



ATRIBUTOS FUNCIONAIS DE ESPÉCIES VEGETAIS DO CERRADO – IMPORTÂNCIA, ASPECTOS METODOLÓGICOS E ECOLÓGICOS

Laryssa Barbosa de Souza Reis¹, Milena Nátally Mesquita¹, Plauto Simão De-
Carvalho², Sabrina do Couto de Miranda²

¹ Graduanda, Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade
Universitária de Palmeiras de Goiás

² Docente, Doutor, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade Universitária de
Palmeiras de Goiás

E-mail: sabrina.couto@ueg.br

Recebido em: 15/05/2022 – Aprovado em: 15/06/2022 – Publicado em: 30/06/2022

DOI: 10.18677/EnciBio_2022B6

trabalho licenciado sob licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

RESUMO

O Cerrado é a savana mais biodiversa do mundo, sendo considerado um *hotspot* mundial para a conservação. Para este bioma são necessários estudos voltados ao entendimento da diversidade dos atributos funcionais associados às espécies de plantas considerando as fitofisionomias/formações que compõem o mosaico vegetacional do Cerrado. Atributos funcionais incluem características morfológicas, ecofisiológicas, bioquímicas e fenológicas que influenciam o estabelecimento, sobrevivência e aptidão das plantas no ambiente. Este artigo tem por objetivo analisar os atributos/traços funcionais de espécies vegetais que são considerados em estudos conduzidos no Cerrado, bem como, os aspectos ecológicos e metodológicos abordados pelos diferentes autores. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura com consultas à plataforma *Google Scholar/Google Acadêmico*. Foram selecionados 32 artigos publicados em 23 diferentes periódicos que exploraram 75 diferentes atributos funcionais. A maioria dos autores coletou dados associados às fitofisionomias savânicas do bioma. Os principais atributos analisados pelos autores estão relacionados com traços da planta inteira, traços do caule e traços foliares, com preferência para análises de atributos quantitativos. Combinar análises de atributos de caule, folha e planta inteira pode melhorar o entendimento das estratégias ecológicas das espécies vegetais, exibir correlações entre os atributos e possibilitar análises mais amplas sobre a diversidade funcional no Cerrado. É importante destacar a necessidade de padronização na amostragem de indivíduos e unidades de medidas dos atributos para fins de comparação entre os trabalhos, facilitando a identificação de diferenças entre os atributos no mosaico da vegetação.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado, Diversidade; Funcionamento; Vegetação;

FUNCTIONAL ATTRIBUTES OF CERRADO PLANT SPECIES - IMPORTANCE, METHODOLOGICAL AND ECOLOGICAL ASPECTS

ABSTRACT

The Cerrado is the most biodiverse savanna in the world and is considered a global hotspot for conservation. This biome requires studies aimed at understanding the diversity of functional attributes associated with plant species considering the physiognomic forms that make up the vegetational mosaic of the Cerrado. Functional

attributes include morphological, ecophysiological, biochemical and phenological characteristics that influence the establishment, survival and fitness of plants in the environment. This paper aims to analyze the functional attributes/traits of plant species that are considered in studies conducted in the Cerrado, as well as, the ecological and methodological aspects addressed by different authors. A systematic literature review was carried out with consultations to the Google Scholar/Google Academic platform. A total of 32 articles published in 23 different journals that explored 75 different functional attributes were selected. Most authors collected data associated with the savanna phytophysiologicals of the biome. The main attributes analyzed by the authors are related to whole plant traits, stem traits, and leaf traits, with a preference for quantitative attribute analyses. Combining analyses of stem, leaf and whole plant attributes may improve the understanding of the ecological strategies of plant species, display correlations between attributes and enable broader analyses of functional diversity in the Cerrado. It is important to highlight the need for standardization in the sampling of individuals and units of measurements of the attributes for the purpose of comparison between the works, facilitating the identification of differences between the attributes in the vegetation mosaic.

KEYWORDS: Diversity; Vegetation; Functioning; Cerrado

INTRODUÇÃO

As savanas tropicais são ecossistemas importantes para investigar as relações entre ambiente, características das plantas e ocorrência de espécies. Tal fato deve-se a presença na paisagem de distintos tipos de vegetação que coexistem lado a lado, tais como florestas e savanas (DANTAS *et al.*, 2016). Dentre as savanas tropicais, o bioma Cerrado é a mais biodiversa do mundo, sendo considerado um *hotspot* mundial para a conservação (STRASSBURG *et al.*, 2017).

