

Artigos

Padrões florístico-estruturais, riqueza e diversidade de Florestas Estacionais Semidecíduais no Cerrado

Floristic and structural patterns, richness and diversity of Semidecidal Seasonal Forests in the Cerrado

Alessandro Dias Pio^I , Lucas Robson de Oliveira^{II} ,
Conrado Martignoni Spinola^{III} , João Paulo Costa^{IV} ,
Lilian Cristina da Silva Santos^I , Vagner Santiago do Vale^{II} 

^IInstituto Federal Goiano, Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado, Goiânia, GO, Brasil

^{II}Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, GO, Brasil

^{III}EcoBrasil Consultoria Ambiental, Gestão de Projetos Ambientais, Goiânia, GO, Brasil

^{IV}Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil

RESUMO

As Florestas Estacionais Sazonalmente Secas (FESS) ocorrentes no Cerrado são caracterizadas pela presença de espécies arbóreas com diferentes níveis de caducifolia nos períodos de estação seca e variam na composição florística dependendo da sua localização geográfica. O presente trabalho tem como objetivo assumir que os padrões florístico-estruturais destas florestas podem ser marcantes, devido às condições ambientais impostas nos ambientes e proximidade com bacias hidrográficas distintas. Foram utilizados levantamentos fitossociológicos realizados em um hectare para 17 fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES), onde aferiu-se todos os indivíduos arbóreos a circunferência a altura do peito (CAP) de $1,30\text{cm} \geq 15\text{cm}$. A avaliação foi feita por meio de uma ordenação por Análise de Componente Principal incluindo variáveis abióticas e estruturais de cada floresta. Para análise de similaridade, foram utilizados dados florísticos em uma matriz de presença-ausência utilizando os dados de ocorrência das espécies identificadas em cada localidade. Para determinar as semelhanças, utilizou-se o coeficiente de similaridade de Sorensen, o índice de Bray-Curtis e o método de agrupamento das médias não ponderadas (UPGMA). Para explorar padrões de abundância, foi feito o Escalonamento Multidimensional Não Métrico (nMDS). Os padrões florísticos-estruturais apontaram a presença de dois grupos florísticos distintos, um menor grupo formando diferentes áreas das bacias hidrográficas do Rio Araguaia e Rio Paraguai, e outro grande grupo formado por áreas da bacia do Paraná, e outras desta mesma bacia, porém mais dissimilares do que as demais. A formação de grupos florísticos reflete que as comunidades analisadas possuem diversas espécies generalistas, pouco exigentes e que se adaptam bem a novas condições, com ocorrência para áreas de florestas estacionais no Cerrado e Mata Atlântica, formando duas províncias distintas situadas, sobretudo na bacia do Araguaia e Paraná.

Palavras-chave: Florestas Sazonalmente Secas; Diversidade; Fitossociologia; Variáveis ambientais



ABSTRACT

Seasonal Forests (FE) occurring in the Cerrado, are characterized by the presence of tree species with different deciduous levels on dry seasons and vary in floristic composition depending on their geographic location. The present work has as premise that the floristic-structural patterns of these forests can be remarkable, due to the environmental conditions imposed by the environments and proximity to different watersheds. We used sample data of 17 fragments of Semideciduous Seasonal Forest (FE) in the Cerrado. For each sampling site to be inventoried an area of one hectare where the circumference of all the trees were measured at $1.30\text{cm} \geq 15\text{cm}$ were included. An Principal Component Analysis - PCA, including abiotic and structural variables of each forest were made. For similarity analysis we used the floristic data in an absence-presence matrix of species and a number of trees of each species data. To determine floristic patters we use the Sorensen and Bray-Curtis similarity and made a cluster with the Unweighted Average Grouping Method (UPGMA). To explore the patterns of abundance performed in the Non-Metric multidimensional Scale (nMDS). The floristic-structural patterns indicated the presence of two distinct floristic groups, a smaller group formed different areas of the Araguaia and Paraguay River watersheds, and another large group formed by areas of the Paraná basin, and other others, even basin, more dissimilar than too much. The formation of floristic groups reflects that, as analyzed communities, there are several generalist species that are not very demanding and that adapt to new conditions, occurring in non-Cerrado and Atlantic Forest seasonal forest areas, forming two diverse tests located mainly in the Araguaia basin and Paraná.

Keywords: Seasonally Dry Forests; Diversity; Phytosociology; Environmental variables

1 INTRODUÇÃO

No Cerrado há dois grupos de formações florestais com distribuição vinculada à hidrografia e aos solos: 1° as florestas associadas aos cursos de água, geralmente em solos mais úmidos (justafluviais), e 2° as florestas sem tal associação (interflúvios), geralmente localizadas em solos mais ricos (RIBEIRO; WALTER, 2008). Dentre as florestas localizadas em interflúvios e solos mais ricos, ocorrem as chamadas “Florestas Estacionais Sazonalmente Secas” (FESS) (DRYFLOR, 2016) com uma ampla ocorrência na América do Sul. Estas podem ser separadas entre duas fitofisionomias florestais, muito semelhantes estruturalmente, porém com marcada diferença florística. Fisionomicamente, as florestas estacionais semidecíduais (FES) e decíduais (FED) tem como principal diferença a deciduidade durante a estação seca; as FES com porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal entre 20% e 50%, enquanto as FED apresentam 50% ou mais dos indivíduos desprovidos de folhagem na estação seca (IBGE, 2012).



Enquanto as FES mais comumente ocupam encostas de vale de grandes rios sobre substratos com níveis variados de fertilidade, as FED têm distribuição mais restrita a regiões onde ocorrem secas pronunciadas e solos com níveis bem mais elevados de fertilidade (OLIVEIRA-FILHO; RATER, 2006; VENTUROLI, 2008). Ambas ocupam uma porção de 15% de cobertura vegetal no Cerrado, entretanto, a exploração destas florestas para diversos fins, como extração de madeira lenha, carvão, ocupação para agropecuária e a implantação de infraestrutura urbana, de modo geral, causam a redução e a fragmentação da vegetação natural (LOPES; SCHIAVINI; OLIVEIRA; VALE, 2012). O isolamento do habitat em qualquer formação florestal apresenta consequências negativas ao meio natural, sobretudo para a comunidade biótica, levando ao atual quadro de degradação destas florestas, que estão entre as formações mais ameaçadas do planeta (BLACKIE; BALDAUF; GAUTIER; GUMBO; KASSA; PARTHASARATHY; PAUMGARTEN; SOLA; PULLA; WAEBER; SUNDERLAND, 2014).

