

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

GABRIELA MARTINS CARVALHO

MAIOR PRECIPITAÇÃO DURANTE O INVERNO SECO NO CERRADO ESTÁ
ASSOCIADA À DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES LENHOSAS COM MAIORES
LARGURAS DE FOLHAS E MAIORES COMPRIMENTOS DE FRUTOS

VIÇOSA-MINAS GERAIS

2026

GABRIELA MARTINS CARVALHO

MAIOR PRECIPITAÇÃO DURANTE O INVERNO SECO NO CERRADO ESTÁ ASSOCIADA À DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES LENHOSAS COM MAIORES LARGURAS DE FOLHAS E MAIORES COMPRIMENTOS DE FRUTOS

Monografia apresentada à Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de bacharel em ciências biológicas.

Orientador: João Augusto Alves Meira Neto



Documento assinado digitalmente

GABRIELA MARTINS CARVALHO

Data: 24/06/2026 11:10:41-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

VIÇOSA-MINAS GERAIS

2026

GABRIELA MARTINS CARVALHO

MAIOR PRECIPITAÇÃO DURANTE O INVERNO SECO NO CERRADO ESTÁ ASSOCIADA À DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES LENHOSAS COM MAIORES LARGURAS DE FOLHAS E MAIORES COMPRIMENTOS DE FRUTOS

Monografia apresentada à Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de bacharel em ciências biológicas.

Orientador: João Augusto Alves Meira Neto

APROVADA:

Documento assinado digitalmente
 **JOÃO AUGUSTO ALVES MEIRA NETO**
Data: 24/06/2026 10:16:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. João Augusto Alves Meira Neto
(Orientador)

(UFV)



Documento assinado digitalmente
CARLOS MARIO GALVAN CISNEROS
Data: 24/06/2026 10:37:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Carlos Mario Galván Cisneros

(UFV)



Documento assinado digitalmente
LHORAYNNE PEREIRA GOMES
Data: 24/06/2026 10:58:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Lhorayne Pereira Gomes
(UFV)

Aos meus ancestrais, que com muita luta
construíram o caminho que hoje posso trilhar

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha mãe, por todo o amor, dedicação e esforço ao longo da minha trajetória acadêmica. Seu apoio incondicional e seus inúmeros sacrifícios foram fundamentais para que eu pudesse permanecer na universidade e concluir esta etapa tão importante da minha formação.

Ao meu pai, agradeço o incentivo, apoio e confiança depositados em mim durante todos esses anos. Sua presença e encorajamento foram essenciais para que eu seguisse em frente diante dos desafios encontrados ao longo do caminho.

Aos meus irmãos e a toda a minha família, expresso minha profunda gratidão pelo carinho, compreensão e apoio constantes. O incentivo de vocês foi indispensável para que eu alcançasse este objetivo.

Aos meus amigos, agradeço a companhia, pelas palavras de incentivo e pelos momentos compartilhados ao longo desta jornada. A amizade e o apoio de cada um tornaram esse percurso mais leve e significativo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Augusto Alves Meira Neto, agradeço pela orientação, confiança, disponibilidade e pelos ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho. Seu suporte foi fundamental para o desenvolvimento deste projeto e para meu crescimento acadêmico.

Ao Dr. Carlos Mario Galvan Cisneros, agradeço pela valiosa contribuição no processo de escrita deste trabalho, bem como pelas sugestões e conhecimentos compartilhados, que foram essenciais para o aprimoramento desta pesquisa.

Aos membros do laboratório, meu sincero agradecimento pelo apoio, colaboração e incentivo desde o início até a conclusão deste trabalho. A convivência e a troca de conhecimentos foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho e para a minha formação acadêmica e pessoal.

RESUMO

CARVALHO, Gabriela Martins, B.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2026. Maior precipitação durante o inverno seco no Cerrado está associada à dominância de espécies lenhosas com maiores larguras de folhas e maiores comprimentos de frutos. Orientador: João Augusto Alves Meira Neto.

O Cerrado apresenta elevada diversidade de espécies lenhosas e forte sazonalidade climática, fatores que influenciam a distribuição de estratégias funcionais das plantas ao longo do bioma. Este estudo investigou a relação entre variáveis climáticas e traços funcionais de espécies lenhosas de maior dominância absoluta do Cerrado, buscando compreender quais características podem estar associadas à dominância dessas espécies em diferentes comunidades. Foram compilados dados de 101 estudos fitossociológicos distribuídos ao longo do Cerrado brasileiro, sendo selecionada a espécie de maior dominância absoluta de cada área amostrada. Foram avaliados traços funcionais relacionados às folhas, frutos, pecíolos e densidade da madeira, bem como as 19 variáveis bioclimáticas disponibilizadas pela plataforma WorldClim. As relações entre traços funcionais e clima foram analisadas por meio de regressões lineares simples, complementadas por Análise de Componentes Principais (PCA). Os resultados indicaram que a largura foliar apresentou relação positiva com a precipitação do mês mais seco (BIO14) e com a precipitação do trimestre mais seco (BIO17), enquanto o comprimento do fruto esteve positivamente relacionado à temperatura mínima do mês mais frio (BIO6) e à precipitação do trimestre mais frio (BIO19). A PCA revelou que os traços relacionados ao tamanho das folhas e dos frutos foram os principais responsáveis pela variação funcional observada entre as espécies dominantes. Além disso, verificou-se uma sobreposição parcial entre as espécies de maior dominância absoluta e as espécies hiperdominantes do Cerrado, sendo predominante o comportamento generalista entre as espécies analisadas. Os resultados sugerem que condições climáticas associadas ao período seco e frio do ano atuam como importantes filtros ambientais, favorecendo espécies com características funcionais capazes de persistir sob condições de maior restrição hídrica. Dessa forma, a disponibilidade de água durante o inverno seco parece desempenhar papel relevante na seleção de espécies dominantes com maiores larguras foliares e maiores comprimentos de frutos no Cerrado.

