontradas na bacia do rio Piracanjuba e bacia do rio vermelho são distintas em sua composição. Haidar *et al.* (2013), no maior estudo de inventário florestal no Cerrado do Tocantins avaliou a vegetação de 18 bacias hidrográficas do Estado e destaca que as bacias podem apresentar composições florísticas próprias, sendo que as informações geradas pelas diferenças da vegetação devem ser usadas como critérios biogeográficos para definição de unidades de conservação no estado. Pinheiro *et al.* (2015) também destaca a importância das bacias hidrográficas em especial utilizando as

áreas de drenagem para determinar a influência de impactos sobre ambientes limnológicos e cursos hídricos, em especial as chamadas áreas ripárias como mata de galeria e ciliar. Estudos de Ferreira *et al.* (2017) dentro da Bacia do Rio Paracatu na divisa de GO, MG e DF destacam que mesmo vegetações de mesma formação apresentaram diferenças entre si, denominada como diversidade alfa. Já entre as diferentes localidades a diversidade é ainda maior, chamada de diversidade beta.

Os padrões de similaridade e riqueza florística na região de Silvânia indicam semelhança entre as áreas afetadas pela agropecuária, mesmo em áreas internas a unidade de conservação. Em estudo levando em consideração os diferentes usos da terra para todo o bioma Cerrado, Nobrega *et al.* (2017) verificam que 50% do bioma são ocupados por atividades de agropecuária, já reduzindo em 80% a área de vegetação original. Em estudo similar Salomão *et al.* (2019) identificaram processos de retração e expansão das classes de vegetação e a alteração na estrutura dos fragmentos resultando na intensificação do efeito de borda. Mesmo que nas unidades amostrais de inventário florestal esse efeito ainda não seja percebido diretamente, não quer dizer que o fragmento em que se encontra não esteja sofrendo efeitos negativos do seu entorno.

O uso dos componentes da paisagem, em especial os utilizados neste trabalho, como os tipos de uso da terra refletem pouco a condição dos remanescentes vegetacionais. Os parâmetros do uso da terra se relacionam mais com variáveis de solo, do que propriamente da vegetação. Neste sentido, indicamos que as alterações dos usos das terras visualizadas nas imagens de satélite mostram a situação atual (2019), não destacando o processo que causou o desmatamento e pode ter influenciado essa vegetação no passado. Assim, nós destacamos a possibilidade de uma interpretação temporal das imagens para tentar refletir os diferentes impactos e influências sobre a configuração dos remanescentes vegetacionais (ROITMAN *et al.*, 2018).

A vegetação pode ser afetada de diversas formas, desde diretamente como um incêndio ou o próprio desmatamento, ou indiretamente, sob efeito de vento, insolação, processos erosivos, presença de espécies exóticas, dentro outros. Casella e Paranhos (2013) consideram as rodovias como efeito de aceleração da degradação entre Cerrado e Pantanal nos anos de 1985 a 2001. Os autores mostram que neste período o Cerrado foi reduzido em 32,6% ao longo da rodovia, sendo que os remanescentes ainda sofriam com efeito de degradação por pastagem agricultura.

A criação de unidades de conservação no Cerrado deve levar em conta uma série de fatores, buscando maximizar a conservação dos remanescentes ainda preservados. A FLONA de Silvânia atualmente encontra-se quase como um fragmento isolado, inclusive apresentando aspectos de riqueza e abundância de árvores igual ou até menor que áreas externas a própria unidade. Mello *et al.* (2016) utilizando elementos da paisagem define áreas de fragmentos urbanos como alta ou muito alta prioridade para conservação, especialmente as associadas a declividade acentuada ou ao longo de cursos hídricos.

No entanto, é necessário ressaltar a necessidade de estudos sobre a estrutura de regeneração natural, além de estudos de dinâmica florestal, primordiais para o entendimento dos estágios de sucessão florestal. Por meio dos parâmetros de estrutura horizontal e vertical e similaridade florística teve-se um maior suporte científico e técnico para avaliar a ecologia de comunidades na Floresta Nacional de Silvânia e em áreas adjacentes.