A destruição das FES no Cerrado é notória, visto que se localizam próxima de cursos d'água, são particularmente importantes para a América do Sul, que abriga cerca de 46% das florestas estacionais tropicais do mundo, o que representa 272 milhões de hectares (MILES; NEWTON; DEFRIES; RAVILIOUS, 2006). No entanto, menos de 10% estão ainda conservados em seus países (GARCIA; CORZO; ISAACS-CUBIDES; ETTER, 2014).

Assim, a comparação de aspectos estruturais das Florestas Estacionais em diferentes áreas no Cerrado, por meio de levantamentos florísticos e fitossociológicos, permite revelar padrões de variação da vegetação no espaço e no tempo (DURIGAN; SUGANUMA; MELO, 2016). A fitossociologia é uma importante ferramenta para o reconhecimento da estrutura das comunidades vegetais e a relação com o ambiente no qual estão inseridas, pois ela identifica as relações quantitativas entre as espécies (EISENLOHR; OLIVEIRA-FILHO; PRADO, 2015; MIRANDA; DONATO; FIGUEIREDO; BERNINI; ROPPA; TRECE; BARROS, 2019), principalmente de comunidades arbóreas, sendo essencial para a compreensão da ecologia das espécies, sobretudo o conhecimento de suas relações intra e interespecíficas. Desse modo, o presente trabalho buscou avaliar



quais são os principais fatores condicionantes dos padrões florísticos e estruturais das FES presentes no Cerrado com a hipótese de que existem diferentes grupos florístico-estruturais de FE no Brasil Central. Como objetivos específicos buscaremos definir padrões florísticos (presença/ausência) e estruturais nestas FES.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e coleta de dados

As Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) do Cerrado aparecem na forma de encaves, geralmente associados a recursos hídricos (Figura 1) e muitas destas florestas são desconsideradas em macro-estudos por não terem sido inventariadas.

Figura 1 – Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no domínio do Cerrado amostrados, contextualizando as principais bacias hidrográficas do território nacional



Fonte: Autores (2022)



O clima do domínio é classificado como Aw (tropical estacional de savana) no sistema de Köppen, com inverno seco (junho a setembro) e verão quente (dezembro a março), suas temperaturas anuais médias oscilam entre 18 e 24,8°C, a precipitação anual varia de 1.365,3 média mínima a 1.858,4 mm de média máxima e as altitudes entre 564 e 1.254,1 metros (ALVARES; STAPE; SENTELHAS; GONÇALVES; SPAROVEK, 2013). As FES localizadas dentro do domínio do Cerrado foram foco do presente estudo, para reduzir a lacuna de conhecimento destas florestas.

2.2 Caracterização das áreas de estudos, coleta e levantamento dos dados

Foram amostrados, por meio do método de parcelas permanentes, 17 fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) (Tabela 1). Destes 17 levantamentos, 7 foram realizados pelo presente autor (1 a 7) e as demais realizadas por Lopes, Schiavini, Oliveira e Vale (2012). Em cada área foram inventariadas 10.000 m² (1 hectare), e foram espacialmente distribuídas ao longo do domínio do Cerrado (Tabela 1). Apenas os indivíduos com circunferência igual ou acima de 15 cm foram incluídos na amostragem. A circunferência foi medida a 1,30m de altura da árvore. Com os dados do inventário, foram quantificados dados bióticos de cada área (densidade por hectare, área basal por hectare, número de espécies, índice de diversidade de Shannon, equitabilidade).

A maioria das identificações das espécies foram realizadas em campo utilizando material de apoio e bibliografia pertinente, como manuais de campo e consulta a especialistas. Parte dos materiais foram coletados para posterior identificação em herbários (como o Herbarium Unberlandense e o Herbário da UFG – Câmpus Jataí e do IBGE – RECOR), coleções botânicas de universidades (como a coleção do Laboratório de Ecologia Vegetal da UFU e do Laboratório de Inventário Florestal e Ecologia da UEG). Com os dados obtidos, foi criada uma matriz de dados de presença e ausência, possuindo a lista de espécies catalogadas por área amostrada e outra com dados de número de indivíduos das espécies por área amostrada. Consideramos apenas os



devidamente identificados em nível de espécie, e eventualmente em nível de gênero, quando estas espécies eram de difícil identificação, e/ou desprovidas de material fértil (flor e/ou fruto).

Tabela 1 – Área de estudo amostrada com critério semelhante. Coordenadas, latitude e longitude (Graus decimais)

Ár.	Município	Est.	Sigla	Lat. (S)	Lon. (W)	Alt. (m)	Dens	Ab (m ²)
1	Baliza	GO	Bal	16.62	52.39	303	610	15.47
2	Barro Alto	GO	Bar	14.74	48.99	473	1093	23.44
3	Campo Grande	MS	Camp	20.59	54.58	530	648	9.17
4	Iporá	GO	Iporá	16.39	51.36	600	1287	17.62
5	Novo Acordo	TO	Nov	10.00	47.37	205	594	17.44
6	São Domingos	GO	São D	13.53	46.38	677	557	10.43
7	Unaí	MG	Unaí	16.33	46.94	640	1002	15.04
8	Ipiacu	MG	Ipi	18.71	49.93	442	837	15.14
9	Uberlândia	MG	Glo	18.95	48.20	880	976	26.19
10	Campo Florido	MG	Pan	19.15	48.40	800	1556	23.90
11	Araguari	MG	Agua	18.49	48.37	680	839	27.00
12	Cruzeiro dos Peixotos	MG	Cru	18.67	48.40	565	1236	23.30
13	Uberlândia	MG	Ira	19.08	48.08	915	945	27.00
14	Uberlândia	MG	Per	18.55	48.03	734	1144	27.00
15	Uberlândia	MG	São	18.51	48.12	915	1063	34.68
16	Uberaba	MG	Ube	19.40	48.01	790	805	45.80
17	Monte Carmelo	MG	Monte	18.45	47.30	910	798	26.40

Fonte: Autores (2022)

Em que: Ár = Área; Est = Estado; Lat = latitude; Lon = longitude; Alt = altitude; Dens = densidade por hectare; Ab = área basal por hectare.

Para cada área foram aferidos os parâmetros abióticos: altitude, temperatura média anual, temperatura na estação seca, temperatura na estação chuvosa, pluviosidade total anual, pluviosidade na estação seca e pluviosidade na estação chuvosa e distância do oceano. Para os dados de clima, foram utilizados dados com valores mensais compilados por Alvares, Stape, Sentelhas, Gonçalves e Sparovek (2013) e demais dados a partir de imagens de satélite Landstat 8 que permite gerar imagens de 15 m coloridas por fusão digital e utiliza a escala de até 1:25.000 (INPE, 2023).