Palavras-chave: Cerrado; traços funcionais; dominância absoluta; hiperdominância; variáveis bioclimáticas

ABSTRACT

CARVALHO, Gabriela Martins, B.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2026. Greater precipitation during the dry winter in the Cerrado is associated with the dominance of woody species with larger leaf widths and longer fruit lengths. Adviser: João Augusto Alves Meira Neto.

The Cerrado harbors a high diversity of woody species and is characterized by strong climatic seasonality, factors that influence the distribution of plant functional strategies across the biome. This study investigated the relationship between climatic variables and functional traits of woody species with the highest absolute dominance in the Cerrado, aiming to identify which characteristics may be associated with species dominance across different communities. Data were compiled from 101 phytosociological studies distributed throughout the Brazilian Cerrado, and the species with the highest absolute dominance was selected from each sampled area. Functional traits related to leaves, fruits, petioles, and wood density were evaluated, along with the 19 bioclimatic variables available from the WorldClim database. Relationships between functional traits and climate were analyzed using simple linear regressions, complemented by Principal Component Analysis (PCA). The results indicated that leaf width was positively related to precipitation of the driest month (BIO14) and precipitation of the driest quarter (BIO17), whereas fruit length was positively associated with the minimum temperature of the coldest month (BIO6) and precipitation of the coldest quarter (BIO19). PCA revealed that traits related to leaf and fruit size were the main drivers of the functional variation observed among dominant species. Furthermore, a partial overlap was found between species with the highest absolute dominance and the hyperdominant species of the Cerrado, with a predominance of generalist species among those analyzed. The results suggest that climatic conditions associated with the dry and cold season act as important environmental filters, favoring species with functional characteristics that enable persistence under greater water limitation. Therefore, water availability during the dry winter appears to play a relevant role in selecting dominant species with wider leaves and longer fruits in the Cerrado.

Keywords: Cerrado; functional traits; absolute dominance; hyperdominance; bioclimatic variables.

SUMÁRIO

Sumário	
Introdução	9
Metodologia.....	11
Base de Dados	12
Análise de Dados	13
Resultados.....	14
Discussão	19
REFERÊNCIAS	23

MAIOR PRECIPITAÇÃO DURANTE O INVERNO SECO NO CERRADO ESTÁ ASSOCIADA À DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES LENHOSAS COM MAIORES LARGURAS DE FOLHAS E MAIORES COMPRIMENTOS DE FRUTOS

Introdução

O Cerrado é reconhecido como a savana mais biodiversa do mundo, ocupando uma área superior a 2 milhões de km² (Simon et al., 2009), sendo estimadas 1.605 espécies lenhosas distribuídas no bioma (Alvarez et al., 2025). Essa megadiversidade lenhosa fundamenta a ampla variabilidade funcional do bioma e evidencia seu potencial para armazenamento de carbono em espécies de elevada biomassa (Batlle-Bayer; Batjes; Bindraban, 2010). Mesmo com uma expressiva relevância ecológica, o Cerrado está sob intensa mudança de uso do solo promovida por cultivos agrícolas com extensa perda de habitat e biomassa (Cordeiro et al., 2020). Nas últimas décadas esses processos têm provocado importantes consequências ecológicas, como fragmentação de habitat, invasões biológicas, perda de biodiversidade e alterações no regime de fogo, comprometendo serviços ecossistêmicos essenciais (Franco et al., 2014). Compreender o potencial de estoque de carbono das espécies arbóreas do Cerrado, identificar os traços funcionais associados à biomassa das espécies dominantes e investigar os fatores climáticos relacionados a esses traços é fundamental para a gestão do carbono frente às mudanças climáticas globais impulsionadas pelo aumento das emissões atmosféricas de carbono (Hofmann et al., 2021; Rodrigues et al., 2023), podendo subsidiar estratégias de conservação e manejo do bioma-.

A vegetação lenhosa do Cerrado apresenta uma distribuição de abundância altamente desigual. Aproximadamente 30 espécies, que correspondem a menos de 2% do total de espécies do bioma, representam mais da metade da flora arbórea, caracterizando um padrão de hiperdominância (Alvarez et al., 2025). Esse padrão sugere que poucos táxons exercem papel desproporcional na dinâmica e no funcionamento do ecossistema, esse cenário sugere que processos seletivos, particularmente a filtragem ambiental imposta pelo regime climático e pelas propriedades do solo, desempenham um papel central na estruturação dessas comunidades (Durigan, 2020; Sarmiento; Goldstein; Meinzer, 1985). Além da elevada abundância populacional, determinadas espécies podem também concentrar grande parcela da biomassa e do estoque de carbono do bioma, expressando altos valores de dominância absoluta (Terra et

al., 2021). A convergência entre hiperdominância e dominância absoluta indica que um grupo restrito de espécies não apenas domina numericamente as comunidades vegetais, mas também sustenta funções ecossistêmicas essenciais, como produtividade, ciclagem de carbono e estabilidade estrutural da vegetação (Espírito-Santo et al., 2016; Fauset et al., 2015). Estudos recentes têm demonstrado forte associação entre abundância de espécies e contribuição relativa para biomassa e produtividade em ecossistemas tropicais, sugerindo que espécies hiperdominantes frequentemente exercem papel funcional desproporcional no funcionamento ecossistêmico (Terra et al., 2021). Dessa forma, alterações climáticas capazes de modificar o desempenho funcional dessas espécies dominantes podem comprometer diretamente a resiliência e o funcionamento ecológico do Cerrado (Hofmann et al., 2021; Sankaran, 2019).