Tendo em vista as avaliações e todas as possibilidades de informações geradas sobre vegetação do Cerrado, as ações de conservação e mitigadoras devem mirar a redução de impactos ambientais, podendo ser melhor delineadas e executadas quanto aos projetos e programas de conservação e de manutenção da diversidade da fauna e flora silvanienses. Assim, entender a vegetação, solo e a paisagem pode contribuir para a criação de modelos de conservação dos ecossistemas florestais que conciliem a utilização dos recursos naturais dessas regiões e a conservação da biodiversidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram encontrados 3010 indivíduos, com média de 60 espécies por parcela. Em meio a estes indivíduos verificou-se uma riqueza de 172 espécies distribuídas em 51 famílias e 118 gêneros. Abundância, fitofisionomia CSR_F (Cerrado *stricto sensu* - Fora) apresentou a maior quantidade de indivíduos arbóreos, com de 0,2145 ind.ha⁻¹, Riqueza CSR_F apresentou o maior número de espécies arbóreas por parcela, com riqueza de 0,115 ind.ha⁻¹. Serapilheira fitofisionomia FLOR_D apresentou o maior acúmulo de serapilheira por parcela, com peso de 498,8g. As classes diamétricas e altimétricas cerca de 90% dos indivíduos estão inseridos nas primeiras classes.

Os nutrientes responsáveis pela fertilidade do solo (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P⁻) apresentaram maior quantidade no solo onde as Florestas Estacionais Semidecíduas estão estabelecidas, que apontou diferenças desses nutrientes entre a Floresta Estacional Semidecídua e as áreas de Cerrado.

A ordenação produzida pela Análise de Componentes Principais definiu o conjunto das parcelas em relação às variáveis edáficas, em que, a maioria das parcelas da Floresta Estacional Semidecídua se correlacionou com os nutrientes responsáveis pela fertilidade do solo (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P⁻), com a acidez potencial (H⁺+Al³⁺). O conjunto das parcelas do Cerrado agrupou-se com o pH em H₂O e Areia.

O dendrograma produzido a partir da distância euclidiana com os atributos matrizes de abundância e com os parâmetros do solo (pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H⁺ + Al³⁺, K⁺), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 mostrou a formação de dois grandes grupos de dissimilaridade.

A ordenação produzida pela Análise de Componentes Principais para o uso da terra definiu o conjunto das parcelas em relação às variáveis edáficas e ambientais em que a maioria das parcelas de Cerrado está correlacionada com as variáveis ambientais (Riqueza, Limo, Agricultura, Abundância, Urbano e Água) e com as variáveis edáficas (Al³⁺, H⁺+Al³⁺), e as parcelas de Floresta correlacionadas com as variáveis ambientais (DAP – Altura, Serapilheira, Vegetação Nativa e Solo Exposto) e com as variáveis edáficas (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P⁻ SB, pH).

O dendrograma produzido a partir da distância euclidiana com os atributos edáficos e as variáveis ambientais mostrou a formação de dois grandes grupos de similaridade entre as microbacias dos rios Vermelho e Piracanjuba.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDABBO, P. *et al.* Contribution of Sentinel-2 Data for Applications in Vegetation Monitoring. **Acta Imeko**, v. 5, p. 44-54, 2016.

ALMEIDA, R. F. *et al.* Mudanças florística e estruturais no cerrado *sensu stricto* ao longo de 27 anos (1985-2012) na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. **Revista Rodriguésia**, v. 65, n. 1, p. 001-019, 2014.

ALVES, A. R. *et al.* Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 194-203, 2006.

ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Revista Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 225-240, 2002.

ARONSON, M. F. J. *et al.* A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1780, p. 20133330, 2014.

BAUER, D. *et al.* Avaliação da decomposição de serrapilheira em dois fragmentos de Caatinga no Sertão Paraibano. **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo, v. 69, p. 307-318, 2016.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**, 3^a ed. Viçosa, MG. Editora UFV, p. 548. 2009.

CARVALHO, F. A.; FELFILI, J. M. Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. **Acta Botanica Brasilica**, 2011.

CASELLA, J.; PARANHOS, A. C. The influence of highway BR262 on the loss of Cerrado vegetation cover in southwestern Brazil. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 1, p. 77-85, 2013.

