

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS DE NOVA XAVANTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

**ATRIBUTOS FUNCIONAIS COMO INDICADORES DE
ESTRATÉGIAS ECOLÓGICAS DE PLANTAS LENHOSAS
DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DO CERRADO**

Josiene Naves Carrijo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr. Eddie Lenza de Oliveira

Coorientador: Dr. Leandro Maracahipes dos Santos

Nova Xavantina-MT
Abril, 2020

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS DE NOVA XAVANTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

**ATRIBUTOS FUNCIONAIS COMO INDICADORES DE
ESTRATÉGIAS ECOLÓGICAS DE PLANTAS LENHOSAS
DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DO CERRADO**

Josiene Naves Carrijo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr. Eddie Lenza de Oliveira

Coorientador: Dr. Leandro Maracahipes dos Santos

Nova Xavantina-MT

Abril, 2020

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES e CNPq)

This study was partially funded by CAPES and CNPq (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brazilian Ministry of Education)

FICHA CATALOGRÁFICA:

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

CARRIJO, Josiene Naves.

C316a Atributos Funcionais como Indicadores de Estratégias Ecológicas de Plantas Lenhosas de Formações Savânicas do Cerrado / Josiene Naves Carrijo – Nova Xavantina, 2020.

32 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso

(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Ecologia e Conservação, Faculdade de Ciências Agrárias Biológicas e Sociais Aplicadas, Câmpus de Nova Xavantina, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.

Orientador: Eddie Lenza de Oliveira Coorientador: Leandro Maracahipes dos Santos

1. Ajuste Funcional. 2. Determinantes Ambientais. 3. Estratégias Adaptativas. 4. Espécies Lenhosas. 5. Relação Solo- Planta. I. Josiene Naves Carrijo. II. Atributos Funcionais como Indicadores de Estratégias Ecológicas de Plantas Lenhosas de Formações Savânicas do Cerrado: .

CDU 581.5(213.54)

TERMO DE APROVAÇÃO

ATRIBUTOS FUNCIONAIS COMO INDICADORES DE ESTRATÉGIAS ECOLÓGICAS DE PLANTAS LENHOSAS DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DO CERRADO

Josiene Naves Carrijo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Aprovado em 22 de Abril de 2020

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Eddie Lenza de Oliveira (Orientador)
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT



Dra. Marina Corrêa Scalon (Membro titular-Externo)
Universidade Federal do Paraná - UFPR



Prof. Dr. Divino Vicente Silvério (Membro titular-Interno)
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Prof. Dr. Fabiano Côrrea (Membro suplente-Interno)
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Dr. Marco Túlio Rodrigues Furtado (Membro suplente-Externo)

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM

*Aos meus pais, Joaquim Goulart
Carrijo, Laurilene do Carmo Naves
Carrijo e ao meu irmão Marcos
Vitor Naves Carrijo, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eddie Lenza e ao Dr. Leandro Maracahipes pela confiança, dedicação e paciência. Obrigada pela grande contribuição na minha formação profissional e pessoal. Gratidão.

Agradeço ao colega de laboratório e trabalhos em campo Arthur Aires Veríssimo, primeiramente por toda contribuição em campo e por gentilmente disponibilizar alguns dados para a complementação do atual trabalho.

Aos amigos e “colegas de trabalho” do LECOT: Ana Clara e Daielle pela contribuição na realização dessa dissertação.

Aos membros da banca avaliadora do Exame de Defesa, Divino Vicente Silvério, Marina Corrêa Scalon, Fabiano Côrrea, Marco Túlio Rodrigues Furtado por aceitarem participar e contribuir na melhoria e desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amados pais e irmão sou eternamente grata pelo apoio em todas as minhas escolhas, por não medirem esforços para me apoiar e me incentivar, mesmo que eu estivesse ausente nos momentos difíceis e nunca deixando de acreditar em mim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, *campus* de Nova Xavantina pela oportunidade.

À todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigada!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	Erro! Indicador não definido.
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1. <i>Área de estudo</i>	3
2.2. <i>Coleta de dados</i>	5
2.3. <i>Análise de dados</i>	6
3. RESULTADOS	7
4. DISCUSSÃO	12
5. CONCLUSÃO.....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
7. ANEXOS.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sítios onde foi realizado o estudo, localizados na bacia do Rio Araguaia, Bioma Cerrado, próximo à transição com a Amazônia.....	4
Figura 2. Comparações dos atributos funcionais (a nível de comunidade) de plantas lenhosas.....	9
Figura 3. Comparações dos atributos funcionais (a nível intraespecífico) entre espécies lenhosas.....	10
Figura 4. Valores médios dos atributos funcionais (a nível de grupos ecológicos) das espécies lenhosas.....	11

ANEXOS

Anexo 1. Tabela das espécies lenhosas e respectivos números de plantas amostradas em cerrado aluvial (CA) e em cerrado típico (CT), em três municípios (Alto Boa Vista; São Félix do Araguaia e Santa Teresinha)	20
Anexo 2. Lista de atributos funcionais de plantas lenhosas e seus respectivos papéis funcionais e ecológicos.....	24
Anexo 3. Resultados de MANOVA a nível de Comunidade.....	26
Anexo 3.1. Resultados de ANOVA a nível de Comunidade.....	26
Anexo 4. Resultados de MANOVA a nível Intraespecífico	27
Anexo 4.1. Resultados de ANOVA a nível Intraespecífico.....	27
Anexo 5. Resultados de MANOVA a nível Grupos Ecológicos.....	28
Anexo 5.1 Resultados de ANOVA a nível Grupos Ecológicos.....	28
Anexo 6. Resultados das médias e desvio padrão dos atributos a nível de análise de comunidade e espécies.....	29
Anexo 7. Resultados das médias e desvio padrão dos atributos a nível de análise de grupos ecológicos.....	31

CAPÍTULO 1– ATRIBUTOS FUNCIONAIS COMO INDICADORES DE ESTRATÉGIAS ECOLÓGICAS DE PLANTAS LENHOSAS DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DO CERRADO

A ser submetido para publicação no periódico: Plant Biology

RESUMO. O funcionamento das comunidades vegetais em distintos habitats depende tanto das condições ambientais, atuando como filtro ambiental, quanto dos ajustes funcionais das distintas espécies a essas condições. Determinamos os atributos funcionais de plantas lenhosas de dois ambientes savânicos do Bioma Cerrado que ocorrem sobre distintos substratos: 1. cerrado aluvial; 2. cerrado de interflúvio. Hipotetizamos que os atributos funcionais em nível de comunidade (comparando todas as espécies entre ambientes), intraespecífico (comparando a mesma espécie entre ambientes) e de grupos ecológicos (comparando espécies exclusivas de cerrado aluvial; espécies comuns aos dois ambientes e espécies exclusivas de cerrado de interflúvio) diferem entre os dois ambientes, uma vez que os solos do cerrado aluvial são mais limitantes que os solos de cerrado de interflúvio em termos hídricos e nutricionais. Amostramos seis atributos (área foliar – LA, espessura foliar - LT, área foliar específica - SLA, densidade específica da madeira - SSD, espessura relativa da casca - BTrel, e altura máxima total - HTOT) de 101 espécies lenhosas. Nas análises em nível de comunidade e intraespecífico, todos os seis atributos diferiram entre os ambientes, com as plantas de cerrado aluvial apresentando maior SLA e SSD e menor LA, LT, BTrel e HTOT. Nas análises em nível de grupos ecológicos, apenas SLA foi maior nas plantas exclusivas de cerrado aluvial em relação àquelas das plantas comuns aos dois ambientes e exclusivas de cerrado de interflúvio. Nós discutimos que: 1. Plantas com folhas menos espessas, com maior área foliar específica no cerrado aluvial, sugere estratégias aquisitivas de água e nutrientes, enquanto as folhas menores nesse ambiente sugerem estratégia conservativa de água; 2. Plantas menores e com maior densidade da madeira no cerrado aluvial, sugere ajuste à limitação da água nos solos nesse ambiente; 3. Plantas mais altas e com cascas mais grossas no cerrado de interflúvio sugere maior proteção contra queimadas nesse ambiente; 4. Diferenças entre grupo ecológicos apenas na LT (menor nas espécies exclusivas de cerrado aluvial) e na SLA (menor nas espécies exclusivas de cerrado aluvial) sugerem que as diferentes condições hídricas e nutricionais dos dois ambientes não são bons preditores da seleção de espécies. Concluimos que os atributos aqui analisados representam ajuste funcional das plantas em resposta às distintas condições ambientais do cerrado aluvial e cerrado de interflúvio (análises em nível de comunidade e intraespecífico), mas não evidenciam inequivocamente se essas espécies serão exclusivas de um ou de outro ambiente (análises em nível de grupos funcionais).

Palavras-chave: ajuste funcional, determinantes ambientais, estratégias adaptativas, espécies lenhosas, relação solo-planta.

ABSTRACT. The functioning of plant communities in different habitats depends both on environmental conditions, acting as an environmental filter, and on the functional adjustments of different species to these conditions. We determined the functional attributes of woody plants from two savanna environments of the Cerrado Biome that occur on different substrates: 1. alluvial cerrado; 2. interfluvial savanna. We hypothesized that functional attributes at the community level (comparing all species between environments), intraspecific (comparing the same species between environments) and ecological groups (comparing exclusive alluvial cerrado species; species common to both environments and exclusive cerrado species of interfluvium) differ between the two environments, since the alluvial cerrado soils are more limiting than the interfluvial cerrado soils in water and nutritional terms. We sampled six attributes (leaf area - LA, leaf thickness - LT, specific leaf area - SLA, specific density of wood - SSD, relative bark thickness - BTrel, and maximum total height - HTOT) of 101 woody species. In community and intraspecific analyzes, all six attributes differed between environments, with alluvial cerrado plants showing higher SLA and SSD and lower LA, LT, BTrel and HTOT. In the analysis at the level of ecological groups, only SLA was higher in plants exclusive to alluvial cerrado compared to those of plants common to both environments and exclusive to interfluvial cerrado. We discussed that: 1. Plants with thinner leaves, with a greater specific leaf area in the alluvial savanna, suggest water and nutrient acquisition strategies, while smaller leaves in this environment suggest a conservative water strategy; 2. Smaller plants with higher density of wood in the alluvial savannah, suggests adjustment to the limitation of water in the soils in this environment; 3. Taller plants with thicker husks in the interfluvial savannah suggests greater protection against fires in this environment; 4. Differences between ecological groups only in LT (smaller in exclusive alluvial savanna species) and in SLA (smaller in exclusive alluvial savanna species) suggest that the different water and nutritional conditions of the two environments are not good predictors of species selection. We conclude that the attributes analyzed here represent functional adjustment of the plants in response to the different environmental conditions of the alluvial and interfluvial cerrado (analyzes at the community and intraspecific level), but do not unequivocally evidence whether these species will be exclusive to one or another environment (functional group level analyzes).

Keywords: functional adjustment, environmental determinants, adaptive strategies, woody species, soil-plant relationship.

1. INTRODUÇÃO

Diferentes fatores ambientais atuam em distintas escalas espaciais e selecionam características funcionais de comunidades vegetais (Slingsby & Verboom 2006; Cavender-Bares et al., 2009) explicando as diferenças na estrutura da vegetação e na composição de espécies (Maracahipes et al., 2011). Por exemplo, a disponibilidade de água no solo é um determinante da distribuição de árvores em ambientes tropicais (Ferreira 2006; Engelbrecht et al., 2007). Em savanas neotropicais, a ocorrência e o estabelecimento das espécies vegetais são determinados por diversos aspectos do ambiente (Pivello 2003; Ribeiro & Walter 2008; Pinheiro 2010). Entre esses fatores ambientais atuando em escala local, está a acidez (Ratter et al., 1977), a textura e fertilidade (Furley & Ratter 1988) e a disponibilidade de água dos solos (Sutcliffe 1968), bem como a profundidade do substrato (Ronquim 2010), a frequência e severidade de queimadas (Moreira 2000; Bowman et al., 2015).