As espécies de maior expressão de biomassa no Cerrado podem ter sua dominância associada à presença de estratégias funcionais adaptadas à variação climática ao longo do bioma (Alvarez et al., 2025; Terra et al., 2021). A ocorrência de elevadas temperaturas do ar e do solo, sazonalidade hídrica acentuada, baixa disponibilidade de nutrientes e recorrência do fogo exercem forte pressão seletiva sobre as espécies vegetais (Nascimento; Novais, 2020; Sarmiento; Goldstein; Meinzer, 1985). Ao contrário das formações florestais, as savanas caracterizam-se por uma estrutura aberta, sem dossel contínuo, condição que reduz a competição por luz e torna o desempenho das espécies lenhosas mais suscetíveis à influência das variáveis climáticas (Carrijo et al., 2021; Sarmiento; Goldstein; Meinzer, 1985). Nesse contexto, fatores como disponibilidade hídrica, temperatura e sazonalidade climática atuam como importantes filtros ecológicos, favorecendo espécies com características funcionais capazes de maximizar a aquisição de recursos e tolerar condições ambientais restritivas (Maracahipes et al., 2018; Sarmiento; Goldstein; Meinzer, 1985). Assim, a dominância de determinadas espécies no Cerrado pode refletir não apenas elevada abundância populacional, mas também vantagens funcionais associadas à resistência ao estresse hídrico à eficiência no uso da água e à manutenção da produtividade sob condições climáticas específicas (Alvarez et al., 2025).

Para compreender os mecanismos ecológicos associados à dominância em biomassa das espécies lenhosas, os traços funcionais representam importantes ferramentas de investigação, uma vez que refletem estratégias adaptativas relacionadas à aquisição, uso e conservação de recursos sob diferentes condições ambientais (Violle et al., 2007). Esses traços, que incluem características morfológicas e reprodutivas, estão diretamente relacionados ao desempenho ecológico das espécies e à sua capacidade de crescimento, sobrevivência e armazenamento de

carbono (Lavorel; Garnier, 2002). Estudos realizados em ecossistemas tropicais têm demonstrado forte associação entre variáveis climáticas e padrões funcionais das comunidades vegetais, evidenciando que gradientes de temperatura, disponibilidade hídrica e sazonalidade influenciam diretamente estratégias aquisitivas e conservativas das plantas (Maracahipes et al., 2018; Silva; Coelho; Meira-Neto, 2023). Em ambientes mais quentes e sazonalmente secos, por exemplo, tendem a ser favorecidos traços associados à maior eficiência no uso da água e tolerância ao estresse ambiental, enquanto ambientes mais úmidos favorecem estratégias relacionadas à rápida aquisição de recursos (Violle et al., 2007).

Este estudo procurou responder quais traços funcionais de espécies lenhosas dominantes de muitas comunidades do Cerrado se relacionam com variáveis climáticas. Entende-se que essas variáveis climáticas e os traços funcionais influenciados promovem a dominância dessas várias espécies lenhosas dominantes de suas comunidades no Cerrado. Para isso, testamos a hipótese de que as variáveis climáticas influenciam traços funcionais das espécies lenhosas do Cerrado determinando as espécies dominantes.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido utilizando dados compilados de inventários florísticos e levantamentos fitossociológicos publicados para a extensão do Cerrado, constituindo um banco de dados abrangente, considerando espécies lenhosas de maior dominância absoluta. O Cerrado ocupa aproximadamente 2 milhões de km² do território brasileiro, estendendo-se predominantemente pela região central do país, abrangendo áreas dos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, São Paulo, Paraná e Distrito Federal (Klink; Machado, 2005). A partir da base de dados foram determinados 100 pontos que se distribuem ao longo do todo o bioma (fig 1).

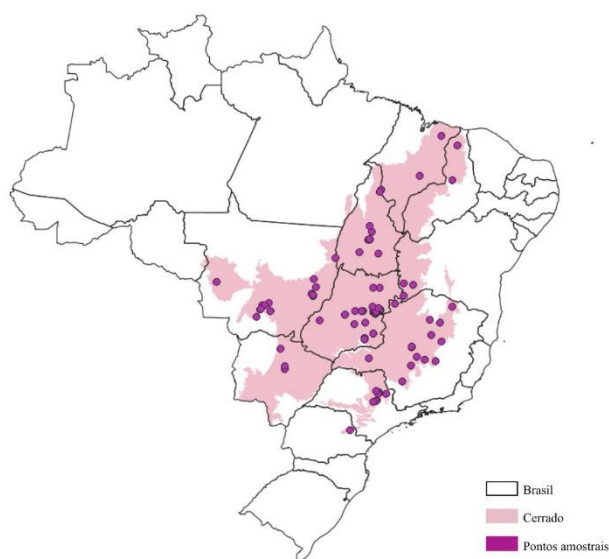


Figura 1. Distribuição espacial dos pontos amostrais utilizados no estudo e da área de ocorrência do Cerrado no Brasil

Fonte: Elaboração própria na plataforma QGIS a partir de dados de cobertura e uso da terra do MapBiomas (2024).

O bioma ocorre sob clima tropical sazonal semiúmido, apresentando marcada sazonalidade climática, marcado por um período chuvoso durante a primavera e verão e um período seco durante o outono e o inverno (Nascimento; Novais, 2020). A temperatura média anual varia de aproximadamente 20 °C nas porções meridionais a 26 °C nas regiões mais ao norte, enquanto a precipitação anual geralmente varia entre 1200 e 2000 mm, concentrando-se principalmente entre os meses de outubro e abril (Santos et al., 2010). Além disso, o Cerrado apresenta elevada heterogeneidade climática, associada à sua extensão, apresentando expressivas variações pluviométricas e médias de temperatura em seus extremos (Silva, Assad e Evangelista 2008).