CASTANHO, R.B.; THALES S. S. Os impactos da expansão da agricultura brasileira no Bioma Cerrado. **GeocritiQ**, n. 60, Jun, 2014.

CAVA, M. G. B. *et al.* Comparação de técnicas para restauração da vegetação lenhosa de Cerrado em pastagens abandonadas. **Hoehnea**, v. 43, n. 2, p. 301-315, 2016.

CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Naturais**, Belém, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.

COSTA, S. D. V.; PESQUERO, M. A.; JUNQUEIRA, M. H. M. Litterfall Deposition and Decomposition in an Atlantic Forest in Southern Goiás. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, 2019.

CYSNEIROS, V. C. *et al.* Diversity, community structure and conservation status of an Atlantic Forest fragment in Rio de Janeiro State, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 15, n. 2, e20140132, 2015.

DE SOUSA, C. S. C. *et al.* Diversidade e similaridade florística em áreas sob influência de uma usina hidrelétrica na Amazônia. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1195-1216, 2018.

DE SOUZA, K. R. *et al.* Floresta Estacional: madeira sustentável para o produtor rural no Cerrado. **Magistra**, v. 28, n. 1, p. 54-62, 2017.

DE SOUZA, P B; NETO, J A. A M; DE SOUZA, Diversidade florística e estrutura fitossociológica de um gradiente topográfico em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, MG. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 489-499, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2a ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2006.

ESTEVAM, L. S. *et al.* 10-Years Land Use Changes Decrease Landscape Integrity in a Brazilian Hydrographic Basin. **Journal of Geographic Information System**, v. 9, n. 2, p. 221-243, 2017.

FELFILI, J. M. *et al.* Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology**, Amsterdam, v. 175, n. 1, p. 37-46, 2004.

FELFILI, J. M. *et al.* Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos. **Caderno de Geociências**, v. 12, p. 75-166, 1994.

FELFILI, J. M. Floristic composition, and community structure of a seasonally deciduous dry forest on limestone outcrop in Central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 375-385, 2007.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, n. 9, p. 277-289, 1993.

FERNANDES, M. M. *et al.* Aporte e decomposição da serrapilheira em área de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinieafolia* Benth) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mario Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006.

FERREIRA, A. L. DE S.; PASA, M. C. Estudo fitossociológico de Vegetação de Cerrado: Chapada dos Guimarães-MT, Brasil. **FLOVET - Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 6, 2014.

FERREIRA, F. G. *et al.* Diversity and indicator species in the Cerrado Biome, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 8, 2017.

FERREIRA, R. Q. DE S. *et al.* Diversidade florística do estrato arbustivo arbóreo de três áreas de cerrado *sensu stricto*, Tocantins. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 4, n. 2, p. 69-82, 2017.

FERREIRA, R. Q. S. *et al.* Fitossociologia e estrutura diamétrica de um cerrado *sensu stricto*, Gurupi–TO Phytosociology and diameter structure of a cerrado Gurupi-TO. **Revista Verde**, v. 10, n. 1, p. 229-235, 2015.

FINA, G. B.; MONTEIRO, R. Análise da estrutura arbustivo-arbórea de uma área de cerrado *sensu stricto*, município de Aquidauana – Mato Grosso do Sul. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 577-585, 2013.

FINGER, Z.; FINGER, F. A. Fitossociologia em comunidades arbóreas remanescentes de cerrado *sensu stricto* no Brasil central. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 769-780, 2015.

FONSECA, A.; RODRIGUES, S. E. The attractive concept of simplicity in environmental impact assessment: Perceptions of outcomes in southeastern Brazil. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 67, p. 101-108, 2017.

FROUFE, L. C. M.; RACHWAL, M. F. G.; SEOANE, C. E. S. Potencial de sistemas agroflorestais multiestrata para sequestro de carbono em áreas de ocorrência de Floresta Atlântica. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, vol. 31, n. 66, p. 143-154, 2011.

GIÁCOMO, R. G. *et al.* Florística e fitossociologia em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto* na estação ecológica de Pirapitinga–MG. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 29-43, 2013.

GRASS Development Team. **Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 7.2**. Open Source Geospatial Foundation. Electronic document, 2017. Disponível em: <<http://grass.osgeo.org>>. Acesso em 15 de janeiro de 2020.