Por isso, as diferentes fitofisionomias que compõem as savanas neotropicais abrigam espécies bem adaptadas a solos profundos (Moreira et al., 2003), com baixa fertilidade e alta acidez (Furley & Ratter 1988; Moreira 2000; Chapuis-Lardy et al., 2001), a um clima sazonal (Pinheiro 2010) que impõem certa restrição hídrica para as plantas (Pinheiro 2010) e favorece a ocorrência de queimadas acidentais na estação seca (White 2018). Assim, as diferentes fitofisionomias do Bioma Cerrado, a maior savana neotropical, ocorrem sobre substratos com distintas condições de relevo, profundidade e propriedades físicas e químicas dos solos, sazonalidade da vegetação e disponibilidade de água para as plantas (Oliveira - Filho & Ratter 2002, Silva et al., 2006; Beuchle et al., 2015; Cabral & Salas 2015) que determinam a estrutura e o funcionamento das comunidades vegetais.

De forma geral, as plantas possuem duas estratégias de aquisição e uso de recursos: a conservativa e a aquisitiva (Donovan et al., 2011). Em habitats com baixa disponibilidade de recursos, prevalece a estratégia conservativa, caracterizada por crescimento lento, proteção dos tecidos, órgãos de reserva, folhas de vida longa e com baixa concentração de nutrientes, baixa taxa fotossintética, baixa taxa de respiração e alto investimento em massa seca por área. Em locais com grande disponibilidade de recursos, prevalece a estratégia aquisitiva, caracterizada por crescimento rápido, folhas com tempo de vida curto, alta concentração de nutrientes, alta taxa fotossintética, alta taxa de respiração e baixo investimento em massa seca por área (Wright et al., 2004; Donovan et al., 2011). No Cerrado brasileiro, estudos comparativos entre fitofisionomias têm confirmado essa relação entre as propriedades dos habitats e as estratégias funcionais adaptativas das espécies.

Assim, a distinção entre as diferentes formações savânicas do Cerrado, não é trivial e, em certos casos, não se limita apenas a estrutura da vegetação. Há ainda ambientes savânicos de cerrado típico, cuja flora e a vegetação não são ainda bem conhecidas. Esse é caso dos cerrados típicos que ocorrem às margens do Rio Araguaia, na porção leste do Bioma Cerrado (Eitein 1985) e se estabelecem sobre areias quartzosas derivadas de sedimentos arenosos formando morros de areia (Eiten 1985) com baixa retenção

hídrica e teores baixos de argilas (Morais & Latrubesse 2006). O único estudo sistemático e comparativo entre a flora de cerrados típicos aluviais e cerrados típicos de interflúvio evidenciou certa particularidade florística dos cerrados típicos aluviais (a partir de agora chamados de aluvial e interflúvio), no qual se estabelecem espécies típicas de ambientes mais xéricos (*Commiphora leptophloeos* e *Cereus jamacaru*) (Veríssimo 2019). Isso sugere que a distinção florística e estrutural entre esses dois ambientes savânicos do Cerrado podem também ser determinadas pelo ajuste funcional das espécies aos filtros ambientais locais.

Nesse sentido, distintos estudos no Cerrado os efeitos dos filtros ambientais sobre as características funcionais das plantas, como por exemplo: 1. a deciduidade foliar (atributo relacionado a capacidade da planta em perder suas folhas minimizando a perda de água por meio da evapotranspiração) (Lenza & Klink 2006; Araújo & Haridasan 2007); 2. a área foliar (atributo relacionado à capacidade de absorção e uso de luz e perda de água pelas folhas) (Cássia-Silva et al., 2017; Souza et al., 2017; Maracahipes et al., 2018); 3. a espessura foliar (atributo relacionado a resistência à dano físico, déficit hídrico e eficiência na aquisição e uso de recursos) (McBurney 1992), 4. a área foliar específica (atributo relacionado ao investimento na aquisição e economia de recursos pela planta, como teor de nitrogênio, taxa fotossintética, longevidade foliar e capacidade de fixação de carbono) (Ackerly et al., 2002; Scalon et al., 2017; Pinzón-Torres & Schiavinato 2008; Baruch 2011; Cianciaruso et al., 2013; Bustamante 2014; Souza et al., 2017; Maracahipes et al., 2018); 5. densidade da madeira (atributo relacionado à resistência aos danos físicos e consequente vigor estrutural da planta) (Toledo 2009); 6. espessura da casca (atributo que atua como proteção dos tecidos vivos contra desidratação e danos causados pelo fogo) (Heringer & Jacques 2001; Cássia-Silva et al., 2017; Rios & Sousa-Silva 2017); 7. e altura máxima da planta (atributo relacionado à habilidade competitiva, resistência à perturbação ambiental e dispersão de sementes) (Niklas 2006).

Desta forma, os filtros ambientais podem determinar as características funcionais do conjunto de espécies presentes em uma dada comunidade, influenciando assim na diversidade (Cássia-Silva et al., 2017) e na composição das espécies (Maracahipes et al., 2018). Por outro lado, os ajustes funcionais das espécies ocorrendo em diferentes ambientes, podem indicar quais são os filtros ambientais mais importantes na seleção das espécies. Por fim, nem todos os atributos respondem da mesma maneira (Barbosa et al., 2009) e nem todas as espécies nas comunidades se ajustam (Menezes et al., 2016) às distintas condições do habitat. Assim, esperamos que comunidades savânicas e as espécies do Cerrado que se estabelecem sobre distintos substratos apresentem funcionamentos distintos devido ao ajuste das plantas lenhosas às características locais de cada um dos ambientes.

Desse modo, testaremos se entre os ambientes estudados (cerrado aluvial e cerrado de interflúvio) há diferenças funcionais entre as comunidades como um todo e entre as espécies e entre grupos funcionais. Uma vez que a disponibilidade hídrica e fertilidade dos solos é menor em ambientes de

cerrado aluvial (Veríssimo 2019), nós esperamos que: 1) As plantas no cerrado aluvial apresentem folhas e cascas mais espessas e menor altura, (estratégia conservativa de recursos); 2) As plantas do cerrado de interflúvio apresentem folhas maiores e com maior área foliar específica (estratégia aquisitiva de recursos); 3) As plantas do cerrado aluvial apresentem maior densidade de madeira o que confere maior tolerância ao estresse ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo. Conduzimos esse estudo em quatro sítios com vegetação savânica, localizados na bacia do Rio Araguaia, na região nordeste do Bioma Cerrado, próximo à transição com a Amazônia (Figura 1). Dois sítios estão estabelecidos sobre substratos formados por depósitos aluviais arenosos, localizados às margens do Rio Araguaia, por isso aqui chamados de cerrado aluvial (CA). Dois sítios ocorrem em interflúvio, sobre relevo plano, solos profundos e bem drenados e foram classificados como cerrado de interflúvio (CI), de acordo com os critérios propostos por Ribeiro & Walter (2008). A vegetação do cerrado aluvial foi brevemente descrita por Eiten (1985), enquanto a natureza e o processo de formação dos depósitos aluviais às margens do Rio Araguaia foram descritos por Morais & Latrubesse (2006). Apesar da vegetação do cerrado aluvial e do cerrado de interflúvio ser tipicamente savânica, fato que poderia nos permitir classificá-los simplesmente como cerrado típico, nós distinguimos os dois ambientes, devido aos distintos processos e tempo de formação (substratos sedimentares e recentes no CA e substratos fortemente intemperizados e antigos no CI) e às diferenças edáficas, florísticas e estruturais da vegetação (Veríssimo 2019).

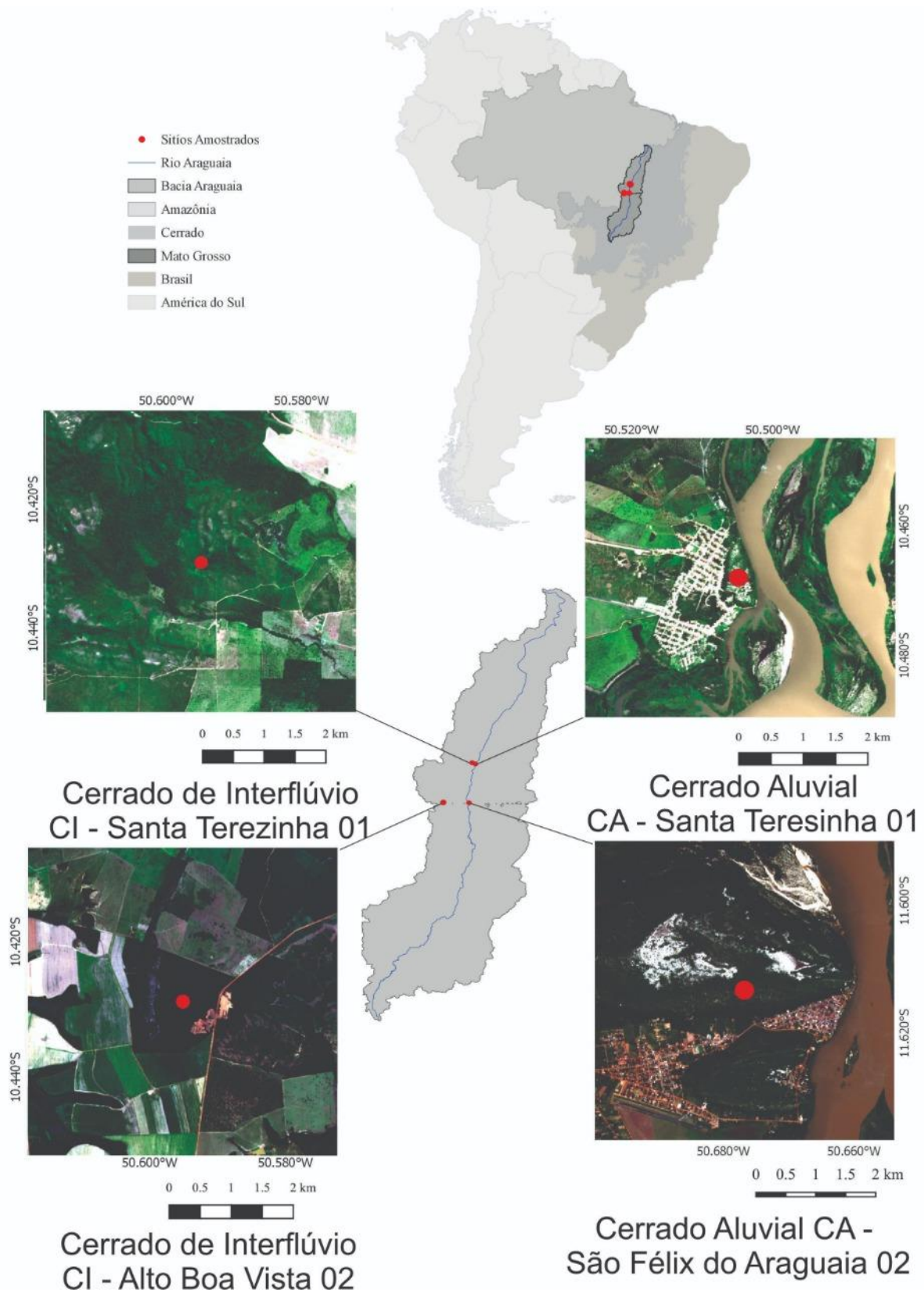


Figura 1: Mapa da América do Sul, com destaque para a Bacía do Rio Araguaia e para localização dos sítios amostrais de cerrado aluvial (CA) e de cerrado de interflúvio (CI), na região de transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia de acordo com a classificação o IBGE 2018. Imagens coloridas obtidas do Google Earth (2019). Áreas com solos exposto – cor branca - em CA.