Base de Dados

Os dados florísticos foram obtidos a partir de 101 estudos fitossociológicos realizados em áreas de Cerrado distribuídas ao longo do território brasileiro. Para cada estudo, foi selecionada apenas a espécie lenhosa de maior dominância absoluta (DoA), ou seja, aquela de maior área basal do estudo. Os traços funcionais utilizados nas análises foram relacionados principalmente à aquisição de recursos, suporte estrutural e reprodução das espécies. Os valores dos traços foram obtidos a partir de bases de dados.

Tabela 1. Traços funcionais

Fruto	FL-Comprimento do fruto (cm)	FW- Largura da folha (cm)
Folha	LL-Comprimento da folha (cm)	LW - Largura da folha (cm)
Pecíolo	PL-Comprimento do pecíolo (cm)	PW- Largura do pecíolo (cm)
Madeira	WD- Densidade da madeira	

Para as espécies que não possuíam informações disponíveis, as medidas morfológicas foram obtidas utilizando imagens de espécimes de herbário do Cerrado, e analisadas no software ImageJ. Para cada espécie sem informações disponíveis em bancos de dados, foram mensurados no mínimo três espécimes distintos provenientes de áreas de Cerrado, utilizando-se valores médios para representar cada traço funcional. Em um único caso, não foram encontrados espécimes oriundos de áreas de Cerrado para determinada espécie, dessa forma, utilizou-se a média dos valores disponíveis para espécies do mesmo gênero como aproximação funcional.

As informações geográficas, originadas dos artigos que compõem o banco de dados, permitiram a extração das variáveis ambientais e climáticas associadas às espécies dominantes registradas. As variáveis bioclimáticas foram obtidas a partir da base de dados WordClim, utilizando-se as 19 variáveis bioclimáticas disponibilizadas pela plataforma, relacionadas à temperatura e precipitação. Os dados climáticos foram extraídos com base nas coordenadas geográficas referentes a cada área amostrada presente nos estudos fitossociológicos utilizados.

Análise de Dados

Avaliamos a força e a direção da relação entre os traços funcionais e variáveis climáticas utilizando regressão linear simples. Antes do ajuste do modelo, avaliamos a normalidade dos dados e a homoscedasticidade dos resíduos utilizando gráficos Q-Q e gráficos de resíduos versus valores ajustados. Todas as 19 variáveis bioclimáticas disponíveis no WordClim foram testadas. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando a função (lm) no ambiente R (R Core Team, 2026).

A fim de complementar os resultados e identificar os principais padrões de variação funcional entre as espécies dominantes do Cerrado, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os traços funcionais largura foliar, comprimento foliar, largura do pecíolo, comprimento do pecíolo, largura do fruto, comprimento do fruto e densidade da madeira. A análise foi empregada para reduzir a dimensionalidade dos dados e identificar os traços que mais contribuíram para a diferenciação funcional das espécies.

Por fim fizemos uma comparação entre as espécies de maior dominância absoluta identificadas neste estudo e as espécies hiperdominantes propostas por Alvarez et al. (2025), adicionalmente fizemos uma avaliação da estratégia de ocupação das espécies, considerando todas as hiperdominantes como generalistas e adicionalmente baseada na classificação proposta por Maracahipes et al. (2018).

Resultados

Dos traços funcionais analisados, a largura foliar e o comprimento do fruto apresentaram relações significativas com as variáveis climáticas. A largura foliar apresentou relação positiva com a precipitação do mês mais seco (BIO14) e com a precipitação do trimestre mais seco (BIO17). Já o comprimento do fruto foi positivamente relacionado à temperatura mínima do mês mais frio (BIO6) e à precipitação do trimestre mais frio (BIO19). Esses resultados indicam que variáveis climáticas associadas à disponibilidade hídrica e à temperatura influenciam a variação de determinados traços funcionais das espécies dominantes do Cerrado.

A largura foliar apresentou relação positiva significativa com variáveis associadas à disponibilidade hídrica, incluindo a precipitação do mês mais seco (BIO14) e a precipitação do trimestre mais seco (BIO17) ($p < 0,05$). Esse resultado sugere que espécies dominantes ocorrentes em regiões com maior disponibilidade de água tendem a apresentar folhas mais largas, enquanto ambientes sujeitos a maior restrição hídrica favorecem espécies com folhas menores.

O comprimento do fruto também apresentou relações positivas com variáveis climáticas. Houve associação significativa entre esse traço e a temperatura mínima do mês mais frio (BIO6), bem como com a precipitação do trimestre mais frio (BIO19) ($p < 0,05$). Esses resultados indicam que espécies dominantes ocorrentes em regiões com temperaturas mínimas

mais elevadas e maior disponibilidade hídrica durante o período frio tendem a apresentar frutos mais longos.