Os traços funcionais são características relacionadas às estratégias ecológicas que determinam a forma como as plantas respondem aos fatores ambientais, interagem com outros níveis tróficos e influenciam as propriedades dos ecossistemas, como os estoques de carbono e a ciclagem de nutrientes (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2016). Em plantas os atributos funcionais incluem características morfológicas, ecofisiológicas, bioquímicas e fenológicas que determinam a resposta do organismo ao ecossistema, sendo considerados reflexos das adaptações às variações ao ambiente físico e biótico, influenciando significativamente o estabelecimento, sobrevivência e aptidão ambiental das plantas (BELLO *et al.*, 2010).

As espécies típicas de ambientes savânicos possuem predomínio de características adaptativas relacionadas com a proteção contra o fogo, como cascas espessas (HOFFMANN *et al.*, 2005; 2009; DANTAS *et al.*, 2013); contra a seca e a elevada irradiação solar, como a baixa área foliar específica, folhas espessas com tricomas e elevado teor de carbono foliar (SCHOLZ *et al.*, 2007; DANTAS *et al.*, 2013; SCHYMANSKI *et al.*, 2013). Já as espécies de ambientes florestais possuem características predominantes relacionadas com a competição por luz e nutrientes do solo (altura elevada das plantas, grande área foliar, área foliar específica elevada, elevado teor de nutrientes foliares) e resistência estrutural (elevada densidade de madeira) (HOFFMANN; FRANCO, 2003; PELLEGRINI, 2016).

A análise da variação das características funcionais das plantas tem-se revelado útil para a abordagem de questões ecológicas em várias escalas, como por exemplo, quantificar processos naturais e humanos incluindo alterações na biodiversidade, alterações nos processos biogeoquímicos e nas interações

vegetação-atmosfera (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2016). Para o Cerrado faz-se necessário o desenvolvimento de estudos voltados ao entendimento da diversidade dos atributos funcionais associados às espécies considerando as formações florestais, savânicas e campestres que compõem o mosaico vegetacional do bioma. Ressalta-se que a maioria dos estudos foi feito em regiões temperadas, havendo a necessidade de expandir estas pesquisas para biomas tropicais, em escalas regionais e locais (FREITAS *et al.*, 2012).

Neste contexto, este artigo tem por objetivo analisar, com base em trabalhos publicados na literatura, os atributos/traços funcionais de espécies vegetais que são considerados em estudos conduzidos no Cerrado, bem como, os aspectos ecológicos e metodológicos abordados pelos diferentes autores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se uma revisão sistemática da literatura com consultas à plataforma *Google Scholar/Google Acadêmico*, pois trata-se de uma base de dados com relevância e abrangência em termos de representatividade de trabalhos científicos (MARTÍN-MARTÍN *et al.*, 2018).

A revisão sistemática seguiu os passos indicados por Galvão e Pereira (2014), com adaptações. A saber:

I) Elaboração da pergunta de pesquisa. A pergunta norteadora desta pesquisa foi “Quais são os atributos mais relevantes para análise da diversidade funcional no Cerrado?”.

II) Busca em plataformas de pesquisa. Em nosso caso restringiu-se ao *Google Acadêmico*;

III) Seleção dos artigos, evidenciando a forma de inclusão e exclusão dos trabalhos na pesquisa. Na plataforma de busca as palavras utilizadas para a pesquisa dos trabalhos foram: “atributos funcionais”, “cerrado” e “diversidade” e suas traduções para o inglês “*funcional traits*”, “*cerrado*” e “*diversity*”. As palavras foram inseridas na busca, sem vírgula, sendo separadas apenas por um espaço. Focou-se na seleção de artigos científicos recentes, ou seja, publicados entre os anos de 2000 e 2020. A presente pesquisa foi realizada entre os meses de outubro e dezembro de 2021. A seleção dos artigos baseou-se inicialmente na leitura dos títulos, seguida da leitura dos resumos. Foram selecionados para leitura completa do artigo e extração de informações os trabalhos que apresentaram estreita relação com a pergunta de pesquisa.

IV) Extração e síntese dos dados. Os dados extraídos foram organizados em uma planilha do Excel contendo as seguintes informações: título, autor(es), ano da publicação, periódico de publicação, língua, natureza da pesquisa (dados de campo ou banco de dados), região geográfica (estado/ município/ localidade), fitofisionomias estudadas, número de espécies analisadas, atributos/traços funcionais abordados, metodologia empregada, principais resultados obtidos.

V) Análise e discussão dos dados extraídos obtendo os resultados da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Revisão sistemática

Com base na revisão sistemática da literatura foram analisados 32 artigos (Quadro 1), sendo 25 escritos em língua inglesa e sete em língua portuguesa, publicados em 23 diferentes periódicos, dos quais oito são nacionais, com destaque para o *Brazilian Journal of Biology*, e 15 internacionais, destacando-se o periódico

Flora (Figura 1). Do total, 78% dos trabalhos analisados foram publicados nos últimos 10 anos, entre 2010 e 2019 (Figura 2). A maioria dos artigos (30) baseou as análises em dados coletados em campo, apenas dois utilizaram banco de dados, a saber: Terra *et al.* (2018) e Oliveira *et al.* (2019).