2.3 Diversidade, Uniformidade e Riqueza estimada

Para aferição da diversidade de espécies, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon (H') e para uniformidade foi utilizado o índice de equabilidade Pielou (J). Foi construída uma curva do coletor e para aferir a riqueza estimada foi utilizado o estimador de riqueza Jackknife de segunda ordem (Jack-2). Essas análises foram processadas por meio do software PAST 3.0 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001) e Estimates 7.5 (COWELL, 2005).

2.4 Análise de Componentes Principais

Para a definição dos parâmetros que melhor explicariam as diferenças entre parâmetros estruturais da áreas de estudo, foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA) com dados abióticos (altitude*, temperatura média anual*, temperatura na estação seca, temperatura na estação chuvosa, pluviosidade total anual, pluviosidade na estação seca* e pluviosidade na estação chuvosa* e distância do oceano*) com dados bióticos (densidade por hectare*, área basal por hectare*, número de espécies*, índice de diversidade de Shannon, equitabilidade). Após análise prévia, as variáveis redundantes ou sem correlação com os eixos foram retiradas da análise e apenas as mencionadas com * foram mantidas. As análises foram realizadas por meio do software PAST.

2.5 Similaridade

As análises de similaridade foram realizadas utilizando dados florísticos da matriz de presença ausência de todas as áreas e outra matriz utilizando os dados de número de indivíduos por espécie. Apenas espécies amostradas em duas ou mais áreas foram mantidas e foram retiradas aquelas não identificadas no nível de espécie ou com identificações dúbias. Com a primeira matriz, utilizou-se o coeficiente de similaridade de Sorensen para determinar as semelhanças entre as áreas e com a segunda, o índice de similaridade Bray-Curtis. Após essas análises, realizou-se o



método de agrupamento das médias não ponderadas (UPGMA) para representação gráfica sob a forma de dendrograma. Os resultados do coeficiente variam de 0 a 1, sendo que uma similaridade maior que 0,5 é considerada alta, e quanto mais próximo o valor de 1, maior a similaridade (FELFILI; SILVA JR; REZENDE; MACHADO; WALTER; SILVA; HAY, 1992).

2.6 Similaridade Florística e determinação dos grupos

Para explorar a similaridade florística e a determinação dos grupos, foram aplicadas análises multivariadas utilizando a matriz de número de indivíduos por área. Primeiro foi realizada uma ordenação dos dados através da análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (nMDS) utilizando o índice de Bray-Curtis como medida de similaridade. Em seguida, foi calculada a estatística denominada Resíduos Estandarizados residuais da Soma dos Quadrados (Standardized Residual Sum of Squares - STRESS), na qual quanto mais próximo de zero, menor é a distorção dos dados e a ordenação, portanto, melhor a representação das distâncias de dissimilaridade entre as parcelas (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). O mesmo procedimento foi realizado agrupando-se as parcelas de cada região. Baseado nos grupos formados nos dendrogramas de similaridade e nas análises de ordenação, foi realizada uma PERMANOVA, que testa a significância entre grupos formados por coeficientes de similaridade (ANDERSON, 2001). Foram testados desde os grupos maiores até os subgrupos encontrados para verificar quais grupos foram realmente coesos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Florística

Foram amostradas, nos 17 fragmentos, 411 espécies, distribuídas em 166 gêneros e 84 famílias. As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae com 77 espécies, seguida de Myrtaceae com 31 espécies, Rubiaceae com 21, Annonaceae



com 19, Malvaceae com 15, Moraceae com 14, Lauraceae com 13, Vochysiaceae com 12 e Apocynaceae com 11. As nove famílias apresentaram uma contribuição marcante para a diversidade de espécies arbóreas desta formação, concentrando 51,82% do total de espécies catalogadas. À exceção de Vochysiaceae, todas as demais famílias são comumente encontradas nas florestas úmidas atlânticas e nas florestas estacionais presentes no Cerrado (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). Apesar dessa semelhança, a flora existente entre essas formações é claramente diferente e podem ser consideradas formações singulares (BRIENEN *et al.*, 2015).

Fabaceae foi a família predominante, assim como para florestas na Mata Atlântica (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). Diversas FES (LOPES; SCHIAVINI; OLIVEIRA; VALE, 2012) têm predomínio ou ampla ocorrência de Fabaceae, a qual tem se destacado como elemento importante de diversas formações vegetais. A disparidade para a família Fabaceae em relação às demais famílias botânicas pode ser atribuída em parte, ao seu sucesso de colonização, bem como suas diferentes estratégias de dispersão de sementes e à capacidade de algumas espécies da família serem notadamente fixadoras de nitrogênio no solo (FERREIRA; CAMPELLO; FRANCO, 2007).

Essas características são importantes, sobretudo em solos de baixa fertilidade, escassos em nitrogênio, pelo fato da capacidade de estabelecer uma simbiose por meio de bactérias *Rhizobium*, que utilizam o nitrogênio do ar para produção de compostos nitrogenados transferidos para a planta hospedeira. Assim, essa família botânica tem uma especificidade estratégica na competição de recursos, comparada às demais famílias que não possuem.

Outros estudos realizados em florestas estacionais decíduas no Cerrado também apresentaram as famílias Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Annonaceae, Malvaceae com elevada riqueza de espécies (VENTUROLI, 2008). Estudos realizados no Estado de Goiás (PEREIRA, 2008; MILHOMEM; ARAÚJO; VALE, 2013) apresentaram semelhança aos padrões florísticos do presente estudo, com destaque para o levantamento realizado em afloramentos calcários no município de São Domingos - Goiás, que por sua vez apresentou como famílias de maior riqueza Apocynaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae e Moraceae (SILVA; SCARIOT, 2003).



No Estado do Espírito Santo, em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual de Floresta Atlântica, além das famílias de maior riqueza apresentarem padrões florísticos semelhantes aos encontrados no presente estudo, há também um destaque para Asteraceae, Piperaceae, Euphorbiaceae e Melastomataceae (BORGES; AZEVEDO, 2017), demonstrando assim fortes semelhanças, mesmo estando situados em diferentes regiões geográficas. Fato semelhante foi observado em áreas de domínio do Cerrado no nordeste do Brasil, em Piratinga - MG, as famílias de maior destaque em número de espécies foram Fabaceae, Vochysiaceae, Malvaceae, Bignoniaceae e Rubiaceae, com 41,66% do total de espécies amostradas (GIACOMO; PEREIRA; CARVALHO; MEDEIROS; GAUI, 2015).