2.2. *Coleta de dados da vegetação e dos atributos funcionais.* Em cada sítio, demarcamos 10 parcelas permanentes com dimensões de 50m X 20m (totalizando um hectare) e com distância mínima de 100 metros entre si. Amostramos e identificamos todas as plantas arbustivo-arbóreas, incluindo lianas e monocotiledôneas (diâmetro na base do tronco ≥ 5 cm a 30 cm do solo - DB30), das quais medimos a altura total e o DB30 do fuste principal e dos demais fustes, quando as plantas apresentavam dois ou mais fustes. A metodologia descrita acima segue o protocolo do Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado (Felfili et al., 1994; Felfili et al., 2005). Informações detalhadas da flora, incluindo a lista das abundâncias de todas as espécies amostradas em cada sítio são apresentadas em Veríssimo (2019). Essa lista foi usada como referência da amostragem das espécies no estudo de atributos funcionais descrito a seguir. Para o estudo dos atributos funcionais das plantas nós dividimos cada parcela em 10 subparcelas de 10m X 10m, totalizando 100 subparcelas em cada sítio estudado. A seguir, sorteamos 10 subparcelas em cada sítio dentro das quais, sempre que possível, amostramos 10 indivíduos de cada espécie. Para aquelas espécies com baixa abundância ($n < 10$), ou seja, localmente raras, nós coletamos também indivíduos na matriz vizinha e adjacente às parcelas, no intuito de atingir o número mínimo de indivíduos registrados por Veríssimo (2019). Desse modo, o número de indivíduos amostrados por espécie variou de um para as espécies menos abundantes a dez para as espécies mais abundantes.

Coletamos e consideramos os seguintes atributos funcionais, seguindo o protocolo proposto por Pérez-Harguindeguy et al. (2013): área foliar (LA), espessura foliar (LT), área foliar específica (SLA), densidade específica da madeira (SSD), espessura relativa da casca (BTrel) e altura máxima total (HTOT). Apenas para os dados de altura máxima total, utilizamos todas as plantas amostradas nas parcelas de 50m X 20m (gentilmente fornecidos por Veríssimo A. A e Lenza E. O. - ver agradecimentos). As medidas da espessura da casca foram ponderadas em relação ao diâmetro do tronco a 30 cm do solo, mesma altura na qual tomamos as medidas de espessura, uma vez que plantas com troncos mais grossos possuem casca mais espessa (Cássia-Silva et al., 2017). O significado funcional e ecológico de cada atributo, bem como as predições acerca desses atributos em cada um dos dois ambientes estudados, são apresentados no Anexo 2.

Para os atributos foliares, coletamos entre três e cinco folhas completamente expandidas e de sol para espécies mais abundantes e menos abundantes, respectivamente. Essas coletas foram realizadas durante o pico da estação chuvosa (janeiro a fevereiro). Medimos a espessura das folhas frescas em campo, utilizando, micrômetro com resolução de 0,001mm (Micrômetro Eletrônico Digital Digimess). Para calcularmos a área foliar, nós escaneamos as folhas utilizando scanner digital de bancada (CanoScan LiDE 120). Em seguida trabalhamos as imagens digitalizadas para retirar possíveis sujeiras e completar área foliar perdida por danos físicos ou por herbivoria, utilizando o Programa GIMP versão 2.10.6. Realizamos o procedimento de completar as áreas perdidas por dano físico ou herbivoria, para calcularmos a área total da folha. Após a triagem, quantificamos a área foliar real (sem o preenchimento

descrito acima) e total (com o preenchimento) empregando o Pacote “EImage” (Pau et al., 2014) no ambiente R (Team R Development Core 2019). Posteriormente, armazenamos as folhas em sacos de papel pardo e levamos a estufa para secar por 48 hrs, com temperatura de 60 °C, até que o material atingisse peso constante e estivesse completamente desidratado e em seguida pesamos as folhas individualmente em balança digital com precisão de 0,0001g (Marte AD500). Para calcularmos a área foliar específica (SLA) de cada folha, dividimos a área foliar real (aquela sem o preenchimento das áreas perdidas) pelo peso foliar.

Para calcularmos a densidade da madeira, coletamos uma amostra por planta de um ramo terminal com evidente crescimento secundário e diâmetro regular e removemos todo o suber com auxílio de estilete ou de faca. Em seguida, medimos o comprimento e diâmetro (em cm) de cada ramo utilizando paquímetro digital (150mm MTX). Para o diâmetro tomamos medidas em três posições no ramo (uma no centro e duas próximas a extremidade de ramo) e em duas direções, com ângulo de 90° entre si, para obtermos a altura (A) e a largura (L). Calculamos o volume dos ramos (V em cm³) utilizando a fórmula: $V = C * L * A$. Em seguida, mantivemos os ramos em estufa de secagem com Circulação de ar, por 72 horas a uma temperatura de 60° C (MARCONI 480 litros), até que o material atingisse peso constante. Medimos o peso seco (P em gramas) dos ramos em balança digital com resolução de 0,0001g (Marte AD500). Por fim, calculamos a densidade da madeira (g.cm⁻³) de cada ramo usando a fórmula: $D = P/V$.

Em campo, tomamos medidas da espessura da casca externa ou ritidoma em três pontos aleatórios do fuste, sempre a uma altura 30cm do solo, com o auxílio de um paquímetro analógico (Digimess 1000.003). Para essas medidas, removíamos apenas o suber de uma área de 3cm x 3cm, com auxílio de um formão e com o paquímetro medimos a espessura da cortiça. Calculamos então a média da espessura da casca de cada planta dos três pontos de coleta. Por fim, calculamos o teor de casca pela razão entre a área ocupada pela casca e a área total determinada em função da espessura da casca e do diâmetro do tronco.

Para a altura máxima da planta, nós medimos o maior comprimento da planta desde o nível do solo até o ramo vivo mais alto com folhas, utilizando trena à laser (GLM 40, Bosch 06010729000-000). Para esse atributo medimos as alturas de todas as plantas nas 10 parcelas de 50m x 20m em cada sítio.

2.3. Análise de dados. Realizamos as análises em três níveis: Primeiro em nível de comunidade, no qual comparamos os atributos de todo o conjunto de espécies amostradas entre os dois ambientes; o segundo em nível intraespecífico, no qual comparamos os atributos entre indivíduos daquelas espécies comuns aos dois ambientes e a terceira análise é a nível de grupos ecológicos, no qual comparamos os atributos entre as espécies exclusivas de cerrado aluvial, comuns aos dois ambientes e exclusivas de cerrado de interflúvio.

Nas análises em nível de comunidade, utilizamos uma MANOVA (Anexo 3) considerando os seis atributos funcionais como variáveis resposta e o ambiente como variável preditora, seguida de ANOVAs (Anexo 3.1) para comparar os atributos separadamente. Nesta análise, todos os indivíduos medidos foram utilizados, por isto a identidade das espécies foi colocada como co-variável do modelo. Nas análises comparativas dos atributos funcionais entre grupos ecológicos (exclusivas de cerrado aluvial X comuns a ambos os ambientes X exclusivas de cerrado de interflúvio) utilizamos MANOVA (Anexo 4) considerando os atributos como variável resposta e os grupos ecológicos como variáveis preditoras. A seguir, realizamos ANOVAs (Anexo 4.1), para cada grupo funcional separadamente. Para testar se há diferenças nos atributos funcionais entre os indivíduos das 28 espécies que ocorreram em ambos os ambientes, nós empregamos uma MANOVA (Anexo 5) considerando os atributos como variável resposta e o ambiente como variável preditora. Em seguida empregamos uma ANOVA (Anexo 5.1) para cada atributo separadamente. Nesta análise, todos os indivíduos medidos foram utilizados, por isto a identidade das espécies foi colocada como erro do modelo.

Nas análises descritas acima todas as variáveis respostas foram previamente examinadas e normalizadas quando necessário. Utilizamos MANOVA porque, segundo (Scheiner 1993) essa análise é adequada quando conjuntos de variáveis dependentes são correlacionados. Nas análises em nível de comunidade e espécie, nós consideramos as espécies como erro para evitar possíveis efeitos de pseudoréplicas. Na análise em nível de grupos ecológicos foi apontado um erro dentro dos grupos, por isso, utilizamos a média das espécies por grupo e não a média dos grupos. Para a realização da MANOVA nós empregamos o pacote “Stats” e para a ANOVA a função “aov” do R base. Em todas as análises nós adotamos o nível de significância de 5%. Para analisar se houve diferença dos atributos para os três grupos funcionais fizemos MANCOVAs usando a função “summary. aov” para mostrarmos qual dos ambientes apresentou diferença entre os atributos (Anexo 6). Todas as análises foram realizadas em ambiente R (Team R Development Core 2019).

3. RESULTADOS

3.1. Espécies estudadas. Amostramos 1310 indivíduos pertencentes a 101 espécies (26 e 31 espécies nos dois cerrados aluviais e 62 e 60 espécies nos dois cerrados de interflúvio), 81 gêneros e 37 famílias botânicas. Entre todas as espécies amostradas, dez (10) foram exclusivas do cerrado aluvial, 63 espécies foram exclusivas do cerrado de interflúvio e 28 foram comuns aos dois ambientes (Anexo 1).

3.2. Atributos foliares. Em nível de comunidade e intraespecífico, todos os três atributos foliares estudados (área foliar = LA; espessura foliar = LT e área foliar específica = SLA) diferiram entre os dois ambientes, sendo as folhas maiores e mais espessas nas plantas presentes no cerrado de interflúvio e a área foliar específica foi maior nas plantas ocorrendo em cerrado aluvial (Figura 2, Figura 3, Anexo 6). Ao compararmos os três atributos foliares entre os três grupos ecológicos (espécies exclusivas de cerrado

aluvial, espécies comuns a ambos os ambientes e espécies exclusivas de cerrado de interflúvio), mostramos que o LA não diferiu entre os três grupos, mas LT foi menor e o SLA foi maior nas espécies exclusivas de cerrado aluvial em relação às espécies exclusivas de cerrado de interflúvio e aquelas comuns aos dois ambientes (Figura 4, Anexo 6).

3.3. *Densidade da Madeira.* Em nível de comunidade e intraespecífico, a densidade da madeira foi maior no cerrado aluvial do que no cerrado de interflúvio (Figura 2, Figura3, Anexo 6). Entretanto, não houve diferença significativa para a densidade da madeira quando comparamos as médias para as espécies exclusivas de cerrado aluvial, comuns aos dois ambientes e exclusivas de cerrado de interflúvio (Figura 4, Anexo 6).

3.4. *Espessura da Casca.* A espessura da casca das plantas de cerrado aluvial foi menor do que aquela das plantas de cerrado de interflúvio, tanto nas análises a nível de comunidade (Figura 2, Anexo 6), quanto para as análises em nível intraespecífico (Figura 3, Anexo 6). No entanto, não evidenciamos diferença na espessura da casca entre os três grupos ecológicos (exclusivas de cerrado aluvial, comuns aos dois ambientes e exclusivas de cerrado de interflúvio).

3.5. *Altura máxima total das plantas.* Tanto nas análises em nível de comunidade (Figura 2, Anexo 6, quanto às aquelas em nível intraespecífico (Figura 3, Anexo 6), nós mostramos que as plantas de cerrado de interflúvio são mais altas que as plantas de cerrado aluvial. Nas comparações entre grupos ecológicos, a altura das plantas não diferiu entre as espécies exclusivas de cerrado de interflúvio, as espécies comuns e as espécies exclusivas de cerrado aluvial (Figura 4, Anexo 6).