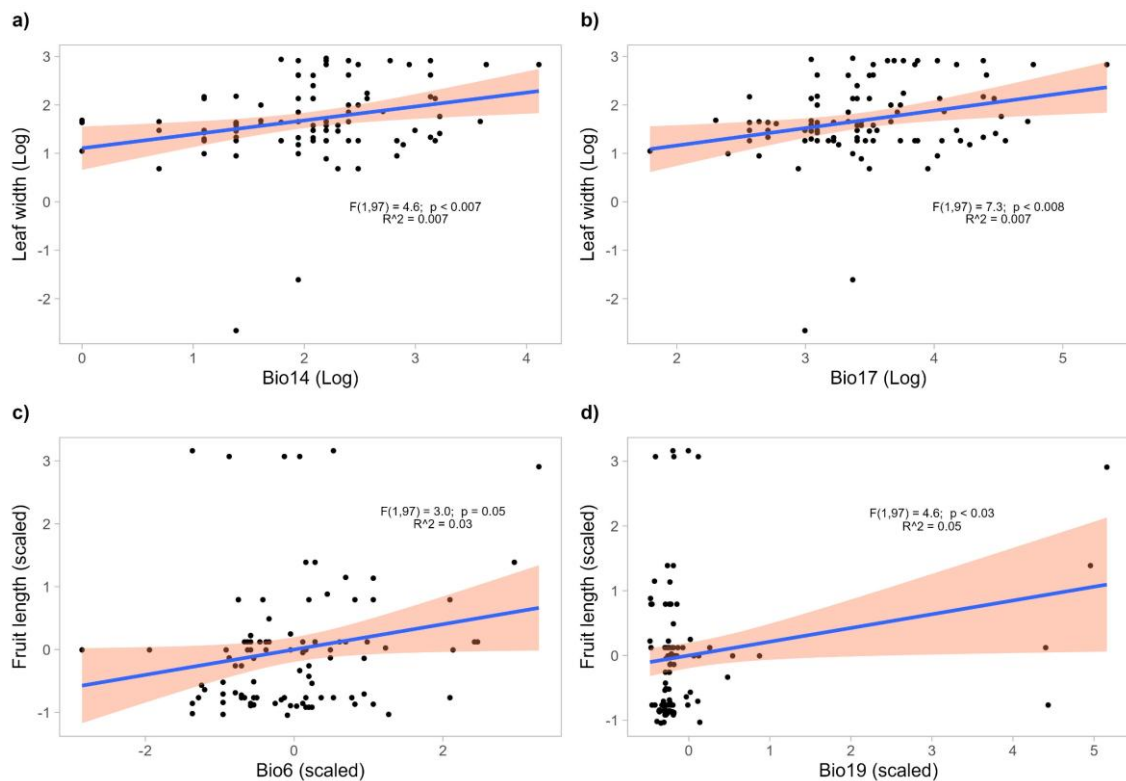


Figura 2. Relação entre traços funcionais das espécies lenhosas dominantes do Cerrado e variáveis climáticas. (a) largura foliar e precipitação do mês mais seco (Bio14); (b) largura foliar e precipitação do trimestre mais seco (Bio17); (c) comprimento de fruto e temperatura mínima do mês mais frio (Bio6); e (d) comprimento de fruto e precipitação do trimestre mais frio (Bio19). As linhas azuis representam os ajustes dos modelos lineares e as faixas sombreadas correspondem aos intervalos de confiança de 95%.

Fonte: Elaboração própria.

A Análise de Componentes Principais (PCA) revelou que os traços relacionados ao tamanho das folhas e dos frutos foram os principais responsáveis pela variação funcional observada entre as espécies dominantes do Cerrado. O primeiro componente principal (PC1) explicou 30,8% da variação funcional total e esteve fortemente associado à largura e ao comprimento das folhas e dos frutos. Já o segundo componente principal (PC2) explicou 22,3% da variação e apresentou maior associação com características relacionadas ao pecíolo, como comprimento e largura. Os

maiores vetores observados na ordenação corresponderam à largura e ao comprimento foliar, seguidos pelo comprimento e largura dos frutos, indicando uma maior contribuição desses traços para a diferenciação funcional das espécies. Além disso, a maior parte das espécies concentrou-se em posição oposta aos vetores associados ao aumento das dimensões foliares e reprodutivas, sugerindo uma tendência à predominância de espécies com menores folhas e frutos entre o conjunto de espécies dominantes analisadas.

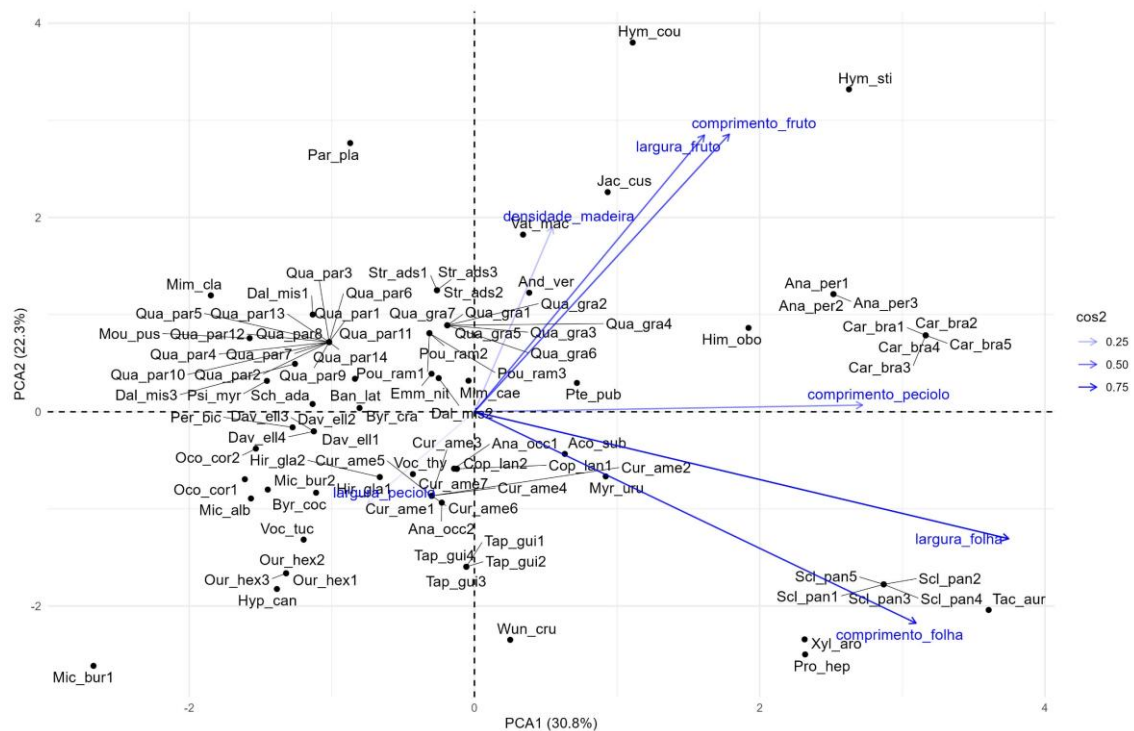


Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) dos traços funcionais das espécies lenhosas dominantes do Cerrado. Os eixos PCA1 e PCA2 explicam 30,8% e 22,3% da variação total dos dados, respectivamente. As setas azuis representam os traços funcionais avaliados, incluindo comprimento do fruto, largura do fruto, comprimento do pecíolo, largura foliar, comprimento foliar e comprimento do pecíolo, indicando a direção e a intensidade de sua contribuição para a ordenação das espécies. Os pontos rotulados correspondem às espécies analisadas.