Vinte famílias foram representadas por apenas uma espécie: Aquifoliaceae, Burseraceae, Cardiopteridaceae, Caricaceae, Caryocaraceae, Cunoniaceae, Dichapetalaceae, Humiriaceae, Icacinaceae, Lacistemataceae, Lecytidaceae, Miristicaceae, Monimiaceae, Moraceae, Myristicaceae, Oleaceae, Opiliaceae, Rhaminaceae, Simaroubaceae, Siparunaceae, denotando que, apesar de ter maior predominância de poucas famílias, a riqueza de famílias é grande e muitas vezes representada por espécies únicas, o que deve servir para definição de Famílias a serem melhor quantificadas dentro dessas florestas. Algumas possuem espécies cujos indivíduos são de menor porte em relação ao critério de inclusão ou são simplesmente raras na paisagem.

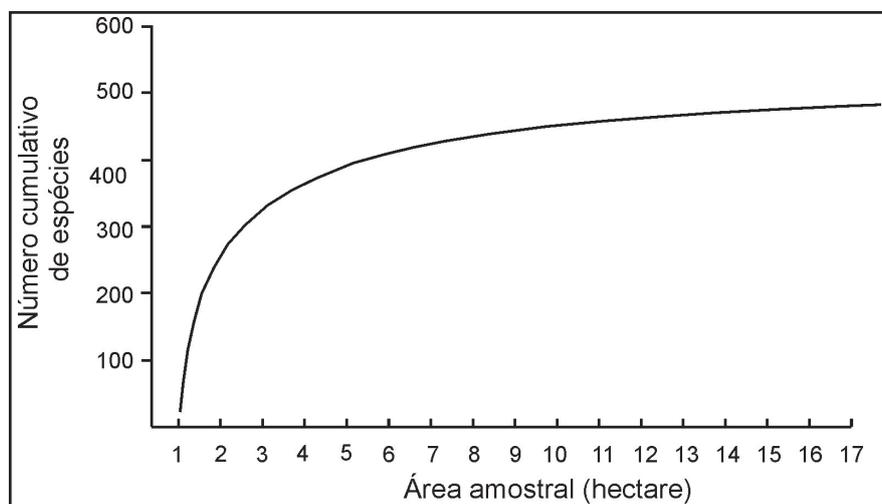
Machaerium com 11 espécies, *Inga* com oito, seguido de *Aspidosperma* com nove, *Eugenia*, *Ficus*, *Nectandra*, *Psidium* e *Vochysia*, com seis cada, e *Byrsonima* com cinco, seguidos de *Terminalia*, *Tabebuia*, *Pouteria*, *Piper*, *Handroanthus*, *Erythroxylum* com quatro cada foram os gêneros com maior riqueza de espécies. Somando tais gêneros tem-se 20,19% do total de espécies. O padrão de riqueza de famílias/gêneros encontrado corrobora com o descrito por Milhomem, Araújo e Vale (2013), Giacomo, Pereira, Carvalho, Medeiros e Gaudi (2015) em diferentes estudos realizados em florestas estacionais no Cerrado brasileiro, com acentuada riqueza de espécies



arbóreas das famílias Fabaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Malvaceae, Rubiaceae e dos gêneros *Aspidosperma*, *Ocotea*, *Tapirira* e *Qualea*.

Riqueza estimada: As riquezas totais de espécies projetadas pelos estimadores "Jackknife 2" mostraram um padrão similar com número total de espécies, em termos de expectativa do número máximo de espécies para as áreas amostradas. As 411 espécies catalogadas aproximam-se de 91,81% das riquezas projetadas pelos estimadores "Jackknife 2", demonstrando suficiência amostral ao longo das dezessete áreas amostradas (Figura 2). A curva de espécies utilizando o estimador *Jackknife 2* tendeu a estabilização próxima a 500 espécies, assim, a suficiência amostral só seria atingida próximo a este valor, indicando que o inventário de novas áreas de FES no Brasil Central é necessário.

Figura 2 – Curva com número de espécies utilizando o estimador Jackknife 2



Fonte: Autores (2022)

As 411 espécies amostradas foram equivalentes a 21,97% das espécies arbóreas (soma de árvores, arvoretas, palmeiras arbóreas e plantas arborescentes) inventariadas por Mendonça, Felfili, Walter, Silva Jr, Rezende, Filgueiras, Nogueira e Fagg (2008), podendo ser considerado um número relativamente alto para áreas de domínio do Cerrado. Já as 500 espécies estimadas são metade do valor encontrado para o Cerrado (sempre próximo a 1000 espécies), denotando a importância das florestas