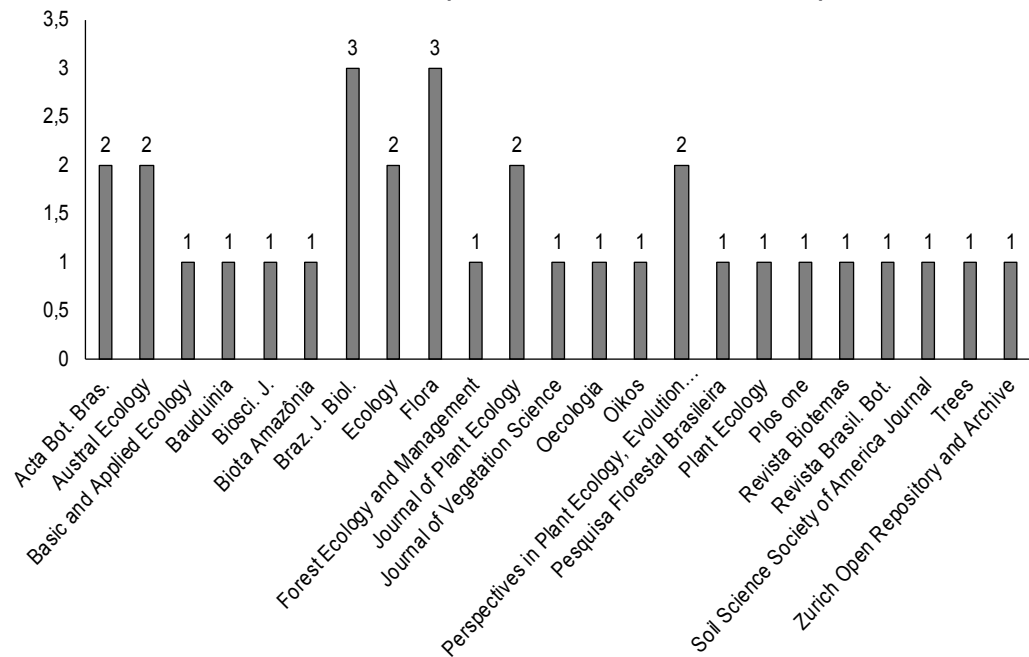
QUADRO 1. Artigos sobre diversidade funcional de plantas do Cerrado selecionados com base em buscas sistemáticas no Google Acadêmico.

Referência	Título do Artigo
BALL <i>et al.</i> , 2015	Patterns of leaf biochemical and structural properties of Cerrado life forms: implications for remote sensing
BATALHA <i>et al.</i> , 2011 ^a	Trait diversity on the phylogeny of cerrado woody species
BATALHA <i>et al.</i> , 2011b	Phylogeny, traits, environment, and space in cerrado plant communities at Emas National Park (Brazil)
BRAGION <i>et al.</i> , 2019	Sharp differentiation on the performance of plant functional groups across natural edges
CARVALHO <i>et al.</i> , 2014	Are fire, soil fertility and toxicity, water availability, plant functional diversity, and litter decomposition related in a Neotropical savanna?
CARVALHO <i>et al.</i> , 2007	Variações sazonais nas concentrações de pigmentos e nutrientes em folhas de espécies de cerrado com diferentes estratégias fenológicas
CIANCIARUSO <i>et al.</i> , 2009	Including intraspecific variability in functional diversity
CIANCIARUSO <i>et al.</i> , 2012	The influence of fire on phylogenetic and functional structure of woody savannas: moving from species to individuals
CIANCIARUSO <i>et al.</i> , 2013	Leaf habit does not predict leaf functional traits in cerrado woody species
DANTAS <i>et al.</i> , 2013	Fire drives functional thresholds on the savanna–forest transition
FRANCO <i>et al.</i> , 2005	Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit
FREITAS <i>et al.</i> , 2012	Functional diversity, soil features and community functioning: a test in a cerrado site
LOIOLA <i>et al.</i> , 2010	Functional diversity of herbaceous species under different fire frequencies in Brazilian savannas
MARTINS; BATALHA, 2006	Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the Upper Taquari region (Central Brazil)
MELO JÚNIOR <i>et al.</i> , 2012	Anatomia foliar de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. (Leguminosea): interpretações ecológicas em diferentes condições edáficas de Cerrado
MELO JÚNIOR <i>et al.</i> , 2016	Anatomia ecológica da madeira de <i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth. em campo cerrado e rupestre