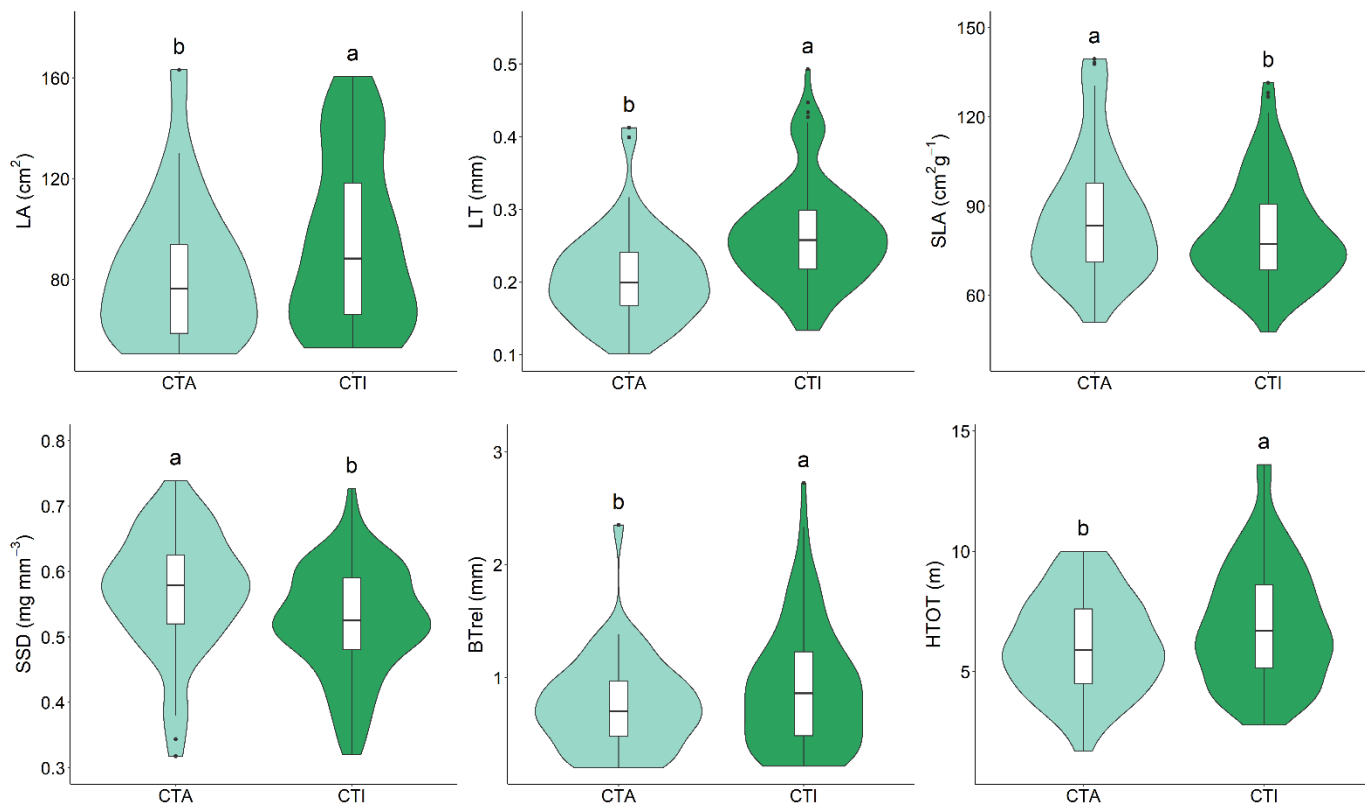


Figura 2. Gráfico de *violin* (boxplots combinados com gráficos de densidades de kernel) comparando atributos funcionais entre comunidades de plantas lenhosas de espécies amostradas em cerrado aluvial ou cerrado típico aluvial - (CTA, verde claro) e em cerrado típico de interflúvio ou ainda cerrado de interflúvio - (CTI, verde escuro) em sítios localizados na região leste do Bioma Cerrado, Brasil. Boxplots representam a mediana, 25° e 75° percentis. Curvas verticais correspondem a estimativas de densidade de kernel em função da probabilidade de densidade de cada parâmetro. LA: Área foliar; LT: Espessura foliar; SLA: Área foliar específica; SSD: Densidade específica da madeira; BTrel: Espessura relativa da casca e HTOT: Altura máxima total. Diferentes letras minúsculas representam diferenças significativas (ANOVA, $P < 0.05$).

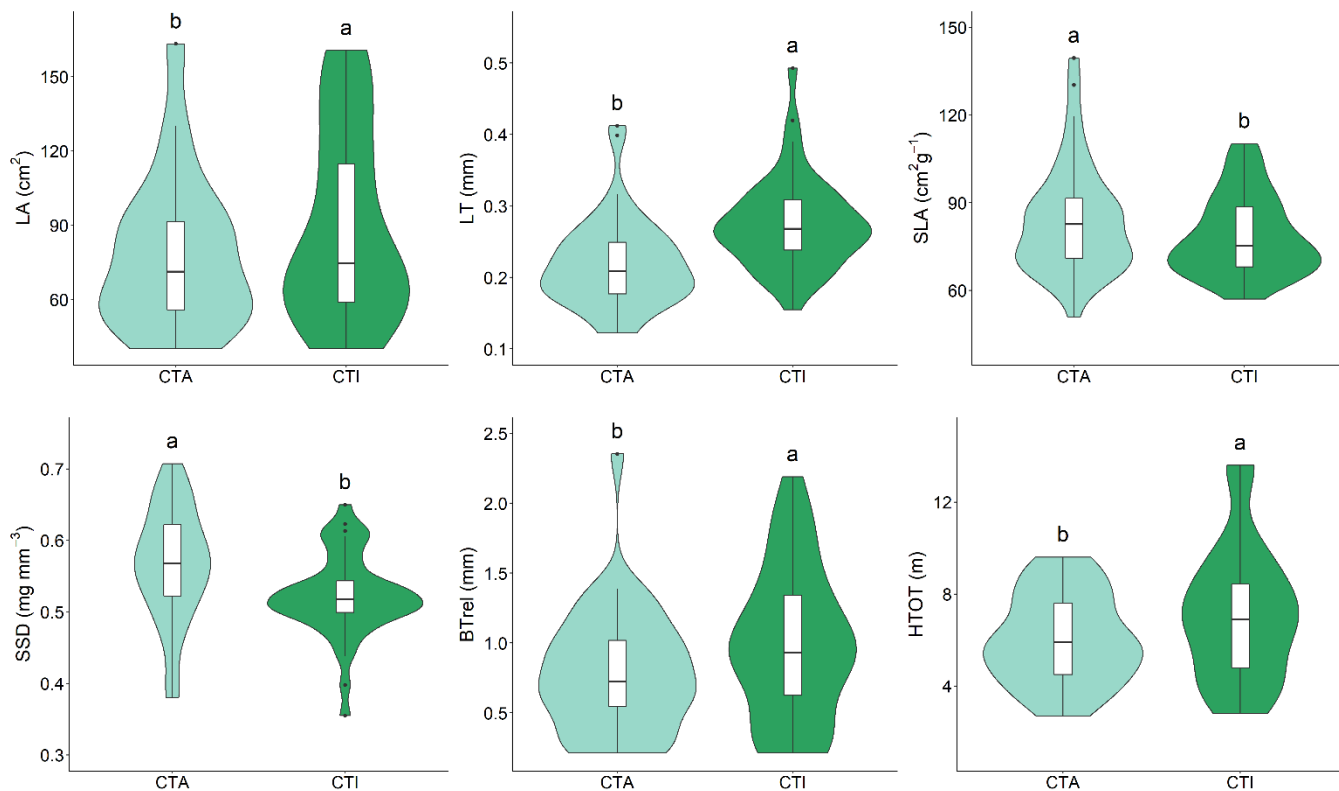


Figura 3. Gráfico de *violin* (boxplots combinados com gráficos de densidades de kernel) comparando atributos funcionais entre espécies comuns em comunidades de cerrado aluvial ou cerrado típico aluvial (CTA, verde claro) e de cerrado de interflúvio ou cerrado típico de interflúvio (CTI, verde escuro) em sítios localizados na região leste do Bioma Cerrado, Brasil. Boxplots representam a mediana, 25° e 75° percentis. Curvas verticais correspondem a estimativas de densidade de kernel em função da probabilidade de densidade de cada parâmetro. LA: Área foliar; LT: Espessura foliar; SLA: Área foliar específica; SSD: Densidade específica da madeira; BTrel: Espessura relativa da casca e HTOT: Altura máxima total. Diferentes letras minúsculas representam diferenças significativas (ANOVA, $P < 0.05$).

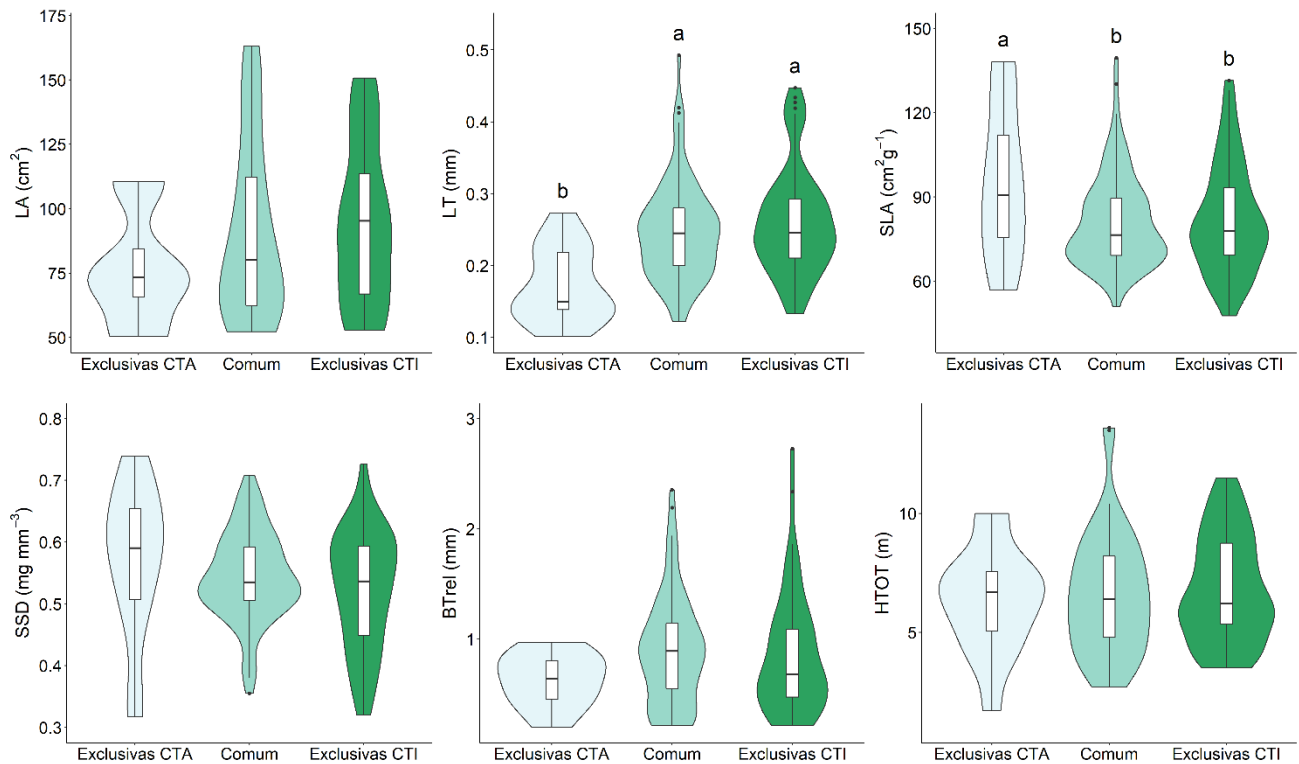


Figura 4. Gráfico de *violin* (boxplots combinados com gráficos de densidades de kernel) comparando atributos funcionais entre grupos ecológicos de espécies exclusivas de cerrado aluvial ou cerrado típico aluvial (Exclusivas de CTA, verde claro), comuns aos dois ambientes (Comum, verde médio) e exclusivas de cerrado de interflúvio ou cerrado típico de interflúvio (Exclusivas de CTI, verde escuro) em sítios localizados na região leste do Bioma Cerrado, Brasil. LA: Área foliar; LT: Espessura foliar; SLA: Área foliar específica; SSD: Densidade específica da madeira; BTrel: Espessura relativa da casca e HTOT: Altura máxima total. Boxplots representam a mediana, 25° e 75° percentis. Curvas verticais correspondem a estimativas de densidade de kernel em função da probabilidade de densidade de cada parâmetro. Diferentes letras minúsculas representam diferenças significativas (ANOVA, $P < 0.05$) e a ausência de letras representa resultados que não obtiveram diferenças significativas.

3.6. Comparações entre os níveis de análise. Ao compararmos os três níveis de análises aqui empregados (comunidade, intraespecífico e grupos ecológicos) nós evidenciamos que: 1. os resultados em nível de comunidade e intraespecífico foram absolutamente coincidentes, uma vez que ambas mostraram que plantas de cerrado aluvial produzem folhas menos espessas, menores a com maior área foliar específica, madeira mais densa e cascas mais finas, além de serem mais baixas quando comparadas às plantas de cerrado de interflúvio; 2. Os resultados em nível de grupos ecológicos mostraram diferenças apenas em dois (espessura da folha e área foliar específica) dos seis atributos analisados, mas para esses dois atributos os resultados confirmaram aqueles das análises em nível de comunidade e específico; 3. Por isso, os atributos espessura da folha (LT) e área foliar específica (SLA) são os dois atributos que

melhor representam as diferenças funcionais, as quais, as plantas apresentam como mais plásticos entre os dois ambientes, uma vez que apresentaram resultados coincidentes entre os três níveis de análise.