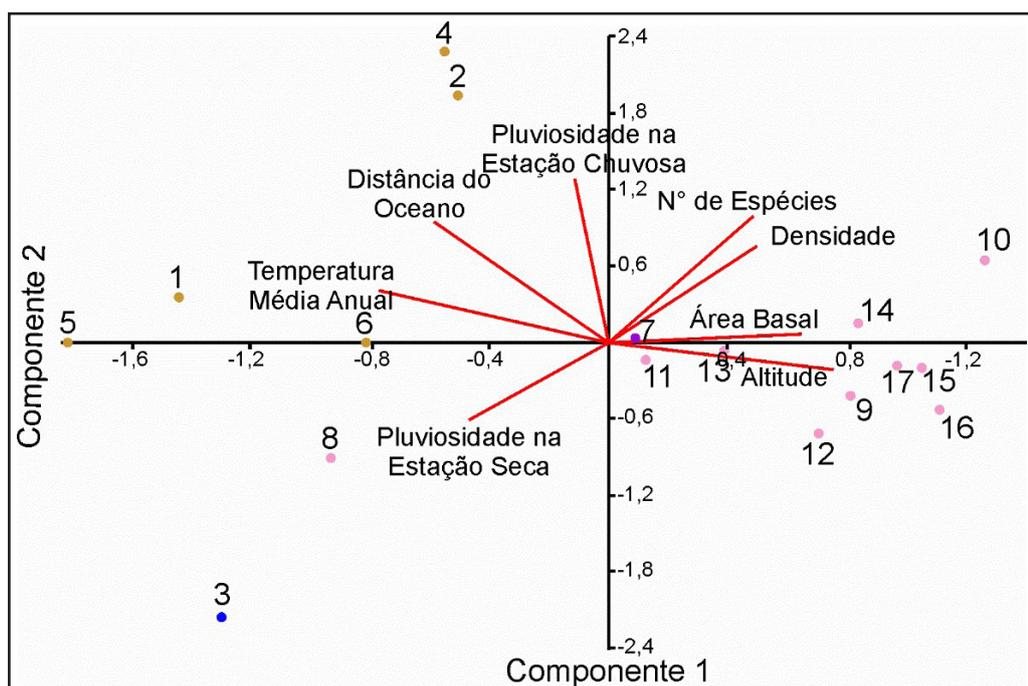


estacionais para a flora arbórea do Brasil Central (FRANÇOSO; BRANDÃO; NOGUEIRA; SALMONA; MACHADO; COLLI, 2015). Essa elevada riqueza pode estar associada à ampla distribuição das florestas estacionais no território nacional e da contribuição florística devido ao contato com Mata Atlântica, Caatinga e Floresta Amazônica.

3.2 Estrutura e variação abiótica

Houve a distinção de dois conjuntos de áreas no PCA (Figura 3). O primeiro eixo reuniu, no seu lado negativo, as florestas em Barro Alto, Baliza, Campo Grande, Ipiacú, Iporá, Novo Acordo e São Domingos (Grupo 1), que foram correlacionados com a maior pluviosidade na estação seca, temperatura média mais elevada, e com o distanciamento do oceano. O segundo eixo aproximou as florestas localizadas em Unaí, Água, Cruzeiro, Pereiras, Monte Carmelo, São José, Glória, Iará e Panga, que por sua vez são as áreas com maior riqueza de espécies, densidade, área basal e altitude elevada.

Figura 3 – Análise de Componentes Principais indicando os vetores para variáveis abióticas e bióticas para 17 áreas de Floresta Estacional no domínio do Cerrado



Fonte: Autores (2022)



A PCA separou as florestas localizadas em Goiás e Mato Grosso do Sul, especificamente atrelados a baixos índices pluviométricos, baixa diversidade de espécies e localizados próximo das bacias do Rio Paraguai (Campo Grande) e do Rio Araguaia (Iporá, Novo Acordo, Baliza, São Domingos). O outro grupo de florestas são aquelas localizadas em Minas Gerais e uma maior riqueza de espécies, maiores densidades, temperaturas mais amenas, maiores altitudes e todas estão na Bacia do Rio Paraná. A única exceção foi a área inventariada na cidade de Ipiacu, localizada na Bacia do Rio Paraná. O 1º eixo 48,576 e o 2º 27,464 e o somatório foi de 76,222.

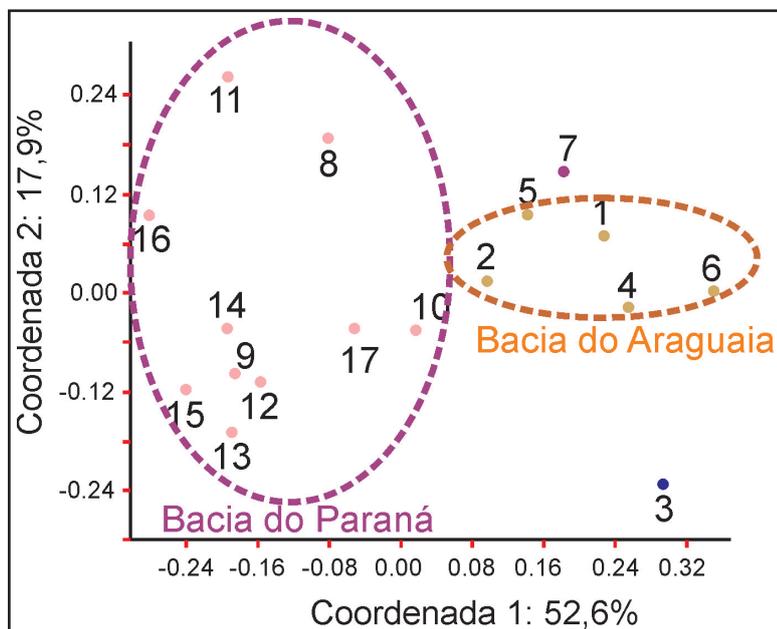
Temperatura, pluviosidade, distância do oceano e altitude são comumente importantes na determinação da estrutura e composição florística de formações florestais diferentes (EISENLOHR; OLIVEIRA-FILHO; PRADO, 2015; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000), e mesmo pequenas variações destes parâmetros podem denotar em diferentes padrões estruturais das florestas estacionais localizadas no domínio do Cerrado. Mesmo que as florestas estacionais sejam consideradas um mesmo tipo de formação, claramente existem províncias estruturais distintas de florestas estacionais como as semidecíduas, mais densas, ricas e com maior área basal e as decíduas, com esses parâmetros estruturais reduzidos.

3.3 Padrões florístico-estruturais

A nMDS praticamente demonstrou os mesmos padrões do PCA, apontando uma divisão, sobretudo para o primeiro eixo apresentando autovalores de 52,6% para o eixo 1 e 17,9% para o eixo 2 (Figura 4), demonstrando dessa forma um gradiente expressivo. Ainda foi observado a presença de dois grupos florísticos distintos, um menor grupo formado por seis áreas (formadas pelo grupo 1 da PCA, com as áreas das bacias hidrográficas do Rio Araguaia (5 áreas mais a área Unaí, área 7 na Figura 4) e Rio Paraguai (área 3 na Figura 4), e outro grande grupo formado por dez áreas da bacia do Paraná, porém o valor de STRESS foi de 16,6% (estresse da ordenação de 0.16) ,indicando que existe baixa randomização entre os valores de dissimilaridade entre as áreas, logo os padrões encontrados são confiáveis.