MENDES <i>et al.</i> , 2014	Temporal change in species and functional plant traits in the moist grassland on the Sete Cidades National Park, Piauí, Brazil
OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2019	Diversidade taxonômica e funcional em áreas de cerrado rupestre de baixa altitude no complexo vegetacional de Campo Maior, Nordeste do Brasil
OLIVEIRA; GIBBS, 2000	Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil
PRADO JÚNIOR <i>et al.</i> , 2012	Comparação florística, estrutural e ecológica da vegetação arbórea das fitofisionomias de um remanescente urbano de cerrado
RIOS; SILVA, 2017	Grupos funcionais em áreas com histórico de queimadas em Cerrado sentido restrito no Distrito Federal
ROSATTI <i>et al.</i> , 2015	Loss of phylogenetic and functional originalities of woody cerrado species in simulated extinction scenarios
ROSSATTO <i>et al.</i> , 2010	Características funcionais de folhas de sol e sombra em espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal
ROSSATTO; FRANCO, 2017	Expanding our understanding of leaf functional syndromes in savanna systems: the role of plant growth form
ROTHER <i>et al.</i> , 2019	Ecological restoration increases conservation of taxonomic and functional beta diversity of woody plants in a tropical fragmented landscape
SCALON <i>et al.</i> , 2019	Diversity of functional trade-offs enhances survival after fire in Neotropical savanna species
SILVA; BATALHA, 2011a	Defense syndromes against herbivory in a cerrado plant community
SILVA; BATALHA, 2011b	Plant functional types in Brazilian savannas: the niche partitioning between herbaceous and woody species
SILVA <i>et al.</i> , 2013	Influence of fire history and soil properties on plant species richness and functional diversity in a neotropical savanna
SILVA <i>et al.</i> , 2012	Phylogenetic and phenotypic originality and abundance in a cerrado plant community
TERRA <i>et al.</i> , 2018	Water availability drives gradients of tree diversity, structure and functional traits in the Atlantic–Cerrado–Caatinga transition, Brazil
VOURLITIS <i>et al.</i> , 2013	Variations in Stand Structure and Diversity along a Soil Fertility Gradient in a Brazilian Savanna (Cerrado) in Southern Mato Grosso

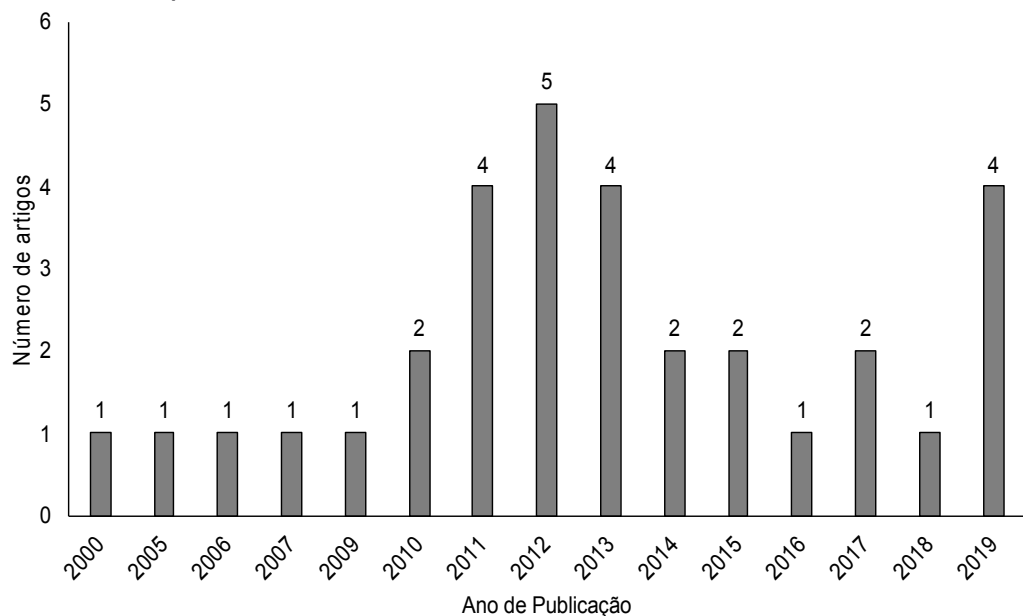
Fonte: Os autores (2022).

FIGURA 1. Periódicos nacionais e internacionais nos quais os artigos sobre diversidade funcional de plantas do Cerrado foram publicados.



Fonte: Os autores (2022).