4. DISCUSSÃO

4.1 Padrões Gerais. Nesse estudo comparamos os atributos funcionais morfo-anatômico e estruturais das plantas lenhosas que ocorrem sobre os cerrados aluviais e cerrados de interflúvio da Planície do Rio Araguaia. Nossos resultados mostraram que: 1. Nas análises em nível de comunidade e intraespecífico, as plantas que se estabelecem em cerrado aluvial produzem folhas menores, menos espessas, com maior SLA, possuem madeira mais densa, casca mais fina e são mais baixas; 2. As análises em nível de grupos ecológicos confirmam, em dois casos (LT, SLA), aquelas análises em nível comunitário e intraespecífico, pois mostraram que as plantas exclusivas de cerrado aluvial produzem folhas com menor espessura foliar e maior área foliar específica em relação as plantas comuns e aquelas exclusivas de cerrado de interflúvio. As explicações ecológicas do ajuste adaptativo das plantas aos distintos ambientes passam por limitações hídricas, nutricionais e a ocorrência de queimadas. Assim, as diferenças morfológicas existentes nas várias espécies podem contribuir para a estabilidade funcional das mesmas em distintos ambientes (Faleiro e Saiki 2007). Essas diferenças são conhecidas como plasticidade fenotípica a qual é alvo da seleção natural e pode evoluir sob mudanças nas condições ambientais (Valladares et al., 2004). A plasticidade fenotípica em plantas pode ser induzida pela heterogeneidade espacial, sendo o cerrado aluvial e cerrado de interflúvio ecossistemas favoráveis à compreensão dessas respostas em função das distintas condições ambientais limitantes que apresentam (Amorim e Júnior 2017).

4.2 Atributos foliares. Folhas menores, como aquelas produzidas por plantas de cerrado aluvial em relação ao cerrado de interflúvio, podem diminuir a perda de água por transpiração (Lemos et al., 2011). Esse padrão parece ser bem estabelecido dentre os diferentes tipos vegetacionais do Cerrado, onde plantas de florestas mais úmidas também mostraram folhas maiores do que as plantas de savanas mais xéricas (Maracahipes et al., 2018) e plantas de savana rochosa apresentaram uma menor área foliar específica e folhas mais espessas comparando com florestas de savanas (Cássia-Silva et al., 2017). Nossos resultados sugerem uma estratégia conservativa de uso de água no cerrado aluvial, considerado mais xérico, que o cerrado de interflúvio (Veríssimo 2019).

Por outro lado, as plantas de cerrado aluvial produziram folhas menos espessas que as plantas de cerrado de interflúvio, fato que poderia levar a maior susceptibilidade das folhas a perda de água pela transpiração (Westoby 2002). Plantas com menor espessura relativa da folha pode garantir maior

eficiência na absorção de luz maximizando a fotossíntese durante a estação chuvosa e favorável ao crescimento, mas isso implica em maior perda de água num ambiente já limitante. No entanto, notamos que a deciduidade das plantas é mais evidente no cerrado aluvial e a economia de água se daria pela perda mais precoce das folhas e rebrota mais tardia nesse ambiente. Folhas menos espessas são mais eficientes na captura de luz e conseqüentemente maximizam a fotossíntese em ambientes com menor disponibilidade de nutrientes para as plantas (Meziane & Shipley 2001, Wright et al., 2001; Hoffmann et al., 2005; Lemos et al., 2011, Cássia-Silva et al., 2017). Assim, a menor espessura foliar das plantas de cerrado aluvial pode estar associada a uma estratégia conservativa de recursos, conforme proposto por outros estudos comparativos entre ambientes mesotróficos e distróficos em savanas (Wright et al., 2004; Donovan et al., 2011).

Os maiores valores de área foliar específica que registramos no cerrado aluvial em comparação ao cerrado de interflúvio também sugere uma estratégia aquisitivas de recursos, uma vez que maiores valores de área foliar específica sugerem adaptação a ambientes mais distróficos (Cornelissen et al., 2003; Rossato e Kolb 2013; Rossato 2013) pois implicam em menores custos de produção (Villar & Merino 2001; Lemos et al., 2011) em maior eficiência na síntese de compostos orgânicos, via fotossíntese (Westoby et al., 2002; Lambers et al., 2008; Lemos et al., 2011).

Considerando os aspectos discutidos acima, nós podemos afirmar que os três atributos foliares aqui analisados são muito plásticos, como notado em outros estudos (Valadares et al., 2014; Barroso 2017; Cássia-Silva et al., 2017; Maracahipes et al., 2018) e por isso permitem o estabelecimento de plantas lenhosas de formações savânicas em dois ambientes com substratos distintos em termos de disponibilidade de água e de nutrientes nos solos. Assim, a plasticidade dos atributos foliares aqui evidenciada pode tanto minimizar a perda de água (menor área foliar no cerrado aluvial) - sendo estratégia conservativa - quanto maximizar a síntese de nutriente (menor espessura e maior área foliar específica no cerrado aluvial) – estratégia aquisitiva. Durante a estação seca, as plantas de cerrado aluvial perdem as folhas mais precocemente e produzem novas folhas mais tardiamente do que as plantas de cerrado típico de interflúvio e, portanto, permanecem sem folhas na copa (observação pessoal), sugerindo maior estresse hídrico no período seco. Isso poderia implicar em menor síntese no cerrado aluvial, que parece estar sendo compensada pela maior eficiência fotossintética inferida a partir da maior área foliar específica das plantas de cerrado típico aluvial. Assim, nós sugerimos que as plantas lenhosas que se estabelecem no cerrado típico aluvial investem em folhas com menor custo de produção, se ajustando assim tanto à deficiência de água quanto de nutrientes.

4.3. Densidade da Madeira. A maior densidade da madeira das plantas de cerrado aluvial também sugere maior restrição hídrica e nutricional para as plantas nesse ambiente em comparação com o cerrado de interflúvio. Isso porque o investimento em maior densidade de madeira está associado a resistência a

cavitação tornando a planta mais resistente ao estresse hídrico, o qual pode causar embolia e levar a morte. Uma outra estratégia funcional citada para plantas que ocupam ambientes com menor disponibilidade de água é a produção de madeira menos densa que poderia assim armazenar a perda de água, funcionando como uma estratégia conservativa de água (Dantas et al., 2013a; Maracahipes et al., 2018) e isso parece contrariar nossos resultados. No entanto, ambientes xéricos nos quais as plantas produzem madeira menos densa são ambientes eutróficos como as matas secas do Cerrado (Oliveira et al., 2012b) e vegetação da caatinga (Vitório 2013). Assim, nós podemos afirmar que a maior densidade da madeira no cerrado típico aluvial é consequência tanto da limitação de água e nutrientes, fator que implica em maior resistência da planta, pois quanto mais tolerante à seca é a planta, mais negativa a pressão do xilema (Hacke et al., 2001).

4.4 Espessura da Casca. A menor espessura da casca das plantas de cerrado aluvial pode torná-las mais sensíveis ao fogo em relação as plantas de cerrado de interflúvio, pois plantas com casca mais espessa no cerrado de interflúvio dariam maior proteção por isolamento térmico dos tecidos vivos ao fogo. Notamos que no cerrado aluvial, o estrato herbáceo graminoso é descontínuo, incipiente e menos denso quando comparado àquele do cerrado de interflúvio. Considerando que esse extrato é a principal fonte de combustível para o fogo no Cerrado (Coutinho 1990; Heringer e Jacques 2001) nós acreditamos que maior severidade do fogo no cerrado de interflúvio (inferido a partir da maior biomassa de material combustível) está selecionando indivíduos ou espécies que produzem casca mais espessa. No Cerrado e outras savanas tropicais, esse processo de seleção de espécies é bem documentado em estudos comparando formações florestais, cujas plantas têm casca menos espessa e são mais sensíveis ao fogo e formações savânicas, cujas plantas possuem casca mais espessa e por isso são mais tolerantes ao fogo (Cornelissen et al., 2003; Pérez-Harguindeguy et al., 2013; Vale e Elias 2014; Rios e Silva 2017). Desta forma, acreditamos que há uma associação causal entre a biomassa de gramíneas e a espessura da casca das plantas lenhosas entre cerrado aluvial e de interflúvio.

4.5 Altura máxima total da Planta. A menor altura das plantas que se estabelecem no cerrado aluvial parece também resultar da menor disponibilidade de água e nutrientes nos solos para sustentar o crescimento das mesmas, como discutido anteriormente para a densidade da madeira. Uma das consequências dessa menor altura das plantas no cerrado aluvial é que elas ficam mais expostas às chamas durante as queimadas, conforme sugerido por Rios e Silva (2017), em outros estudos no Cerrado, observa-se então, um trade-off de estratégias em investir entre espessura da casca ou árvores mais altas, como uma maior proteção contra regimes de queimadas (Moreira 2002). Assim, as menores alturas das plantas no cerrado aluvial, podem tornar as comunidades lenhosas desse ambiente menos resistentes às queimadas, aspecto digno de investigação em estudos futuros.

5. CONCLUSÕES

Todos os atributos morfo-anatômicos ou estruturais que avaliamos aqui sugerem algum tipo de ajuste funcional das plantas às distintas condições abióticas dos dois ambientes estudados e os ajustes das plantas foram mais evidentes nas análises em nível de comunidade e intraespecífico. A seleção dos atributos ocorre em função da maior limitação de água e nutrientes nos solos do cerrado aluvial e da suposta maior severidade das queimadas no cerrado de interflúvio, mostrando que fatores como água, nutrientes e fogo atuam sobre múltiplas propriedades adaptativas das espécies (atributos foliares, densidade da madeira, espessura da casca, altura das plantas). Assim, concluímos que: 1. Folhas menores no cerrado aluvial, representam uma estratégia conservativa de recursos, minimizando a perda de água; 2. A menor espessura foliar e a maior área foliar específica das plantas do cerrado aluvial, representam estratégia aquisitivas de recurso, pois permitem que as espécies maximizem a taxa fotossintética; 3. As menores alturas das plantas e a maior densidade da madeira no cerrado aluvial são ajustes funcionais em resposta a menor disponibilidade de água e nutrientes para as plantas; 4. As cascas mais grossas tornam as espécies arbustivas do cerrado de interflúvio mais resistentes às queimadas e isso parece ser consequência da maior biomassa de material combustível (gramíneas) (observação pessoal) nesse ambiente, uma vez que no cerrado aluvial o estrato herbáceo-graminoso é descontínuo e incipiente. Assim, nós acreditamos que a colonização do cerrado aluvial só foi possível por aquelas espécies capazes de ajustar alguns de seus atributos às novas condições edáficas, explicando assim, a distinção da composição de espécies entre os ambientes e a menor riqueza de espécies no cerrado aluvial (Veríssimo 2019).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerly, D. D.; Knight, C. A.; Weiss, S. B.; Barton, K. & Starmer, K. P. 2002. Leaf size, specific leaf area and microhabitat distribution of chaparral woody plants: contrasting patterns in species level and community level analyses. p. 449-457.
- Amorim, M. W. & Júnior, J. C. F. M. 2017. Plasticidade morfoanatômica foliar de *Tibouchina clavata* (Melastomataceae) ocorrente em duas formações de restinga. p. 545-555.
- Araújo, J. F. & Haridasan, M. 2007. Relação entre deciduidade e concentrações foliares de nutrientes em espécies lenhosas do cerrado. p. 533-542.
- Barbosa, J. M.; Santos, C. F.; Mendonça, A. H.; Cerezini, M. T. & Silva, S. C. 2009. Filtros ecológicos e competição: influência no padrão morfológico foliar. p.1-3.
- Baruch, Z. 2011. Leaf trait variation of a dominant neotropical savanna tree across rainfall and fertility gradients. p. 455-461.
- Barroso, J. G. 2017. Estratégias funcionais de plântulas de espécies lenhosas da Caatinga do nordeste Brasileiro. p. 1-75.
- Beuchle, R.; Grecchi, R. C., Shimabukuro, Y. E., Seliger, Roman.; Eva, H. D. & Achard, F. 2015. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga Biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. *Applied Geography*. p. 1-58.
- Bowman, D. M. J. S.; Perry, G. L. W. & Marston, J. B. 2015. Feedbacks and landscape-level vegetation dynamics. p. 255-260.
- Bustamante, M. M. C. 2014. Arquitetura de copas de árvores decíduas e sempre-verdes em cerrado sentido restrito no Distrito Federal. p. 1-75.
- Cabral, E. L. & Salas, R. M. 2015. *Borreria* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. p. 1-2.
- Cássia-Silva, C.; Cianciaruso, M. V. M.; Maracahipes, L. & Collevatti, R. G. 2017. When the same is not the same: phenotypic variation reveals different plant ecological strategies within species occurring in distinct Neotropical savanna habitats. *Plant Ecology*. p. 1-12.
- Cavender-Bares, J.; Kozak, K. H.; Fino, P. V. & Kembel, S. W. 2009. The merging of community ecology and phylogenetic biology. p. 693–715.
- Chapuis-Lardy, L., M. & Brossard, H. Quiquampoix. 2001. Assessing organic phosphorus status of Cerrado oxisols (Brazil) using NMR spectroscopy and phosphomonoesterase activity measurement. *Can. J. Soil Sci.* p. 591-691.
- Cianciaruso, M. V.; Igor A. Silva, I. L.; Manica, L. T. & Souza, J. P. 2013. Leaf habit does not predict leaf functional traits in Cerrado woody species. p. 1-9.
- Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchman, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P.B.; Steege, H.; Morgan, H.D.; Van Der Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G. & Poorter, H. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. p. 335–380.
- Coutinho, L. M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: Goldammer, J. G. (Ed.). *Fire in the Tropical Biota - Ecosystem Processes and Global Challenges*. Berlin: Springer-Verlag. P. 82-105.
- Dantas, V. L.; Batalha, M. A. & Pausas, J. G. 2013a. Incêndio aciona limiares funcionais na transição savana-floresta. *Ecology*. p. 2454 – 2463.
- Donovan, L.A.; H. Maherali; C.M. Caruso; H. Huber & H. Kroon. 2011. The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. *Trends in Ecology and Evolution*, 26:88-95.
- Einten, G. 1985. Vegetation near Santa Teresinha, ne Mato Grosso. p. 275-301.
- Engelbrecht, B. M. J.; Comita, L. S; Condit, R.; Kursar, T. A.; Tyree, M. T.; Turner, B. L.; Hubbell, S. P. 2007. Sensibilidade à seca e forma de distribuição de espécies e padrões em florestas tropicais. *Nature*. p. 1-26.