Figura 4 – Escalonamento Multidimensional Não Métrico (nMDS) dos dados florísticos de 17 áreas de Floresta Estacional no Cerrado. STRESS = 0,16



Fonte: Autores (2022)

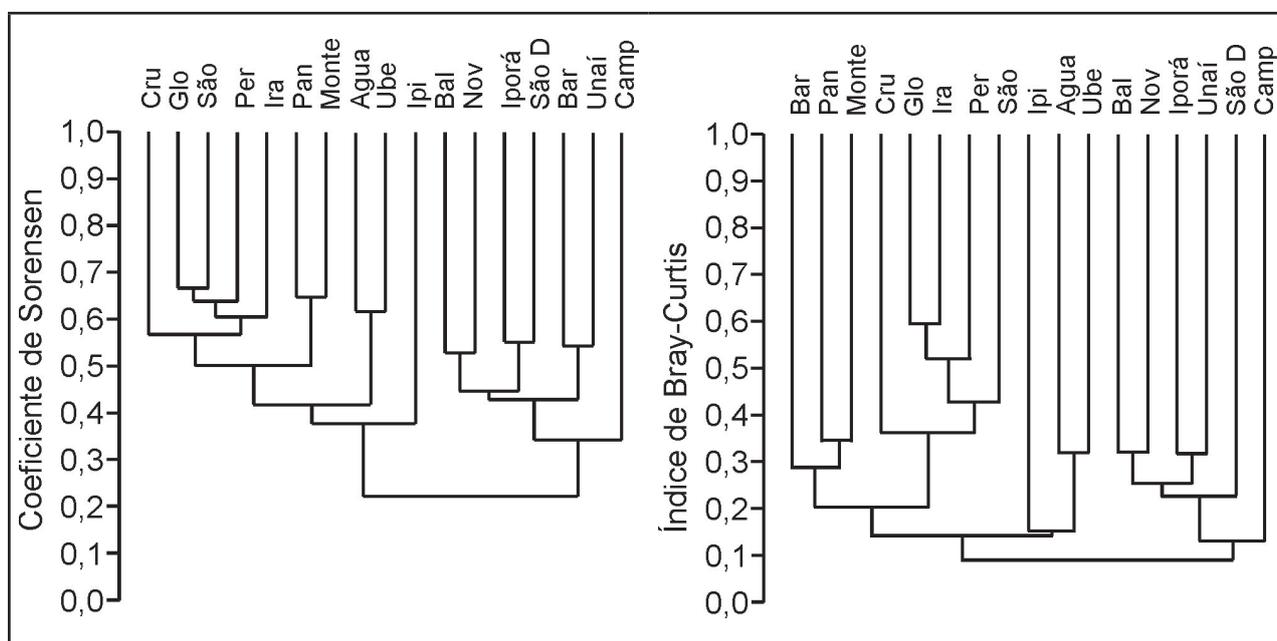
O dendrograma baseado no coeficiente de similaridade por presença-ausência (Sorensen) (Figura 5) confirmou praticamente todos os padrões encontrados na nMDS, porém com a área de Ipiçu sendo mais distinta do que Agua e Ube em relação àquelas da bacia. No entanto, as análises da PERMANOVA caracterizaram a existência de apenas dois grupos ($F = 9,09$, $p < 0,001$) distintas baseados na 1ª divisão do dendrograma e não comprovou a existência de subgrupos após esta primeira separação. Paraná e Campo Grande sendo as mais distintas dentro daquelas encontradas no Grupo 1 da PCA. Cada grupo é semelhante em aproximadamente 40% de sua composição florística, as exceções foram Ipiçu e Campo Grande dentro de seus grupos. A espécie *Copaifera langsdorffii* ocorreu em todos os sítios de amostragem.

Já o índice de similaridade de Bray-Curtis (Figura 5) indicou uma menor similaridade entre as áreas amostradas e uniu áreas de diferentes bacias que, em todas as análises prévias, estavam distantes. Barro Alto (localizada na bacia do Araguaia) se uniu ao grupo da bacia Paraná, sobretudo com as áreas Pan e Mon, devido à grande



densidade de espécies de determinados gêneros, sobretudo de Casearia. As áreas Ipi, Ube e Agua formaram um grupo único, e as demais seguiram os mesmos padrões. Semelhante ao observado para os dados qualitativos, as análises da PERMANOVA caracterizaram a existência de apenas dois grupos ($F = 4,13$, $p < 0,001$) e não comprovou a existência de subgrupos após essa primeira separação.

Figura 5 – Dendrogramas de similaridade (Coeficiente de Sorensen e Bray-Curtis) produzidos por análise de agrupamento (método de ligação UPGMA) da composição de espécies arbóreas entre as 17 áreas de Floresta Estacional Semidecidual no Cerrado



Fonte: Autores (2022)

As análises demonstraram que comunidades analisadas possuem diversidade de espécies elevada, ocasionando uma baixa similaridade dentro do próprio grupo observado. Ainda assim, foram identificadas muitas espécies generalistas, ou seja, pouco exigentes em termos de ambientes e que se adaptam bem a novas condições, com ocorrência para áreas de florestas estacionais tanto no Cerrado como na Mata Atlântica, o que indica as influências de contato com outras formações. Algumas das espécies mais amostradas foram *Anadenanthera* spp. (Fabaceae), *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) e *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae), que são comuns na Mata Atlântica ombrófila.



Assim, as FES analisadas ao longo das bacias Paraná recebem influência da Mata Atlântica e formam uma zona de tensão ecológica entre o Cerrado e Mata Atlântica (LOPES; SCHIAVINI; OLIVEIRA; VALE, 2012). Estudos em florestas estacionais têm demonstrado que as comunidades arbóreas destas florestas contemplam três conjuntos de espécies: a) preferenciais de cerrados; b) comuns ao cerrado e às florestas de galeria; c) exclusivas de FES (SILVA; SCARIOT, 2003; LOPES; SCHIAVINI; OLIVEIRA; VALE, 2012). As espécies preferenciais de cerrados são em número relativamente reduzido e sugerem interpenetrações dos dois tipos de vegetação. As que ocorrem em florestas de galeria são em grande número, são consideradas típicas da Amazônia ou Mata Atlântica (PEREIRA; VENTUROLI; CARVALHO, 2011).

Nos sítios amostrados na bacia do Araguaia, no presente estudo, as espécies mais comuns foram *Apuleia leiocarpa* (Fabaceae), *Copaifera langsdorffii*, (Fabaceae), *Hymenaea courbaril* (Fabaceae), *Protium heptaphyllum* (Burseraceae), espécies muito frequentes em florestas estacionais no Cerrado, também ocorrendo na Mata Atlântica, podendo ser consideradas generalistas de habitats florestais (VALE; SCHIAVINI; LOPES; DIAS NETO; OLIVEIRA; GUSSON, 2009; OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2000). Esse grupo reuniu áreas mais próximas geograficamente, dessa forma também pode-se inferir que a proximidade geográfica entre as formações vegetais semelhantes é um fator importante para determinar as espécies existentes nos fragmentos existentes (DIAS-NETO; SCHIAVINI; LOPES; VALE; GUSSON; OLIVEIRA, 2009).