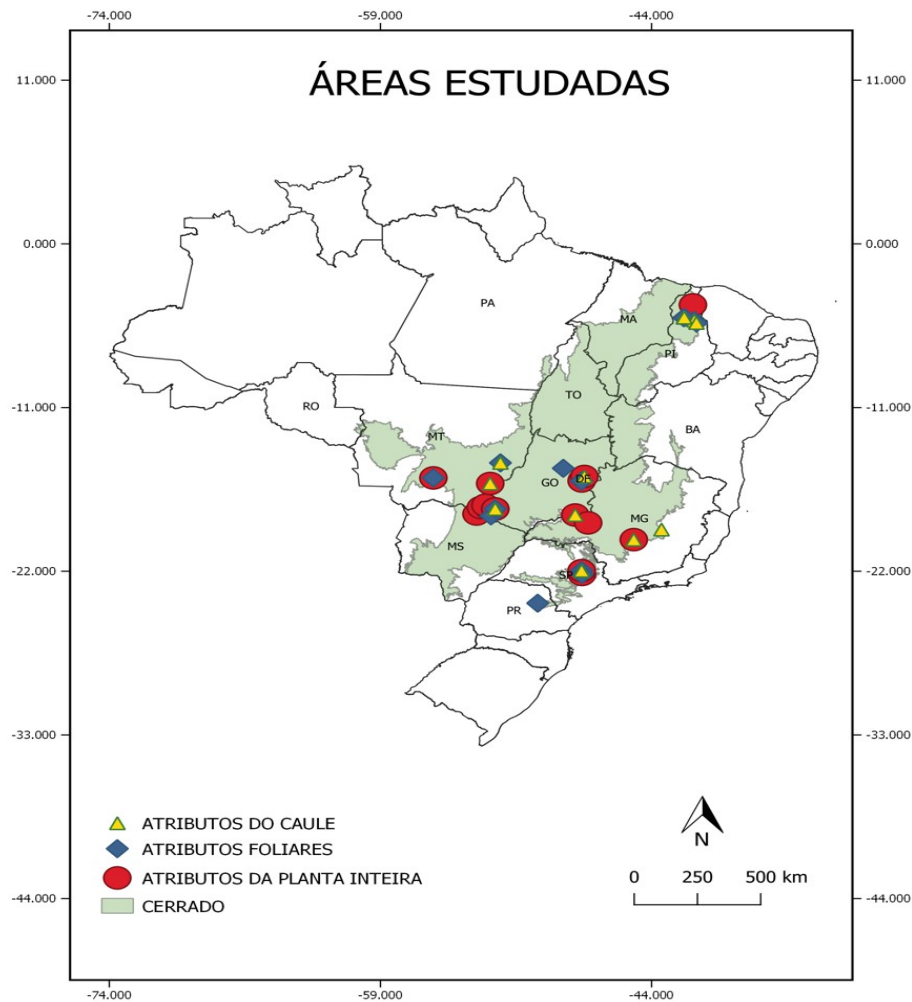
FIGURA 2. Anos de publicação dos artigos analisados sobre diversidade funcional de plantas do Cerrado.



Fonte: Os autores (2022).

Do total de trabalhos analisados, a maioria (14) foi realizada no estado de Goiás (8) e no Distrito Federal (6), com boa representatividade também dos estados de Minas Gerais (5) e São Paulo (5) (Figura 3). Além disso, três artigos abarcaram análises de dados de mais de um estado, a saber: GO, DF e SP (CIANCIARUSO *et al.*, 2013); MS, MT e GO (MARTINS; BATALHA, 2006); GO e SP (CIANCIARUSO *et al.*, 2009) (Figura 3).

FIGURA 3. Distribuição geográfica das áreas estudadas por diferentes autores com base em revisão sistemática da literatura sobre atributos funcionais de espécies vegetais do Cerrado, classificada por tipo de atributos.



Fonte: Os autores (2022).

Atributos funcionais relevantes

Dentre os artigos analisados, 19 consideraram os atributos funcionais de espécies de Cerrado associadas às formações savânicas (CARVALHO *et al.*, 2007; CIANCIARUSO *et al.*, 2009; CIANCIARUSO *et al.*, 2013; FRANCO *et al.*, 2005; FREITAS *et al.*, 2012; SILVA; BATALHA *et al.*, 2011a, 2011b; MARTINS; BATALHA, 2006; ROSSATTO; FRANCO, 2017; OLIVEIRA; GIBBS, 2000; RIOS; SILVA, 2017; ROSATTI *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2013; BATALHA *et al.*, 2011b; CARVALHO *et al.*, 2014; CIANCIARUSO *et al.*, 2012; LOIOLA *et al.*, 2010; SCALON *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2012), três em formações campestres (MELO JÚNIOR *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2019) e três em formações florestais (BRAGION *et al.*, 2019; ROSSATTO *et al.*, 2010; ROTHER *et al.*, 2019). Outros seis artigos analisaram dados de espécies de formações florestais e savânicas, (BATALHA *et al.*, 2011a; DANTAS *et al.*, 2013; MELLO JÚNIOR *et al.*, 2012; PRADO JÚNIOR *et al.*,

2012; TERRA *et al.*, 2018; VOURLITIS *et al.*, 2013) e um abrangeu espécies de formações florestais, savânicas e campestres (ROTHER *et al.*, 2019).