- Faleiro, W. & Saiki, P. T. O. 2007. Morfologia foliar em cinco fitofisionomias de Cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. p. 687-689.
- Felfili, J. M.; Filgueiras, T. S.; Haridasan, M.; Silva-Júnior, M. C.; Mendonça, R. & Rezende, A. V. 1994. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. Cadernos de Geociências do IBGE. p.75-166.
- Felfili, J. M.; Carvalho, F. A. & Haidar, R. F. 2005. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília. ResearchGate. p.1-55.
- Ferreira, N. J. 2006. Padrões da vegetação lenhosa relacionados à heterogeneidade espacial de água no solo em cerrado do Brasil Central. p. 1- 130.
- Furley, P. A. & Ratter, J. A. 1988. Soil resources and plant communities of Central Brazilian cerrado and their development. J. p. 97 – 108.
- Hacke, U. G.; Sperry, J. S.; William, T.; Stephen, P.; Davis, D. & McCulloh, K. A. 2001. Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. P. 457-461.
- Heringer, I. & Jacques, A. V. Á. 2001. Adaptação das plantas ao fogo: enfoque na transição floresta – campo. p. 1085-1090.
- Hoffmann, W.A.; Franco, A.C.; Moreira, M.Z. & Haridasan, M. 2005. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. p.932-940.
- Hoffmann, W. A.; Geiger, E. L.; Gotsch, S. G.; Rossatto, D. R.; Silva, L. C. & Lau, O. L. 2012. Ecological thresholds at the savanna- forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. Ecology Letters. p. 759–768.
- Lambers, H.; Chapin, F. S. & Pons, T. L. 2008. Plant physiological ecology.
- Lemos, P.; Koffler, S.; Macedo, M. S. & Gárcia, S. 2011. Folhas caras ou baratas? Estratégias de aquisição e uso de recursos de uma hemiepífita. p. 1-3.
- Lenza, E. & Klink, C. A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. p. 627-638.
- Maracahipes, L.; Lenza, E.; Marimon, B. S.; Oliveira, E. A.; Pinto, J. R. R & Junior, B. H. M. 2011. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. Biota Neotropica. p. 1.
- Maracahipes, L.; Carlucci, M. B.; Lenza, E.; Marimon, B.; Marimon JR, B H.; Guimarães, F. A. G. & Cianciaruso, M. V. 2018. How to live in contrasting habitats? Acquisitive and conservative strategies emerge at inter- and intraspecific levels in savanna and forest woody plants. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. p. 17-25.
- McBurney, T. 1992. The Relationship Between Leaf Thickness and Plant Water Potential. p.327-335.
- Menezes, B. S.; Martins, F. R. & Araújo, S. F. 2016. Montagem de comunidades: conceitos, domínio e estrutura teórica. p. 1-17.
- Meziane, D. & Shipley, B. 2001. Direct and indirect relationships between specific leaf area, leaf nitrogen and leaf gas exchange. Effects of irradiance and nutrient supply. p. 915-927.
- Morais, R. P. & Latrubesse, E. M. 2006. A Planície Aluvial do médio Rio Araguaia: Processos geomorfológicos e suas implicações ambientais. p. 1-178.
- Moreira, A.G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. Journal of Biogeography. p.1021-1029.
- Moreira, M. Z.; Scholz, F.G.; Bucci, S.J.; Sternberg, L.S.; Goldstein, G.; Meinzer, F.C.; Franco, A. C. 2003. Hydraulic lift in a neotropical savanna. Functional Ecology. p. 573-581.
- Niklas, K. J. 2006. Maximum plant height and the biophysical factors that limit it. p. 433-440.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press.

- Oliveira, G. M. V.; Mello, J. M.; Trugilho, P. F.; Scolforo, J. R. S.; Altoé, T. F.; Silva-Neto, A. J.; Oliveira, A. D. 2012b. Efeito do ambiente sobre a densidade da madeira em diferentes fitofisionomias do estado de Minas Gerais. p. 345-352.
- Pau, G.; Oles, A.; Smith, M.; Sklyar, O. & Huber, W. 2014. EBImage. p. 979–981.
- Pérez-Harguindeguy, N.; Díaz, S.; Garnier, E.; Lavorel, S.; Poorter, H.; Jaureguiberry, P.; Bret-Harte, M. S.; Cornwell, W. K.; Craine, J. M.; Gurvich, D. E.; Urcelay, C.; Veneklaas, E. J.; Reich, P. B.; Poorter, L.; Wright, I. J.; Ray, P.; Enrico, L.; Pausas, J. G.; Vos, A. C.; Buchmann, N.; Funes, G.; Quétier, F.; Hodgson, J. G.; Thompson, K.; Morgan, H. D.; Steege, H.; Van Der Heijden, M. G. A.; Sack, L.; Blonder, B.; Poschold, P.; Vaieretti, M. P.; Conti, G.; Staver, A. S.; Aquino, S. & Cornelissen, J. H. C. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. p. 715–716.
- Pinheiro, M. H. O. 2010. Formações savânicas mundiais: uma breve descrição fitogeográfica. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Uberlândia*. p. 306-313.
- Pinzón-Torres, J. A. & Schiavinato, M. A. 2008. Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas troicais. *Hoehnea*. p. 395-404.
- Pivello, V. R. 2003. Estudos para a conservação dos recursos biológicos do cerrado – e exemplo da “Gleba Cerrado Pé-de-gigante” (Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passo Quatro, SP). p.1-107.
- R Core Development Team. 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. p. 1.
- Ratter, J. A.; Richards, P. W.; Argent, G. & Gifford, D. R. 1977. Observações adicionais sobre o cerrado de solos mesotróficos no Brasil central. In: Ferri, M. G. IV Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. p. 306-316.
- Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F.; Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*. p.223-230.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. *Embrapa Cerrados, Brasília*. p. 151-212.
- Rios, M. N. S. & Sousa-Silva, J. C. 2017. Grupos funcionais em áreas com histórico de queimadas em Cerrado sentido restrito no Distrito Federal. p. 285-298.
- Ronquim, C. C. 2010. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. *Embrapa Monitoramento por Satélite*. p. 1-26.
- Rossatto, D. R. & Kolb, R. 2013. Leaf anatomical traits are correlated with tree dominance in a Neotropical deciduous forest. p. 242–251.
- Rossatto, D. R. 2013. Soil and leaf nutrient content of tree species support deciduous forests on limestone outcrops as a eutrophic ecosystem. p.231–238.
- Scalon, M. C.; Haridasan, M. & Franco, A. C. 2017. Influence of long-term nutrient manipulation on specific leaf area and leaf nutrient concentrations in savanna woody species of contrasting leaf phenologies. p.1-12.
- Scheiner, S. M. 1993. MANOVA: multiple response variables and multispecies interactions. In S. M. Scheiner and J. Gurevitch, eds. *Design and analysis of ecological experiments*. Chapman and Hall, New York. p. 94-112.
- Silva, J. F.; Fariñas M. R.; Felfili, J. M. & Klink, C. A. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*. p. 536-354.
- Slingsby, J. A. & Verboom, G. A. 2006. Limites de relação filogenética co-ocorrência em escalas espaciais finas: evidências dos ciperáceas (Cyperaceae: Schoeneae) da Região Florística do Cabo, África do Sul. p. 14 - 27.
- Souza, K.; Higuchi, P.; Silva, A. C.; Schimalski, M. B.; Loebens, R.; Júnior, F. B.; Souza, C. C.; Junior, L. C. R.; Walter, F. F.; Missio, F. F. & Rosa, A. D. 2017. Partição de nicho por grupos funcionais de espécies arbóreas em uma floresta subtropical. p. 1165-1175.
- Sutcliffe, J. *Plants and Water*. 1968. p. 108 – 116.
- Toledo, J. J. 2009. Influência do solo e topografia sobre a mortalidade de árvores e decomposição de madeira em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. p. 1-85.

- Valladares, F.; Matesanz, S.; Guilhaumon, F.; Araújo, M.; Balaguer, L.; Benito-Garz, M.; Cornwell, W.; Gianoli, E.; Kleunen, M. V.; Naya, D.E.; Nicotra, A.B.; Poorter, H. & Zavala, M.A. 2014. The effects of phenotypic plasticity and local adaptation on forecasts of species range shifts under climate change. p.1351-1364.
- Vale, A. T. & Elias, P. S. 2014. Nível de proteção da casca de quatro espécies lenhosas e a relação da arquitetura da casca com a transferência de calor. p. 979-987.
- Veríssimo, A. A.; da Silveira-Filho, R. R. Abadia, A. C.; Gomes, D. C.; Gonçalves, L. A.; Martins, J.; Santos-Silva, D. L.; Fagundes, M. V. & Lenza, E. 2019. Do soils predict the structure and diversity of woody savana communities in the Cerrado-Amazonian transition?. p. 1-51.
- Villar, R. & Merino, J. 2001. Comparison of leaf construction costs in woody species with differing leaf life-spans in contrasting ecosystems. p.213-226.
- Vitório, L. A. P. 2013. Densidade da madeira de espécies da Catinga. p. 1-21.
- Westoby, M.; Falster, D. S.; Moles, A. T.; Vesk, P. A. & Wright, I. J. 2002. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. p. 181-183.
- White, B. L. A. 2018. Spatiotemporal variation in tree occurrence in the state of Amazonas, Brazil, between 2003 and 2016. p 358 – 367.
- Wright, I.J.; Reich, P.B. & Westoby, M. 2001. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high-and-low-rainfall and high and low-nutrient habitats. p.423-434.
- Wright I.J.; P.B. Reich; M. Westoby; D.D. Ackerly; Z. Baruch; F. Bongers; J. Cavender-Bares; T. Chapin; J.H.C. Cornelissen; M. Diemer; J. Flexas; E. Garnier; P.K. Groom; J. Gulias; K. Hikosaka; B.B. Lamont; T. Lee; W. Lee; C. Lusk; J. J. Midgley; M. Navas; J. Oleksyn; N. Osada; H. Poorter; P. Poot; L. Prior; V. I. Pyankov; C. Roumet; S.C. Thomas; M.G. Tjoelker; E. J. Veneklaas & R. Villar. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. p. 821-827.