Fonte: Elaboração própria

Os resultados da comparação entre as espécies de maior dominância absoluta identificadas neste estudo e as espécies hiperdominantes propostas por Alvarez et al. (2025) revelaram uma sobreposição parcial entre os dois conjuntos. Das 43 espécies de maior dominância absoluta identificadas nesse trabalho, 13 também constam na lista das 30 espécies hiperdominantes do

Cerrado proposta por Alvarez. Na avaliação da estratégia de ocupação das espécies, a maioria das espécies de maior dominância absoluta apresentara comportamento generalista. Entre as 43 espécies analisadas, apenas três foram classificadas como não generalistas, enquanto 15 não possuíam informações disponíveis na base de dados utilizada.

Tabela 2. Relação entre espécies hiperdominantes do Cerrado (Álvarez et al., 2025), espécies com maior dominância absoluta registradas neste estudo e sua classificação quanto ao generalismo. Espécies assinaladas com (*) ocorrem simultaneamente nas listas de hiperdominância e dominância absoluta. A classificação do generalismo seguiu Álvarez et al. (2025) e Maracahipes et al. (2018), sendo: s = generalista; n-SE = não generalista com ocorrência preferencial em ambientes savânicos; n-FE = não generalista com ocorrência preferencial em ambientes florestais.

Hiperdominantes (Alvarez et al., 2025)	Generalista (Alvarez et al., 2025)	Dominância absoluta (Esse trabalho)	Generalista (Alvarez et al., 2025; Maracahipes et al., 2018)
<i>Qualea parviflora</i> *	s	<i>Qualea parviflora</i> *	s
<i>Qualea grandiflora</i> *	s	<i>Qualea grandiflora</i> *	s
<i>Curatella americana</i> *	s	<i>Curatella americana</i> *	s
<i>Pouteria ramiflora</i> *	s	<i>Pouteria ramiflora</i> *	s
<i>Davilla elliptica</i> *	s	<i>Davilla elliptica</i> *	s
<i>Ouratea hexasperma</i> *	s	<i>Ouratea hexasperma</i> *	s
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> *	s	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> *	s
<i>Vatairea macrocarpa</i> *	s	<i>Vatairea macrocarpa</i> *	s
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> *	s	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> *	s
<i>Byrsonima crassifolia</i> *	s	<i>Byrsonima crassifolia</i> *	s
<i>Xylopia aromática</i> *	s	<i>Xylopia aromática</i> *	s
<i>Dalbergia miscolobium</i> *	s	<i>Dalbergia miscolobium</i> *	s
<i>Stryphnodendron adstringens</i> *	s	<i>Stryphnodendron adstringens</i> *	s

<i>Tachigali vulgaris</i>	s	<i>Sclerolobium</i>	-
		<i>paniculatum</i>	
<i>Hirtella ciliata</i>	s	<i>Tapirara guianensis</i>	s
<i>Byrsonia pachyphylla</i>	s	<i>Anadenanthera</i>	s
		<i>peregrina</i>	
<i>Kielmeyera coriácea</i>	s	<i>Anacardium occidentale</i>	s
<i>Salvertia</i>	s	<i>Hirtella glandulosa</i>	s
<i>convallariodora</i>			
<i>Lafoensia pacari</i>	s	<i>Miconia burchellii</i>	-
<i>Plathymenia reticulata</i>	s	<i>Ocotea corymbosa</i>	s
<i>Eugenia dysenterica</i>	s	<i>Acosmium subelegans</i>	-
<i>Connarus suberosus</i>	s	<i>Andira vermífuga</i>	-
<i>Bowdichia virgilioides</i>	s	<i>Banisteriopsis latifolia</i>	-
<i>Caryocar brasiliense</i>	s	<i>Emmotum nitens</i>	s
<i>Roupala montana</i>	s	<i>Himatanthus obovatus</i>	n-se
<i>Qualea multiflora</i>	s	<i>Hymenaea courbaril</i>	n- fe
<i>Aspidosperma</i>	s	<i>Hyptidendron canum</i>	-
<i>tomentosum</i>			
<i>Terminalia argentea</i>	s	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	-
<i>Astronium fraxinifolium</i>	s	<i>Miconia albicans</i>	s
<i>Erythroxylum suberosum</i>	s	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	-
		<i>Mimosa clausenii</i>	-
		<i>Mouriri pusa</i>	n- se
		<i>Myracrodruon</i>	s
		<i>urundeuva</i>	
		<i>Parkia platycephala</i>	-
		<i>Pera bicolor</i>	s
		<i>Protium heptaphyllum</i>	-
		<i>Psidium myrsinites</i>	-
		<i>Pterodon pubescens</i>	s
		<i>Schwartzia adamantium</i>	-
		<i>Tachigali aurea</i>	s
		<i>Vochysia thyrsoidea</i>	-