H Aidar, R. F. *et al.* Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 261-290, 2013.

HAMMER, Ø. *et al.* Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** 178kb. T. Harper. **Geological Museum**, v. 4, n. 4, p. 5–7, 2001.

HERINGER, E. P. *et al.* A flora do cerrado. In: **IV Simposio sobre o Cerrado**. Coordenador Mário G. Ferri. Ed. USP e Ed. Itatiaia, 1976.

IBRAM. Instituto Brasília Ambiental. **Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/bioma-cerrado/>>. Acesso em 15 de janeiro de 2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Unidades de Conservação - bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/cerrado>>. Acesso em 29 de maio de 2018.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Silvânia**, Volume I Diagnóstico, Brasília: 2015, 270 p.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Unidades de Conservação. Flona de Silvânia**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas>>.

noticias/20-geral/9597-flona-de-silvania-inaugura-nova-estrutura-de-visitacao>. Acesso em 18 de janeiro de 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Coordenação Geral de Observação da Terra. **PRODES – Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro**. Disponível em: <<http://cerrado.obt.inpe.br/>>. Acesso em 18 de janeiro de 2020.

KARASIAK, N. **Dzetsaka Qgis Classification plugin**, 2016. Disponível em: <<http://github.com/nkarasiak/dzetsaka>>. Acesso em 10 de janeiro de 2020.

KUHLMANN, M. Frutos e sementes do cerrado atrativo para a fauna: guia de campo/ Marcelo Kuhlmann; colaborador Christopher Fagg. Brasília, Ed. **Rede de Sementes do Cerrado**, 360 p., 2012.

LEHN, R. C.; F, M. A.; JÚNIOR, G. A. D. Florística e fitossociologia de uma área de cerrado *sensu stricto* na região da borda oeste do pantanal, Corumbá, MS, Brasil. **Revista Pesquisas Botânicas**, n. 59, p. 129-142, 2008.

LIMA, N. L. *et al.* Acúmulo de serapilheira em quatro tipos de vegetação no Estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p 39-46, 2014.

MARANGON, L. C. *et al.* Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008.

MARTINS, T. O. *et al.* Accumulated litter and nutrient stock in biomass and soil in forest formations in the Cerrado. **Scientia Forestalis**, in press, 2020.

MARTINS, T. O. *et al.* Composição florística, fitossociológica e similaridade de um fragmento de floresta estacional semidecídua no Cerrado. **Revista Treedimensional, Profloresta**, v. 1, n. 2, p. 23, 2016.

MARTINS, T. O. *et al.* Vegetational, edaphic, and ecological attributes in forest formations in the Cerrado Biome. **Floresta**, v. 50, n. 1, p. 961-970, 2020.

MELLO, K.; TOPPA, R. H; CARDOSO-LEITE, E. Priority areas for forest conservation in an urban landscape at the transition between Atlantic Forest and Cerrado. **Cerne**, v. 22, n. 3, p. 277-288, 2016.

MEWS, H. A. *et al.* Dinâmica da comunidade lenhosa de um Cerrado Típico na região Nordeste do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 73-82, 2011.

MIGUEL, E. D. *et al.* Floristic-structural characterization and successional group of tree species in the Cerrado biome of Tocantins state, Brazil. **Revista. Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 393-404, 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **O bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em 01 de junho de 2018.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NOBREGA, G. A. *et al.* A composição florística e a diversidade de pteridófitas diferem entre a Floresta de Restinga e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba/SP. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 153-164, 2011.

NOBREGA, R. L. B. *et al.* Effects of conversion of native cerrado vegetation to pasture on soil hydro-physical properties, evapotranspiration and streamflow on the Amazonian agricultural frontier. **PLoS one**, v. 12, n. 6, 2017.

OKSANEN, J. *et al.* Package ‘vegan’. **Community ecology package, version**, v. 2, n. 9, p. 1-295, 2013.

OTONI, T. J. O. *et al.* Componente arbóreo, estrutura fitossociológica e relações ambientais em um remanescente de cerradão, em Curvelo – MG. **Cerne**, v. 19, n. 2, p. 201-211, 2013.

PEREIRA, C. S. A., **A Influência do tamanho de área protegida na composição e conservação de aves no Cerrado**. Tese (Mestrado em Ecologia e Evolução). Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Goiás, 92f, 2011.