Anexo 1. Espécies lenhosas e respectivos números de plantas amostradas em cerrado aluvial (CA) e em cerrado de interflúvio (CI), em três municípios (Alto Boa Vista - ALBO; São Félix do Araguaia – SAFE; e Santa Teresinha - SATE) localizados na Bacia do Rio Araguaia, estado de Mato Grosso, Brasil.

ESPÉCIES	CI-SATE	CA-SATE	CI-ALBO	CA-SAFE	TOTAL
<i>Agonandra brasiliensis</i>	10	10	0	4	24
<i>Anacardium occidentale</i>	6	0	0	0	6
<i>Andira cujabensis</i>	1	0	0	0	1
<i>Andira vermifuga</i>	7	0	10	5	22
<i>Annona coriacea</i>	3	0	1	0	4
<i>Annona crassiflora</i>	0	0	11	0	11
<i>Antonia ovata</i>	10	0	0	0	10
<i>Apeiba tiborbou</i>	2	0	0	0	2
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	0	0	4	0	4
<i>Aspidosperma multiflorum</i>	0	12	0	9	21
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	0	0	7	0	7
<i>Astronium fraxinifolium</i>	10	10	3	0	23
<i>Attalea speciosa</i>	9	0	0	0	9
<i>Bowdichia virgilioides</i>	3	8	12	8	31
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	0	0	0	1	1
<i>Buchenavia tomentosa</i>	1	0	0	8	9
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	0	7	10	0	17
<i>Byrsonima crassifolia</i>	10	0	10	0	20
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0	0	9	0	9
<i>Byrsonima sp.</i>	0	0	0	1	1
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	0	0	11	0	11
<i>Campamonesia eugeniodes</i>	10	0	0	0	10
<i>Caryocar brasiliense</i>	0	0	3	0	3
<i>Coccoloba mollis</i>	2	0	0	0	2
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0	9	0	9	18

<i>Connarus suberosus</i>	10	9	11	10	40
<i>Couepia grandiflora</i>	0	0	6	2	8
<i>Curatella americana</i>	9	0	11	0	20
<i>Davilla elliptica</i>	12	0	11	0	23
<i>Dimorphandra mollis</i>	0	10	0	9	19
<i>Diospyros hispida</i>	11	8	11	5	35
<i>Diplopterys pubipetala</i>	6	1	3	0	10
<i>Emmotum nitens</i>	0	0	10	0	10
<i>Enterolobium gummiferum</i>	0	0	1	0	1
<i>Eremanthus matogrossensis</i>	1	0	0	0	1
<i>Eriotheca gracilipes</i>	10	0	0	0	10
<i>Erythroxylum engleri</i>	0	0	10	0	10
<i>Erythroxylum suberosum</i>	8	3	9	0	20
<i>Eugenia aurata</i>	10	0	1	0	11
<i>Eugenia dysenterica</i>	10	0	13	0	23
<i>Guapira graciliflora</i>	0	0	10	8	18
<i>Guatteria</i> sp.1	0	0	2	0	2
<i>Guatteria</i> sp.2	0	0	0	8	8
<i>Guettarda virbunoides</i>	6	0	0	0	6
<i>Hancornia speciosa</i>	11	11	4	10	36
<i>Handroanthus ochraceus</i>	12	10	9	8	39
<i>Heisteria ovata</i>	0	0	4	0	4
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	0	0	4	0	4
<i>Himatanthus articulatus</i>	0	0	0	7	7
<i>Himatanthus obovatus</i>	10	0	0	8	18
<i>Hirtella glandulosa</i>	3	0	0	0	3
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	0	8	0	8	16
<i>Kielmeyera coriacea</i>	0	4	2	6	12
<i>Kielmeyera lathrophyton</i>	10	0	0	0	10
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	0	0	11	9	20

<i>Lafoensia pacari</i>	10	7	12	6	35
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	0	0	7	0	7
<i>Licania apetala</i>	1	0	0	0	1
<i>Luetzelburgia praecox</i>	0	0	8	0	8
<i>Magonia pubescens</i>	12	0	10	0	22
<i>Matayba guianensis</i>	2	0	0	0	2
<i>Mezilaurus crassiramea</i>	0	0	1	0	1
<i>Mouriri elliptica</i>	10	8	0	9	27
<i>Myrcia multiflora</i>	10	0	9	0	19
<i>Myrcia</i> sp.	4	0	10	0	14
<i>Myrcia splendens</i>	0	0	11	0	11
<i>Myrcia vestita</i>	0	0	4	0	4
<i>Neea theifera</i>	0	0	2	0	2
<i>Ouratea castaneifolia</i>	3	0	0	0	3
<i>Ouratea hexasperma</i>	8	0	0	0	8
<i>Peltogyne confertiflora</i>	0	0	0	3	3
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	3	0	0	0	3
<i>Plathymenia reticulata</i>	9	0	0	0	9
<i>Pouteria ramiflora</i>	11	5	7	9	32
<i>Protium heptaphyllum</i>	0	0	5	0	5
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	7	0	0	0	7
<i>Psidium</i> sp.	0	7	0	9	16
<i>Qualea grandiflora</i>	11	7	9	9	36
<i>Qualea multiflora</i>	9	9	10	8	36
<i>Qualea parviflora</i>	10	8	12	10	40
<i>Roupala montana</i>	10	0	10	0	20
<i>Rourea induta</i>	10	4	7	4	25
Rubiaceae NI	8	0	0	0	8
<i>Salacia crassifolia</i>	2	6	1	0	9
<i>Salvertia convallariodora</i>	2	0	10	0	12

<i>Simarouba versicolor</i>	5	7	0	0	12
<i>Strychnos pseudoquina</i>	10	0	0	0	10
<i>Stryphnodendron fissuratum</i>	0	0	2	0	2
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	10	0	0	0	10
<i>Syagrus comosa</i>	14	0	0	0	14
<i>Syagrus flexuosa</i>	7	0	10	0	17
<i>Tabebuia aurea</i>	7	0	11	0	18
<i>Tachigali aurea</i>	2	0	0	0	2
<i>Tapirira guianensis</i>	0	0	10	0	10
<i>Terminalia argentea</i>	9	0	10	0	19
<i>Tocoyena formosa</i>	5	0	0	3	8
<i>Vatairea macrocarpa</i>	0	11	9	0	20
<i>Vernonanthura ferruginea</i>	4	0	0	0	4
<i>Vochysia rufa</i>	0	0	2	0	2
<i>Xylopia aromatica</i>	2	0	4	0	6
<i>Xylopia sericea</i>	0	0	11	0	11
TOTAL/IND	450	199	448	213	1310
TOTAL/SPP	62	26	60	31	101

Anexo 2. Atributos funcionais de plantas lenhosas e seus respectivos papéis funcionais e ecológicos. São também apresentadas as predições acerca dos ajustes funcionais das plantas em cerrado aluvial e cerrado de interflúvio, acompanhados por referências, as quais abordam explicações sobre os mesmos.

ATRIBUTO	PAPEL FUNCIONAL E ECOLÓGICO	CERRADO ALUVIAL (CA) versus CERRADO DE INTERFLÚVIO (CI)
Área foliar (LA)	Atributo relacionado à capacidade de absorção e uso de luz e perda de água pelas folhas. Plantas com folhas com maior área maximizam a captação e uso de luz e consequentemente a taxa fotossintética, mas perdem mais água dos tecidos internos por transpiração.	Em cerrado aluvial a área foliar será menor pois em ambientes mais quentes e mais secos as plantas estão mais propensas a perda de água (Cornelissen et al., 2003), em relação ao cerrado de interflúvio o esperado é o inverso, pois o mesmo apresenta menor intensidade e disponibilidade do recurso luminoso (Evans & Pooter 2001).
Espessura foliar (LT)	Atributo relacionado a resistência à dano físico, déficit hídrico e eficiência na aquisição e uso de recursos (luz). Plantas com folhas mais espessas são menos susceptíveis ao estresse hídrico do solo e atmosfera e menos eficientes na captação de luz.	Em solos com menor disponibilidade e retenção hídrica (como é o caso de CA), espera-se que as folhas apresentem maior espessura, aumentando a eficiência do uso da água em solos de baixa umidade (Ackerly 2004). Já no cerrado de interflúvio é esperado que as folhas sejam menos espessas, esse cerrado possui menor déficit hídrico quando comparado ao cerrado aluvial (Nardoto et al., 2006).
Área foliar específica (SLA)	Atributo relacionado ao investimento na aquisição economia de recursos pela planta, como teor de nitrogênio, taxa fotossintética, longevidade foliar e capacidade de fixação de carbono. Plantas com maior SLA, ou seja, maior relação entre área e peso foliar, tem maiores teores de nitrogênio e por isso maior taxa fotossintética e capacidade de fixação de nitrogênio, mas são menos longevas.	Para as espécies de plantas encontradas em CA, espera-se que as mesmas tenham suas folhas com uma menor SLA e maior espessura foliar, pois folhas mais espessas apresentam menor perda de água (Ackerly 2004), sendo uma estratégia das espécies para manter o turgor das folhas em solos com baixa umidade (Niinemets 2001). Em relação as espécies existentes em CI, é esperado que as plantas apresentem suas folhas com uma maior SLA e menor espessura foliar, por se tratar de um ambiente com maior disponibilidade de recursos (água e nutrientes) (Cássia-Silva et al., 2017).

ATRIBUTO	PAPEL FUNCIONAL E ECOLÓGICO	CERRADO ALUVIAL (CA) versus CERRADO DE INTERFLÚVIO (CI)
Densidade específica da madeira (SSD)	Atributo relacionado à resistência aos danos físicos e consequente vigor estrutural da planta. Plantas com maior densidade de madeira tem menores taxas de quebra de tronco e de ramos.	Para as plantas de CA espera-se que as árvores tenham madeira mais densas, pois tendem a ter crescimento mais lento e por isso, maior densidade da madeira (Bognola et al., 2010). O oposto é esperado para o ambiente de CI, pois plantas tolerantes a maiores estresses têm maiores custos de construção em solos pobres e necessitam de proteção contra incêndios ou herbívoros (Maracahipes et al., 2018).
Espessura relativa da casca (BTrel)	Atributo que atua como proteção dos tecidos vivos contra desidratação e danos causados pelo fogo. Plantas com casca mais espessa são mais tolerantes ao dessecamento dos tecidos vivos e mais resistentes ao fogo.	Em plantas existentes em ambientes de cerrado aluvial é esperado que as mesmas apresentem uma menor espessura relativa da casca, pois o CA tem menor quantidade de material combustível e, conseqüentemente, eventos de queimada com menor intensidade e frequência (Goodland & Ferrari 1979). Para as plantas presentes em CI espera-se uma maior espessura da casca das árvores, por apresentar maior frequência de fogo, por ter maior quantidade de materiais combustíveis depositados nos solos (ex.: serapilheira) (Goodland & Ferrari 1979).
Altura máxima total (HTOT)	Atributo relacionado à habilidade competitiva, resistência à perturbação ambiental e dispersão de sementes. Plantas mais altas, são melhores competidoras por luz, tendem a dispersar sementes a distâncias mais longas e são menos susceptíveis a distúrbios, como aqueles provocados pelo fogo.	Espera-se que as espécies existentes no cerrado aluvial apresentem uma menor altura máxima, devido ao maior déficit hídrico e nutricional dos solos, enquanto que as espécies existentes no cerrado de interflúvio apresentam atributos o contrário, ou seja, uma altura máxima total maior (Cássia-Silva et al., 2017), pois, a altura máxima total da planta está relacionada com a capacidade competitiva ou perturbação em ambientes onde o fogo é um filtro natural, porque plantas mais altas podem evitar a morte do meristema do seu dossel (Hoffmann et al., 2012).