<i>Vochysia tucanorum</i>	s
<i>Wunderlichia crulsiana</i>	-

Discussão

Os resultados das análises univariadas mostraram uma relação positiva entre a largura foliar e a precipitação do mês mais seco (BIO14) e do trimestre mais seco (BIO17), indicando que espécies ocorrentes em regiões com maior disponibilidade hídrica durante a estação seca tendem a apresentar folhas mais largas. Consequentemente, ambientes submetidos a condições mais severas de déficit hídrico tendem a favorecer espécies com menores dimensões foliares. Esse resultado é particularmente relevante no contexto do Cerrado, um bioma caracterizado por forte sazonalidade climática, com uma estação seca bem definida durante os meses de inverno, marcada por baixos índices pluviométricos e redução da umidade relativa do ar (Nascimento; Novais, 2020). As características foliares estão entre os traços funcionais mais amplamente utilizados para compreender estratégias ecológicas das plantas, uma vez que influenciam diretamente processos como interceptação luminosa, trocas gasosas, regulação térmica e uso de recursos hídricos (Wright et al., 2004). Folhas menores são frequentemente associadas a estratégias conservativas de uso de recursos, pois apresentam maior capacidade de dissipação de calor e menor superfície exposta à atmosfera, reduzindo as perdas hídricas por transpiração (Maracahipes et al., 2018; Sterck; Poorter; Schieving, 2006). Em ambientes sazonalmente secos, essas características podem representar vantagens importantes para a manutenção do balanço hídrico e da atividade fisiológica ao longo dos períodos de maior restrição. Por outro lado, folhas maiores e mais largas estão geralmente associadas a estratégias aquisitivas, uma vez que proporcionam maior área fotossintética e potencial de captura de luz e carbono, favorecendo taxas mais elevadas de crescimento em ambientes com maior disponibilidade hídrica e menor limitação ambiental (Wright et al., 2004; Díaz et al., 2016). Entretanto, a manutenção dessas estruturas implica maiores custos hídricos e energéticos, tornando-as potencialmente menos vantajosas em condições de estresse hídrico sazonal. Considerando que as espécies analisadas correspondem às espécies de maior dominância basal nas comunidades estudadas, é possível que a predominância de menores dimensões foliares reflita estratégias associadas à persistência e ao sucesso ecológico em longo prazo. Portanto, a seleção de características mais conservativas pode representar um trade-off crescimento/sobrevivência, no qual menores investimentos em estruturas relacionadas à rápida aquisição de recursos são compensados por uma maior tolerância ao estresse hídrico (Sterck; Poorter; Schieving, 2006).

Os resultados obtidos para o comprimento do fruto indicaram relações positivas com a temperatura mínima do mês mais frio (BIO6) e com a precipitação do trimestre mais frio (BIO19), sugerindo que espécies dominantes ocorrentes em regiões com invernos menos rigorosos e maior disponibilidade hídrica tendem a apresentar frutos maiores. Embora a relação entre fatores climáticos e características reprodutivas seja menos frequentemente abordada na literatura quando comparada aos traços foliares, esses resultados indicam que condições ambientais menos restritivas podem favorecer maior investimento em estruturas reprodutivas (Franco et al., 2005; Maracahipes et al., 2018). Além disso, estudos anteriores demonstram que características vegetativas e reprodutivas frequentemente estão associadas ao longo de um mesmo eixo funcional. Dombroskie; Tracey; Aarssen, (2016) observaram uma associação positiva entre o tamanho das folhas e o tamanho dos frutos em espécies lenhosas, sugerindo que a disponibilidade de recursos influencia simultaneamente o desenvolvimento de estruturas vegetativas e reprodutivas. Esse resultado é particularmente interessante no contexto deste estudo, uma vez que a largura foliar e o comprimento do fruto foram os únicos traços que apresentaram relações significativas com as variáveis climáticas avaliadas. As variáveis climáticas associadas a esses traços estão relacionadas ao período de inverno no Cerrado, caracterizado por menores temperaturas, redução da precipitação e baixa disponibilidade hídrica (Nascimento; Novais, 2020). Dessa forma, os resultados sugerem que a persistência e a dominância das espécies podem estar associadas à seleção de estratégias funcionais capazes de maximizar a resistência às condições ambientais impostas pela estação seca. Assim, os padrões observados reforçam a importância do inverno como um período de forte filtragem ambiental, influenciando simultaneamente características vegetativas e reprodutivas das espécies dominantes do Cerrado.

A análise de componentes principais (PCA) evidencia uma estruturação das espécies lenhosas dominantes do Cerrado ao longo de um gradiente de tamanho foliar e de fruto. Se observa uma predominância de folhas simples e de dimensões reduzidas, um padrão que corrobora os resultados obtidos pelos modelos lineares e reforça a convergência funcional do bioma. Essa tendência de menor tamanho foliar e reprodutivo pode ser interpretada como uma resposta adaptativa às pressões ambientais do Cerrado, onde a forte sazonalidade, os prolongados períodos de déficit hídrico e a elevada incidência de radiação solar favorecem estratégias de conservação de água e regulação térmica (Hofmann et al., 2023; Nascimento; Novais, 2020; Sankaran, 2019). Em formações savânicas com dossel mais aberto, as plantas frequentemente estão expostas a maiores cargas térmicas e à incidência direta de radiação, o