PEREIRA, I. S. *et al.* Fire effect on the seasonal Forest structure in the Cerrado Biome. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 46, n. 4, p. 499-508, 2016.

PINHEIRO, M. H. O. *et al.* Consequences of suppressing natural vegetation in drainage areas for freshwater ecosystem conservation: considerations on the new "Brazilian forest code". **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 2, p. 262-269, 2015.

POORTER, L. *et al.* Biomass resilience of Neotropical secondary forests. **Nature**, v. 530, p. 211–214, 2016.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2019. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em 14 de janeiro de 2020.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrado. In: **Neotropical savannas and seasonally dry forests**. CRC Press, 2006. p. 46-81.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In **Cerrado: ecologia e flora** (S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 151-212, 2008.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa, p. 89-166, 1998.

RODRIGUES, L. A. *et al.* Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em luminárias, MG. **Acta botanica brasiliensis**, v. 17, n. 1, 71-87, 2003.

ROITMAN, I. *et al.* Optimizing biomass estimates of savanna woodland at different spatial scales in the Brazilian Cerrado: Re-evaluating allometric equations and environmental influences. **PLoS One**, v. 13, p. e0196742-21, 2018.

SALOMÃO, N. V.; SILVA, M. D. D.; MACHADO, E. L. M. Dynamics of vegetation structure in a fragmented landscape in Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 4, p. 678-685, 2019.

SANTOS, L. A. C. *et al.* Análise multitemporal do uso e cobertura da terra em nove municípios do Sul do Tocantins, utilizando imagens Landsat. **Revista Agro@mbiene on-line**, v. 11, n. 2, p. 111-118, 2017.

SANTOS, L. A. C. *et al.* Conflitos de Uso e Cobertura do Solo para o Período de 1985 a 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Caldas-GO. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 2, p. 189-211, 2019.

SANTOS, L. A. C. Utilização dos dados do Cadastro Ambiental Rural na análise de conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente. **Tecnia**, v. 3, n. 1, p. 174-196, 2018.

SANTOS-DINIZ, V. S. *et al.* Levantamento florístico e fitossociológico do Parque Municipal da Cachoeirinha, Município de Iporá, Goiás. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 1310, 2012.

SAPORETTI JR, A. W. *et al.* Fitossociologia de cerrado sensu stricto no município de Abaeté-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 413-419, 2003.

SCOLFORO, J. R. S. Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas. **Lavras: UFLA/FAEPE**, p. 441, 1998.

SILVA JÚNIOR, M. C. **100 árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília, Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 278 p, 2005.

SILVA NETO, C. M. *et al.* Incremento diamétrico de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand em floresta estacional semidecídua sob manejo, em Pirenópolis, Goiás. **Interciência** (Caracas), v. 40, p. 564-569, 2015.

SILVA NETO, V. L. *et al.* Fitossociologia e distribuição diamétrica de uma área de Cerrado sensu stricto, Dueré-TO. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 91-106, 2016.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação. **Consultas ao Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 17 de janeiro de 2020.

SOARES, M. P. *et al.* Análise fitossociológica do componente arbóreo de um remanescente de cerradão em Rio Verde–Goiás. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 3, 2012.

SOUZA, P. B. *et al.* Florística e diversidade das espécies arbustivo-arbóreas regeneradas no sub-bosque de *Anadenanthera peregrina* (L.) Sepg. **Lavras. Cerne**, 18(3): 413-421, 2012.

STRASSBURG, B. B. N. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 0099, 2017.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, v. 69, n. 1, p. 69-77, 1987.

TOSCAN, M. A. G.; TEMPONI, L. G.; GUIMARÃES, A. T. B. Caracterização da produção de serapilheira e da chuva de sementes em uma reserva de floresta estacional semidecidual, Paraná. **Ciência Florestal**, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 415-427, 2017.

VENTUROLI, F. *et al.* Manejo Florestal no bioma Cerrado: uma opção para conservar e lucrar. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107, 2015.

WWF. World Wide Fund for Nature Brasil. **Cerrado**. Disponível em <<https://www.wwf.org.br/>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2020.

ZAPPI, D. C. *et al.*, Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.