Anexo 3. Manova. Análise a nível de comunidade, considerando os seis atributos funcionais como variáveis resposta e o ambiente como variável preditora.

Preditoras	df	resíduos	Pillai	F-valor	num df	den df	p-valor
Espécies							
aluvial x típico	1	96	0.121	2.087	6	91	0.062
Fisionomias							
aluvial x típico	1	976	0.538	188.53	6	971	<0.001

Anexo 3.1. Anova. Análise a nível de comunidade, comparando os seis atributos separadamente onde as espécies foram colocadas como erro do modelo. SQ = soma dos quadrados, MS = quadrado médio. HTOT: Altura máxima total; BTrel: espessura relativa da casca; SSD: densidade específica da madeira; LT: espessura foliar; LA: área foliar; SLA: área foliar específica.

Atributos	Preditoras	df	SQ	MS	F	P
HTOT	Espécies					
	aluvial x típico	1	9.1	9.07	0.169	0.682
	Resíduos	96	5156.5	53.713		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	205.98	205.981	450.75	<0.001
	Resíduos	976	446.01	0.457		
BTrel	Espécies					
	aluvial x típico	1	2.42	2.4197	0.303	0.584
	Resíduos	96	767.69	7.9967		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	6.214	6.2139	20.342	<0.001
	Resíduos	976	298.141	0.3055		
SSD	Espécies					
	aluvial x típico	1	0.0931	0.093101	2.269	0.135
	Resíduos	96	3.9394	0.041035		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	0.15354	0.153543	68.122	<0.001
	Resíduos	976	2.19985	0.002254		
LT	Espécies					
	aluvial x típico	1	7.192	7.1919	10.832	<0.001
	Resíduos	96	63.738	0.6639		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	10.286	10.286	427.83	<0.001
	Resíduos	976	23.465	0.024		
LA	Espécies					
	aluvial x típico	1	17.23	17.2272	2.428	0.123
	Resíduos	96	681.07	7.0945		

	Fisionomias						
	aluvial x típico	1	1.917	1.91743	13.663	<0.001	
	Resíduos	976	136.972	0.14034			
SLA	Espécies						
	aluvial x típico	1	1.633	1.6327	3.795	0.054	
	Resíduos	96	41.299	0.4302			
	Fisionomias						
	aluvial x típico	1	0.6593	0.65931	26.808	<0.001	
	Resíduos	976	24.0036	0.02459			

Anexo 4. Manova. Análise a nível de grupos ecológicos (espécies exclusivas de cerrado típico aluvial (CA) X espécies exclusivas de cerrado típico de interflúvio (CT) X espécies comuns a ambos os ambientes. Os atributos funcionais foram usados como variável resposta e os grupos ecológicos como variáveis preditoras.

Preditoras	df	resíduos	Pillai	F-valor	num df	den df	P-valor
Habitat							
spCA x spCT x Gen	2	1072	0.20026	19.807	12	2136	<0.001

Anexo 4.1. Anova. Análise a nível de grupos ecológicos feita para cada grupo separadamente. SQ = soma dos quadrados, MS = quadrado médio. HTOT: Altura máxima total; BTrel: espessura relativa da casca; SSD: densidade específica da madeira; LT: espessura foliar; LA: área foliar; SLA: área foliar específica.

Atributos	Preditoras	df	SQ	MS	F-valor	P-valor
HTOT	aluvial x típico	2	1.715	0.857	4.572	0.011
	Resíduos	1072	201.037	0.188		
BTrel	aluvial x típico	2	37.92	18.962	19.61	<0.001
	Resíduos	1072	1036.54	0.967		
SSD	aluvial x típico	2	0.091	0.046	7.7791	<0.001
	Resíduos	1072	6.295	0.006		
LT	aluvial x típico	2	14.777	7.388	88.096	<0.001
	Resíduos	1072	89.905	0.084		
LA	aluvial x típico	2	25.06	12.529	16.538	<0.001
	Resíduos	1072	812.13	0.758		
SLA	aluvial x típico	2	3.027	1.51374	25.132	<0.001
	Resíduos	1072	64.567	0.06023		

Anexo 5. Manova. Análise a nível intraespecífico, testando a existência dos atributos funcionais entre os indivíduos que ocorrem em ambos os ambientes. Considerando os atributos como variável repostada e o ambiente como variável preditora. ComCA: Comuns em cerrado típico aluvial; ComCTI: Comuns em cerrado típico de interflúvio. HTOT: altura máxima total; BTrel: espessura relativa da casca; SSD: densidade específica da madeira; LT: espessura foliar; LA: área foliar; SLA: área foliar específica.

Preditoras	df	resíduos	Pillai	F-valor	num df	den df	P-valor
Espécies							
ComCA x ComCT	1	26	0.148	0.60801	6	21	0.721
Habitat							
ComCA x ComCT	1	555	0.618	148.11	6	550	<0.001

Anexo 5.1. Anovas. Análise a nível intraespecífico para cada atributo separadamente. Todos os indivíduos medidos foram utilizados e a identidade das espécies foi colocada como erro do modelo. SQ = soma dos quadrados, MS = quadrado médio

Atributos	Preditoras	df	SQ	MS	F-valor	P-valor
HTOT	Espécies					
	aluvial x típico	1	1.254	1.254	0.318	0.578
	Resíduos	26	102.618	3.947		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	6.3951	6.3951	281.7	<0.001
	Resíduos	555	12.5995	0.0227		
BTrel	Espécies					
	aluvial x típico	1	6.43	6.430	0.484	0.493
	Resíduos	26	345.25	13.279		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	6.214	6.214	19.585	<0.001
	Resíduos	555	176.087	0.317		
SSD	Espécies					
	aluvial x típico	1	0.00393	0.003935	0.0808	0.778
	Resíduos	26	1.26545	0.048671		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	0.15354	0.15354	73.105	<0.001
	Resíduos	555	1.16567	0.0021		
LT	Espécies					
	aluvial x típico	1	0.3714	0.37138	0.8919	0.354
	Resíduos	26	10.8261	0.41639		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	4.8987	4.8987	363.66	<0.001
	Resíduos	555	7.4761	0.0135		
LA	Espécies					

	aluvial x típico	1	0.099	0.09903	0.1373	0.714
	Resíduos	26	18.748	0.72107		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	0.189	0.189	17.062	<0.001
	Resíduos	555	6.1471	0.011		
SLA	Espécies					
	aluvial x típico	1	0.00338	0.003	0.103	0.750
	Resíduos	26	0.84967	0.033		
	Fisionomias					
	aluvial x típico	1	0.0335	0.033	24.35	<0.001
	Resíduos	555	0.76345	0.001		

Anexo 6. MANCOVA. Para analisar se houve diferença dos atributos para os três grupos funcionais usando a função “summary. aov” para mostrarmos qual dos ambientes apresentou diferença entre os atributos.

```

Df Pillai approx F num Df den Df Pr(>F)
Phy 1 0.249860 7.8037 7 164 3.814e-08 ***
Site 2 0.061376 0.7463 14 330 0.727
Residuals 170

```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

```

> summary.aov(man)
Response 1 : HTOT
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Phy 1 0.1125 0.112485 4.3525 0.03845 *
Site 2 0.0220 0.011013 0.4261 0.65373
Residuals 170 4.3935 0.025844

```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

```

Response 2 :Diameter
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Phy 1 0.00075 0.0007499 0.0444 0.8334
Site 2 0.03936 0.0196805 1.1650 0.3144
Residuals 170 2.87185 0.0168932

```

```

Response 3 : BT
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Phy 1 0.0983 0.098301 0.6535 0.4200
Site 2 0.0356 0.017809 0.1184 0.8884
Residuals 170 25.5719 0.150423

```

```

Response 4 : SLA

```

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Phy	1	0.03082	0.0308246	3.5757 0.06033 .
Site	2	0.00624	0.0031200	0.3619 0.69687
Residuals	170	1.46549	0.0086205	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response 5 : LA

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Phy	1	0.7003	0.70032	4.7691 0.03035 *
Site	2	0.0048	0.00242	0.0165 0.98368
Residuals	170	24.9636	0.14684	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response 6 :LT

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Phy	1	0.46098	0.46098	34.4074 2.276e-08 ***
Site	2	0.02727	0.01364	1.0178 0.3636
Residuals	170	2.27763	0.01340	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response 7 : SSD

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Phy	1	0.07500	0.075004	10.4127 0.001502 **
Site	2	0.00399	0.001996	0.2771 0.758358
Residuals	170	1.22453	0.007203	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Testes de multivariância

		value	F	df1	df2	p
Phy	Pillai's Trace	0.2487	7.802	7	165	< .001
	Wilks' Lambda	0.751	7.802	7	165	< .001
	Hotelling's Trace	0.3310	7.802	7	165	< .001
	Roy's Largest Root	0.3310	7.802	7	165	< .001
Site	Pillai's Trace	0.0282	0.685	7	165	0.685
	Wilks' Lambda	0.972	0.685	7	165	0.685
	Hotelling's Trace	0.0290	0.685	7	165	0.685
	Roy's Largest Root	0.0290	0.685	7	165	0.685

Testes de univariância

Dependent Variable		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Phy	logH	0.11248	1	0.11248	4.36445	0.038
	logD	7.50e-4	1	7.50e-4	0.04413	0.834
	logBT	0.09830	1	0.09830	0.65658	0.419
	logSLA	0.03082	1	0.03082	3.58197	0.060
	logLA	0.70032	1	0.70032	4.79629	0.030
	logLT	0.46098	1	0.46098	34.56359	< .001
	logWD	0.07500	1	0.07500	10.46640	0.001
Site	logH	0.00831	1	0.00831	0.32228	0.571
	logD	0.00580	1	0.00580	0.34129	0.560
	logBT	0.00602	1	0.00602	0.04023	0.841
	logSLA	1.90e-4	1	1.90e-4	0.02211	0.882
	logLA	4.40e-4	1	4.40e-4	0.00301	0.956
	logLT	0.02423	1	0.02423	1.81656	0.180
	logWD	0.00311	1	0.00311	0.43343	0.511
Residuals	logH	4.40718	171	0.02577		
	logD	2.90541	171	0.01699		
	logBT	25.60147	171	0.14972		
	logSLA	1.47154	171	0.00861		
	logLA	24.96802	171	0.14601		
	logLT	2.28068	171	0.01334		
	logWD	1.22542	171	0.00717		

Anexo 7. Valores das Médias e Desvio Padrão de cada atributo funcional amostrados á nível de comunidade, nível intraespecífico (espécies de cerrado aluvial - CA e espécies de cerrado de interflúvio - CI) e a nível de análise para Grupos ecológicos de espécies presentes em cerrado aluvial (CA) e cerrado de interflúvio (CI). **Ex.CA:** espécies exclusivas de cerrado aluvial; **COM:** espécies comuns aos dois ambientes, ou ainda, generalistas e **Ex.CI:** espécies exclusivas de cerrado de interflúvio LA: área foliar (cm²); LT: espessura foliar (mm); SLA: área foliar específica (cm² g-l); SSD: densidade específica da madeira (mg mm-3); BTrel: espessura relativa da casca (mm) e HTOT: altura máxima total (cm).

Atributo	Comunidade		Intraespecífico		Grupos funcionais		
	CA	CI	CA	CI	Ex. CA	COM	Ex. CI
LA	57,62±68,99	80,11±116,67	3,77±0,83	3,93±0,76	37,65±31,22	66,53±71,12	88,06±142,28
LT	0,21±0,07	0,27±0,07	1,17±0,02	1,19±0,02	0,17±0,05	0,25±0,08	0,26±0,07
SLA	87,77±25,23	79,48±19,61	4,4±0,25	4,35±0,22	99,54±31,69	81,68±20,17	79,7±20,65
SSD	0,57±0,12	0,52±0,1	0,75±0,07	0,72±0,06	0,57±0,15	0,54±0,1	0,52±0,12
BTrel	0,62±0,53	0,79±0,7	1,54±0,11	1,59±0,14	0,47±0,43	0,82±0,67	0,69±0,67
HTOT	6,54±1,81	7,28±2,44	2,5±0,37	2,66±0,51	7,01±1,65	6,89±2,46	7,25±2,16