que aumenta a demanda por mecanismos de regulação térmica e conservação hídrica no verão. Em contrapartida, durante o inverno, a combinação entre baixa disponibilidade hídrica, reduzida umidade relativa do ar e elevada incidência de radiação solar intensifica as restrições ambientais impostas às plantas. Nessas condições, folhas menores podem representar uma importante estratégia conservativa, uma vez que favorecem a dissipação de calor e reduzem as perdas de água por transpiração devido à menor superfície foliar, enquanto folhas maiores podem perder uma quantidade maior de água (Franco et al., 2005; Sterck; Poorter; Schieving, 2006; Wright et al., 2004). Dessa forma, a predominância desse traço entre as espécies dominantes sugere uma adaptação às condições sazonalmente restritivas do Cerrado, reforçando o papel da seca como um importante filtro ambiental na seleção das estratégias funcionais dessas espécies.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que características funcionais associadas à resistência ao estresse hídrico e às condições climáticas sazonais podem contribuir para o sucesso ecológico das espécies dominantes. Entretanto, além dos traços funcionais, a capacidade de ocupar diferentes condições ambientais também parece desempenhar papel importante na manutenção da dominância ao longo do bioma. Embora uma espécie possa ser “generalista” no que diz respeito à sua distribuição geográfica ao longo do Cerrado, o mecanismo que Alvarez et al., (2025) destacam é que seu sucesso demográfico (hiperdominância) está ligado à sua capacidade de especialização diante de fatores de estresse abióticos. São plantas “especializadas” em sobreviver sob condições de alta radiação, solos pobres em nutrientes e incêndios periódicos, o que lhes confere uma vantagem competitiva nesses ambientes específicos em relação a espécies que não possuem tais adaptações. Por outro lado, (Maracahipes et al., 2018) a estratégia generalista é caracterizada pela capacidade das espécies de ocorrerem com sucesso tanto em ambientes savânicos quanto florestais. Nessa perspectiva, a plasticidade funcional permitiria que determinadas espécies ajustassem suas estratégias ecológicas ao longo de diferentes condições ambientais, apresentando características mais conservativas ou mais aquisitivas conforme as limitações impostas pelo ambiente. Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que traços relacionados à resistência às condições impostas pela sazonalidade representam componentes importantes para espécies dominantes. Sendo assim, a dominância no Cerrado parece resultar não apenas da presença de características conservativas favorecidas pelos filtros ambientais do bioma, mas também da capacidade dessas espécies de persistirem e se estabelecerem sob diferentes condições

ecológicas, reforçando a importância do generalismo ecológico e da plasticidade funcional para o sucesso de espécies lenhosas dominantes.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Facundo *et al.* Tree species hyperdominance and rarity in the South American Cerrado. **Communications Biology**, v. 8, n. 1, p. 695, 3 maio 2025.
- BATLLE-BAYER, Laura; BATJES, Niels H.; BINDRABAN, Prem S. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: A review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 137, n. 1–2, p. 47–58, abr. 2010.
- CARRIJO, Josiene N. *et al.* Functional traits as indicators of ecological strategies of savanna woody species under contrasting substrate conditions. **Flora**, v. 284, p. 151925, nov. 2021.
- CORDEIRO, Natielle Gomes *et al.* Structural and compositional shifts in Cerrado fragments in up to 11 years monitoring. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 42, p. e48357, 3 abr. 2020.
- DE, Junho. TEXTO PARA DISCUSSÃO N^o 387 O CERRADO BRASILEIRO: NOTAS PARA ESTUDO. [S.d.].
- DOMBROSKIE, Sarah L.; TRACEY, Amanda J.; AARSSSEN, Lonnie W. Leafing intensity and the fruit size/number trade-off in woody angiosperms. **Journal of Ecology**, v. 104, n. 6, p. 1759–1767, nov. 2016.
- DURIGAN, Giselda. Zero-fire: Not possible nor desirable in the Cerrado of Brazil. **Flora**, v. 268, p. 151612, jul. 2020.
- ESPÍRITO-SANTO, Mário M. *et al.* Understanding patterns of land-cover change in the Brazilian Cerrado from 2000 to 2015. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, n. 1703, p. 20150435, 19 set. 2016.
- FAUSET, Sophie *et al.* Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. **Nature Communications**, v. 6, n. 1, p. 6857, 28 abr. 2015.
- FRANCO, A. C. *et al.* Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees**, v. 19, n. 3, p. 326–335, maio 2005.
- FRANCO, Augusto Cesar *et al.* Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO₂ levels and climate warming. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, n. 1, p. 19–38, mar. 2014.
- HOFMANN, G. S. *et al.* Changes in atmospheric circulation and evapotranspiration are reducing rainfall in the Brazilian Cerrado. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 11236, 11 jul. 2023.
- HOFMANN, Gabriel S. *et al.* The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. **Global Change Biology**, v. 27, n. 17, p. 4060–4073, set. 2021.
- KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707–713, jun. 2005.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology**, v. 16, n. 5, p. 545–556, out. 2002.

MARACAHIPES, Leandro *et al.* 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**, v. 34, p. 17–25, out. 2018.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; NOVAIS, Giuliano Tostes. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. *[S.d.]*.

RODRIGUES, Alice Cristina *et al.* Functional composition enhances aboveground carbon stock during tropical late-secondary forest succession. **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v. 157, n. 1, p. 1–11, 2 jan. 2023.

SANKARAN, Mahesh. Droughts and the ecological future of tropical savanna vegetation. **Journal of Ecology**, v. 107, n. 4, p. 1531–1549, jul. 2019.

SARMIENTO, Guillermo; GOLDSTEIN, Guillermo; MEINZER, Frederick. ADAPTIVE STRATEGIES OF WOODY SPECIES IN NEOTROPICAL SAVANNAS. **Biological Reviews**, v. 60, n. 3, p. 315–355, ago. 1985.

SILVA, Nathália; COELHO, Alex Josélio Pires; MEIRA-NETO, João Augusto Alves. Functional traits patterns along an altitudinal gradient in a large tropical forest region. **Flora**, v. 308, p. 152403, nov. 2023.

SIMON, Marcelo F. *et al.* Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 48, p. 20359–20364, dez. 2009.

STERCK, F. J.; POORTER, L.; SCHIEVING, F. Leaf Traits Determine the Growth-Survival Trade-Off across Rain Forest Tree Species. *[S.d.]*.

TERRA, Marcela De Castro Nunes Santos *et al.* Tree species dominance in neotropical savanna aboveground biomass and productivity. **Forest Ecology and Management**, v. 496, p. 119430, set. 2021.

VIOLLE, Cyrille *et al.* Let the concept of trait be functional! **Oikos**, v. 116, n. 5, p. 882–892, maio 2007.

WRIGHT, Ian J. *et al.* The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, n. 6985, p. 821–827, abr. 2004.