Os principais atributos funcionais analisados pelos autores, dentre os artigos selecionados, estão relacionados com os **traços da planta inteira**, como altura total e área basal (MENDES *et al.*, 2014; OLIVEIRA; GIBBS, 2000; MARTINS; BATALHA, 2006; PRADO JÚNIOR *et al.*, 2012); **traços foliares**, como área foliar, área foliar específica, teores de nitrogênio, fósforo e potássio foliares, massa seca foliar, fenologia foliar, acúmulo de CO₂ e conteúdo de pigmentos (MELO JÚNIOR *et al.*, 2012; CIANCIARUSO *et al.*, 2013; BALL *et al.*, 2015; CARVALHO *et al.*, 2007; ROSSATO *et al.*, 2010; FRANCO *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2012; SILVA; BATALHA, 2011a), e os **atributos de caule** tais como densidade da madeira e espessura da casca (MELO JÚNIOR *et al.*, 2016).

Em três artigos os autores combinaram análises com atributos de caule e folha (SCALON *et al.*, 2019; BRAGION *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2019). Do total, em seis artigos os autores analisaram atributos de planta inteira juntamente com atributos foliares (SILVA; BATALHA, 2011b; VOURLITIS *et al.*, 2013; DANTAS *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2013; LOIOLA *et al.*, 2010; ROSSATO; FRANCO, 2017); quatro estudaram estes atributos com atributos de caule (CIANCIARUSO *et al.*, 2009; RIOS; SILVA, 2017; ROTHER *et al.*, 2019; TERRA *et al.*, 2018); e análises conjuntas entre atributos de planta inteira, de caule e folha foram encontradas em seis artigos (ROSATTI *et al.*, 2015; BATALHA *et al.*, 2011a; 2011b; CIANCIARUSO *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2014; FREITAS *et al.*, 2012).

Os 32 artigos analisados nesta revisão bibliográfica exploraram 75 diferentes atributos funcionais, destes, 53 (70,6%) se tratavam de traços quantitativos, como área foliar e densidade da madeira, 20 atributos (26,6%) se referem a traços qualitativos como síndrome de dispersão e fenologia foliar, dois atributos foram descritos como quantitativos e qualitativos, são eles: capacidade de rebrotar após fogo (CIANCIARUSO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2013; ROSATTI *et al.*, 2015; RIOS; SILVA, 2017; FREITAS *et al.*, 2012) e presença de látex (SILVA; BATALHA, 2011a; SILVA *et al.*, 2012). Dentre os 75 atributos encontrados, 19 são investigados em mais de dois artigos e podem sofrer alterações, de acordo com cada autor, quanto a amostragem, unidade de medida e classe qualitativa (Quadro 2).

QUADRO 2. Atributos funcionais sobre diversidade funcional de plantas do Cerrado mencionados em mais de dois artigos analisados. Onde: QT=quantitativo; QL=qualitativo.

Atributos	Tipo	Unidades de medida	Referências*
Altura total	QT	m; cm	(2) (3) (5) (7) (8) (12) (14) (18) (19) (23) (28) (29)
Área basal	QT	m ² /ha; m ² ; cm ²	(2) (3) (5) (7) (8) (12) (14) (23) (29) (32)
Área foliar	QT	mm ² , cm ²	(1) (2) (3) (5) (8) (9) (14) (16) (19) (23) (29)
Área foliar específica	QT	m ² /kg; mm ² /mg; cm ² /g	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (8) (9) (10) (11) (13) (14) (16) (23) (24) (25) (27) (29) (30)
Conteúdo de água da folha	QT	%, mg/cm ²	(1) (10) (30)