4 CONCLUSÕES

A elevada variação florística e a distinção de grupos florísticos estão associadas, em parte, aos fatores físicos: altitude, temperatura, pluviosidade e distância do oceano, e a fatores bióticos, como densidade, área basal e número de espécies. A hipótese de que o padrão florístico e estrutural seja diferente nas Florestas Estacionais do Cerrado foi confirmada no presente estudo, sobretudo devido aos resultados encontrados entre as florestas analisadas.



Foi possível verificar a existência de dois grupos florísticos-estruturais localizados em diferentes bacias hidrográficas, um presente nas bacias do Rio Araguaia e outro na bacia do Paraná. Dessa forma, as FES do Cerrado podem ser distintas em, no mínimo, duas províncias distintas situadas nessas distintas bacias hidrográficas. Novos estudos envolvendo amostragens em diferentes bacias hidrográficas devem ser realizados para suportar ou não esta hipótese.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Mestrado em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri pelo aporte financeiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, dez. 2013.

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance, **Austral Ecology**, Brisbane, v. 26, p. 32-46, dez. 2001.

BLACKIE, R.; BALDAUF, C.; GAUTIER, D.; GUMBO, D.; KASSA, H.; PARTHASARATHY, N.; PAUMGARTEN, F.; SOLA, P.; PULLA, S.; WAEBER, P.; SUNDERLAND, T.C.H. **Tropical dry forests: The state of global knowledge and recommendations for future research**. Indonesia; Center for International Forestry Research, Jawa Barat, 2014. 30 p.

BORGES, K. F.; AZEVEDO, M. A. M. Inventário florístico de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no Sul do Espírito Santo, Brasil: Parque Estadual Cachoeira da Fumaça. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.68, n.5, p. 1963-1976, dez. 2017.



BRIENEN, R. J. W.; PHILLIPS, O. L.; FELDPAUSCH, T. R.; GLOOR, E.; BAKER, T. R.; LLOYD, J.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MONTEAGUDO-MENDOZA, A.; MALHI, Y.; LEWIS, S. L.; VÁSQUEZ MARTINEZ, R.; ALEXIADES, M.; ÁLVAREZ DÁVILA, E.; ALVAREZ-LOAYZA, P.; ANDRADE, A.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARETS, E. J. M. M.; ARROYO, L.; AYMARD, G. A.; BÁNKI, O. S.; BARALOTO, C.; BARROSO, J.; BONAL, D.; BOOT, R. G. A.; CAMARGO, J. L. C.; CASTILHO, C. V.; CHAMA, V.; CHAO, K. J.; CHAVE, J.; COMISKEY, J. A.; CORNEJO VALVERDE, F.; COSTA, L. da; OLIVEIRA, E. A. de; DI FIORE, A.; ERWIN, T. L.; FAUSET, S.; FORSTHOFER, M.; GALBRAITH, D. R.; GRAHAME, E. S.; GROOT, N.; HÉRAULT, B.; HIGUCHI, N.; HONORIO CORONADO, E. N.; KEELING, H.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S.; LICONA, J.; MAGNUSSEN, W. E.; MARIMON, B. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; MENDOZA, C.; NEILL, D. A.; NOGUEIRA, E. M.; NÚÑEZ, P.; PALLQUI CAMACHO, N. C.; PARADA, A.; PARDO-MOLINA, G.; PEACOCK, J.; PEÑA-CLAROS, M.; PICKAVANCE, G. C.; PITMAN, N. C. A.; POORTER, L.; PRIETO, A.; QUESADA, C. A.; RAMÍREZ, F. RAMÍREZ-ANGULO, H.; RESTREPO, Z.; ROOPSIND, A.; RUDAS, A.; SALOMÃO, R. P.; SCHWARZ, M.; SILVA, N.; SILVA-ESPEJO, J. E.; SILVEIRA, M.; STROPP, J.; TALBOT, J.; STEEGE, H. ter; TERAN-AGUILAR, J.; TERBORGH, J.; THOMAS-CAESAR, R.; TOLEDO, M.; TORELLO-RAVENTOS, M.; UMETSU, R. K.; HEIJDEN, G. M. F. van der; HOUT, P. van der; VIEIRA, I. C. G.; VIEIRA, S. A.; VILANOVA, E.; VOS, V. A.; ZAGT, R. J. Long-term decline of the Amazon carbon sink. **Nature**, London, v. 519, n. 7543, p. 344-348, mar. 2015.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. EUA: University of Connecticut, 2005.

DIAS-NETO, O. C.; SCHIAVINI, I.; LOPES, S. de F.; VALE, V. S. do; GUSSON, A. E.; OLIVEIRA, A. P. de. Estrutura fitossociológica e grupos ecológicos em fragmento de floresta estacional semidecidual, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 1087-1100, out. 2009.

DRYFLOR, K. B.R.; DELGADO-SALINAS, A.; DEXTER, K. G.; LINARES-PALOMINO, R.; OLIVEIRA-FILHO, A.; PRADO, D.; PULLAN, M.; QUINTANA, C.; RIINA, R.; RODRÍGUEZ, G. M.; WEINTRITT, J.; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; ADARVE, J.; ÁLVAREZ, E.; ARANGUREN, A.; ARTEAGA, J. C.; AYMARD, G.; CASTAÑO, A.; CEBALLOS-MAGO, N.; COGOLLO, A.; CUADROS, H.; DELGADO, F.; DEVIA, W.; DUEÑAS, H.; FAJARDO, L.; FERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ, M. A.; FRANKLIN, J.; FREID, E. H.; GALETTI, L. A.; GONTO, R.; GONZÁLEZ, R.; GRAVESON, R.; HELMER, E. H.; IDÁRRAGA, A.; LÓPEZ, R.; MARCANO-VEGA, H.; MARTÍNEZ, O. G.; MATURO, H. M.; MCDONALD, M.; MCLAREN, K.; MELO, O.; MIJARES, F.; MOGNI, V.; MOLINA, D.; MORENO, N. P.; NASSAR, J. M.; NEVES, D. M.; OAKLEY, L. J.; OATHAM, M.; OLVERA-LUNA, A. R.; PEZZINI, F. F.; DOMINGUEZ, O. J. R.; RÍOS, M. E.; RIVERA, O.; RODRÍGUEZ, N.; ROJAS, A.; SÄRKINEN, T.; SÁNCHEZ, R.; SMITH, M.; VARGAS, C.; VILLANUEVA, B.; R. PENNINGTON, T. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**. Pensilvania, v. 353, n. 6306, p. 1383-1387, set. 2016.