Conteúdo de matéria seca foliar	QT	%; mg/g	(4) (14) (29)
Densidade da madeira	QT	mg/mm ³ ; g/cm ³	(2) (3) (4) (5) (8) (11) (14) (19) (23) (26) (29) (31)
Espessura da casca	QT	Mm	(2) (3) (5) (7) (8) (14) (23) (27) (29)
Máxima assimilação de CO ₂ por massa foliar	QT	µmol kg/s	(13) (24) (25)
Tenacidade foliar	QT	N, mg/g	(2) (3) (5) (8) (11) (23) (30)
Teor de fósforo foliar	QT	mg/g; µg/g	(2) (3) (5) (6) (8) (9) (10) (11) (13) (23) (24) (25)
Teor de nitrogênio foliar	QT	mg/g	(2) (3) (5) (6) (8) (9) (11) (13) (23) (24) (25)
Teor de potássio foliar	QT	mg/g	(2) (3) (5) (8) (9) (11) (23) (24) (25)
Capacidade de rebrotar após fogo	QT/ QL	Sim/Não; número de indivíduos que rebrotaram	(8) (14) (22) (23) (29)
Cor da flor	QL	Creme, lilás, vermelha, laranja, verde, branca, amarela, azul, branco, roxo	(15) (18) (20) (28)
Fenologia foliar	QL	Sempre verde, Sempre verde com troca de folhas (simultaneamente lança folhas e produz novas), Semi-decídua, Decídua, Brevedecídua	(6) (9) (13) (21) (22) (24) (27)
Forma de vida	QL	Fanerófito, Caméfito, Hemicriptófito, Geófito, Terófito, Holoparasitas	(18) (22) (28)
Síndrome de dispersão	QL	Anemocoria, Anemocoria de sementes emplumadas e de sementes aladas, Barocoria, Zoocoria, Endozoocoria, Epizoocoria, Sinzoocoria, Autocoria, Autocoria ativa e passiva	(8) (12) (18) (21) (22) (23) (26) (28)
Síndrome de polinização	QL	Anemofilia, Canterofilia, Quiropterofilia, Polinização generalista, Melitofilia, Miofilia, Ornitofilia, Falenofilia, Psicofilia, Esfingofilia, por Tripes	(8) (15) (18) (20) (22) (23) (28)

Fonte: Os autores (2022). *Referências: (1) Ball *et al.*, 2015; (2) Batalha *et al.*, 2011a; (3) Batalha *et al.*, 2011b; (4) Bragion *et al.*, 2019; (5) Carvalho *et al.*, 2014; (6) Carvalho *et al.*, 2007; (7) Cianciaruso *et al.*, 2009; (8) Cianciaruso *et al.*, 2012; (9) Cianciaruso *et al.*, 2013; (10) Silva; Batalha, 2011a; (11) Dantas *et al.*, 2013; (12) Loiola *et al.*, 2010; (13) Franco *et al.*, 2005; (14) Freitas *et al.*, 2012; (15) Martins; Batalha, 2006; (16) Mello Júnior *et al.*, 2012; (17) Melo Júnior *et al.*, 2016; (18) Mendes *et al.*, 2014; (19) Oliveira *et al.*, 2019; (20) Oliveira; Gibbs, 2000; (21) Prado Júnior *et al.*, 2012; (22) Rios; Silva, 2017; (23) Rosatti *et al.*, 2015; (24) Rossatto *et al.*, 2010; (25) Rossatto; Franco, 2017; (26) Rother *et al.*, 2019; (27) Scalon *et al.*, 2019; (28) Silva; Batalha, 2011b; (29) Silva *et al.*, 2013; (30) Silva *et al.*, 2012; (31) Terra *et al.*, 2018; (32) Vourlitis *et al.*, 2013.

Aspectos Metodológicos

A quantidade de indivíduos amostrados por espécie variou entre os estudos e dentro deles. A variação dentro do trabalho se dá, principalmente, devido a questões referentes à abundância das espécies e a seleção de espécies raras, com poucos indivíduos na área para serem amostrados. No trabalho de Silva *et al.* (2012), a amostragem de indivíduos variou de acordo com o atributo funcional, para a determinação do teor de carbono e nitrogênio foliar foram amostrados de 2 a 5 indivíduos por espécie; para área foliar específica 10 indivíduos/espécie e para densidade de tricomas de 1 a 5 indivíduos por espécie. Alguns artigos não especificaram a quantidade de indivíduos amostrados por espécie, dentre os que mencionaram em sua metodologia estas informações, destaca-se o número fixo de 5 indivíduos por espécie (BRAGION *et al.*, 2019; MELO JÚNIOR *et al.*, 2016; SCALON *et al.*, 2019), 10 indivíduos por espécie (CIANCIARUSO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2013; MELLO JÚNIOR *et al.*, 2012) e amostragem de todos os indivíduos dentro da parcela (BALL *et al.*, 2015; BATALHA *et al.*, 2011; BATALHA *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2014; FREITAS *et al.*, 2012; DANTAS *et al.*, 2013; ROTHER *et al.*, 2019).

Da mesma maneira, a quantidade de amostras de folhas, caule e casca varia entre os artigos e dentro do próprio artigo, além disto, a maioria dos artigos possui a ausência desta informação, contudo, alguns citaram o protocolo seguido para a avaliação dos atributos funcionais. Do total de artigos, 14 citaram Cornelissen *et al.* (2003) como manual utilizado para medição dos atributos funcionais, outro manual de protocolos mencionado nos artigos foi Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013). Dois artigos discutiram sobre atributos anatômicos e ambos utilizaram em sua metodologia Johansen (1940).