DURIGAN, G.; SUGANUMA, M. S.; MELO, A. C. G. de. Valores esperados para atributos de florestas ripárias em restauração em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, [s.l.], v. 44, n. 110, p. 463-474, jun. 2016.

EISENLOHR, P. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; PRADO, J. The Brazilian Atlantic Forest: new findings, challenges and prospects in a shrinking hotspot. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 24, n. 9, p. 2129-2133, set. 2015.



FERREIRA, A. P.; CAMPELLO, A. A.; FRANCO, A. S. R. **Uso de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na recuperação de áreas degradadas pela mineração de areia no polo produtor de Seropédica/Itaguaí.** Seropédica: Embrapa; CNPAB, 2007. (Comunicado Técnico, 236.)

FELFILI, J. M.; SILVA JR, M. C. da; REZENDE, A. V.; MACHADO, J. W. B.; WALTER, B. M. T.; SILVA, P. E. N. da; HAY, J. D. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, DF-Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Alta Floresta, v. 6, n. 2, p. 27-46, 1992.

FRANÇOSO, R. D.; BRANDÃO, R.; NOGUEIRA, C. C.; SALMONA, Y. B.; MACHADO, R. B.; COLLI, G. R. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 13, p. 35-40, abr. 2015.

GARCIA, H.; CORZO, G.; ISAACS-CUBIDES, P.J.; ETTER, A. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de Bosque seco tropical en Colombia: Insumos para su gestión. *In*: GARCÍA, H.; PIZANO, C. (eds.). **El bosque seco tropical en Colombia**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá: Ediprint Ltda. 2014. p. 228-251.

GIACOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; CARVALHO, D. C. de; MEDEIROS, V. S. de; GAUI, T. D. Florística e Fitossociologia em Áreas de Cerradão e Mata Mesofítica na Estação Ecológica de Pirapitinga, MG. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 3, p. 287-298, set. 2015.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. **PAST**: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001. 261p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012. 271p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Satélites Landsat**, 2023. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>. Acesso em: 16 maio 2023.

LOPES, S. de F.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, A. P.; VALE, V. S. An ecological comparison of floristic composition in Seasonal Semideciduous Forest in Southeast Brazil: implications for conservation. **International Journal for Forestry Research**, New York, v. 2012, p. 1-14, jan. 2012.

MENDONÇA, R. C. de; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. de S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. Flora Vascular do Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2008. p. 289-556.

MILES, L.; NEWTON, A. C.; DEFRIES, R. S.; RAVILIOUS, C. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, [s.l.], v. 33, p. 491-505, feb. 2006.

MILHOMEM, M. E. V.; ARAÚJO, G. M.; VALE, V. S. Estrutura do estrato arbóreo e regenerativo de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Itumbiara, GO. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 679-690, dez. 2013.



MIRANDA, C. do C.; DONATO, A. de; FIGUEIREDO, P. H. A.; BERNINI, T. A.; ROPPA, C.; TRECE, I. B.; BARROS, L. O. Levantamento fitossociológico como ferramenta para a restauração florestal da Mata Atlântica, no Médio Paraíba do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1601-1613, out. 2019.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, [s.1.], v. 32, n. 4b, p. 793-810, mar. 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATER, J. A. Padrões florísticos das matas ciliares da região do Cerrado e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário Tardio. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. (Eds). **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2006. p.1-21.

PEREIRA, B. A. da S. **Relações vegetação-variáveis ambientais em florestas estacionais decíduas em afloramentos calcários no bioma Cerrado e em zonas de transição com a Caatinga e com Amazônia**. 2008. 91 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

PEREIRA, B. A.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F. A. Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 446-455, jul. 2011.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa: Brasília – DF, 2008. p. 89-166.

SCARIOT, A.; FREITAS, S. R.; MARIANO-NETO, E.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA L. C. de; SANAIOTTI, T.; Sevilha, A C.; VILLELA, D. M. Vegetação e flora. *In*: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p.103-124.

SILVA, L. A.; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos - GO, Bacia do rio Paraná). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 305-313, abr. 2003.

VALE, V. S.; SCHIAVINI, I.; LOPES, S. de F.; DIAS NETO, O. C.; OLIVEIRA, A. P. de; GUSSON, A. E. Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente primário de floresta estacional semidecidual em Araguari, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, p. 417-429, set. 2009.

VENTUROLI, F. **Manejo de floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás**. 2008. 188p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 203 p. 2008.



Contribuição de Autoria

1 Alessandro Dias Pio

Biólogo, Mestre em Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado
<https://orcid.org/0000-0003-2307-227X> • alessandropio@hotmail.com
Contribuição: Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto

2 Lucas Robson de Oliveira

Engenheiro Florestal, Mestrando
<https://orcid.org/0000-0002-8328-0110> • lucas-florestal@outlook.com
Contribuição: Análise de dados; Disponibilização de ferramentas; Desenvolvimento; Pesquisa; Escrita – revisão e edição

3 Conrado Martignoni Spinola

Engenheiro Florestal, Me., Gestor de Projetos Ambientais
<https://orcid.org/0000-0003-1010-1713> • conradospinola@hotmail.com
Contribuição: Pesquisa; Redação do manuscrito original

4 João Paulo Costa

Me., Doutorando
<https://orcid.org/0000-0001-5271-8231> • joaopaulo_mc@hotmail.com
Contribuição: Pesquisa; Disponibilização de ferramentas; Desenvolvimento implementação e teste de software

5 Lilian Cristina da Silva Santos

Bióloga, Meste em Produção Vegetal
<https://orcid.org/0000-0002-6827-2438> • liliancristina_2011@hotmail.com
Contribuição: Conceitualização; Design da apresentação de dados; Pesquisa; Validação de dados e experimentos

6 Vagner Santiago do Vale

Biólogo, Me., Doutor em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Professor
<https://orcid.org/0000-0003-2155-9156> • vagner.vale@ueg.br
Contribuição: Curadoria de dados; Supervisão; Administração do projeto; Validação de dados e experimentos



Como citar este artigo

PIO, A. D.; OLIVEIRA, L. R.; SPINOLA, C. M.; COSTA, J. P.; SANTOS, L. C. S.; VALE, V. S. Padrões florístico-estruturais, riqueza e diversidade de Florestas Estacionais Semidecíduais no Cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e69612, p. 1-22, 2023. DOI 10.5902/1980509869612. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509869612>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.