A quantidade de folhas por indivíduo variou significativamente nos trabalhos analisados. As linhas de amostragem para traços foliares foram: coleta de 10 a 30 folhas sadias por espécie (BALL *et al.*, 2015; MELLO JÚNIOR *et al.*, 2012); e de 1 a 10 folhas sadias por espécie (BRAGION *et al.*, 2019; CIANCIARUSO *et al.*, 2013; FRANCO *et al.*, 2005; FREITAS *et al.*, 2012; ROSSATTO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2012). Nas análises de espécies de folhas compostas, folíolos foram considerados folhas. A coleta de amostras para traços da madeira seguiu duas linhas, coleta de 1 ramo terminal com crescimento secundário por espécie (FREITAS *et al.*, 2012; MELO JÚNIOR *et al.*, 2016; SCALON *et al.*, 2019) e a coleta de 5 ramos laterais por espécie (BRAGION *et al.*, 2019).

Aspectos ecológicos e funcionais das comunidades

Ao comparar as diferentes características funcionais de folhas de sol e sombra de dez espécies arbóreas em uma área de mata de galeria, Rossatto *et al.* (2010) constataram que as folhas de sol assimilavam uma maior quantidade de CO₂ em base de área em relação as folhas de sombra, estas apresentaram maior área específica, diferente das folhas de sol em que os valores foram baixos, concluindo que tais espécies ajustaram sua fisiologia de acordo com a disponibilidade de luz e conseguem se adaptar a altas e baixas intensidades luminosas. Menores valores de área foliar específica estão relacionados com dureza, baixo teor de nitrogênio e maior quantidade de tricomas (SILVA; BATALHA, 2011b).

Carvalho *et al.* (2007) demonstraram que espécies decíduas apresentaram maiores médias de área foliar específica em relação às sempre-verdes, tanto na estação seca como na chuvosa, N e P são encontrados em concentrações mais elevadas em espécies sempre-verdes do que em decíduas, portanto, as concentrações de nutrientes variaram em função da fenologia, enquanto os

pigmentos foliares, em especial as clorofilas, responderam às diferenças estruturais nos sítios estudados.

Duas principais formas de crescimento caracterizaram a comunidade vegetal do cerrado, o funcional herbáceo e o lenhoso. Os tipos funcionais herbáceos e lenhosos parecem ter surgido como consequência de processos adaptativos de plantas para lidar, principalmente, com a disponibilidade de água, fogo e herbivoria (SILVA; BATALHA, 2011a).

Rios e Silva (2017) analisaram grupos funcionais de espécies arbóreo-arbustivas em áreas de cerrado sentido restrito com histórico de fogo em épocas distintas e observaram que nas áreas com maior frequência do fogo as espécies eram funcionalmente similares e possuíam menor diversidade de atributos, dentre eles, a capacidade de rebrota, casca áspera e a forma de vida arbórea. Por outro lado, as áreas que foram protegidas contra a ação do fogo favoreceram a entrada de espécies com maior diversidade de atributos, como forma de vida arbustiva, polinização anemófila, casca lisa, porém sem capacidade para rebrotar. O fogo pode ter um efeito indireto na diversidade funcional e decomposição de serapilheira, conectando-se a ambas as variáveis através da fertilidade do solo (CARVALHO *et al.*, 2014). Os resultados de Carvalho *et al.* (2014) sugerem que queimadas frequentes são relacionadas com maior disponibilidade de nutrientes. De acordo com Silva *et al.* (2013), maior riqueza de espécies e dispersão funcional foi encontrada em locais mais férteis e com fogo frequente e o contrário para locais em que o fogo não era frequente. Os autores indicam que o fogo pode alterar as características funcionais diretamente ao dificultar o desenvolvimento de plantas e indiretamente alterando a competição.

Diferenças em traços funcionais levam a um desempenho diferencial ao longo do gradiente ambiental (BRAGION *et al.*, 2019). Segundo Bragion *et al.* (2019) o crescimento é favorecido por características aquisitivas, tais como: maior área foliar específica, menor teor de matéria seca foliar e menor densidade de madeira, espécies com essas estratégias podem ser favorecidas e ter maior sobrevivência na bordadura de áreas, enquanto espécies com estratégias conservativas tem maior taxa de sobrevivência no interior de formações florestais. Ao se tratar de iniciativas de restauração de áreas e reflorestamento, Rother *et al.*, (2019) destacam a importância da seleção de espécies levando em conta atributos funcionais reconhecidos como significativamente reduzidos ou localmente raros. Em simulações de cenários a perda de espécies raras levaria à perda de atributos funcionais únicos ou raros e resultaria em prejuízo de origem funcional da comunidade como um todo (ROSATTI *et al.*, 2015).

CONCLUSÕES

Com base nas análises realizadas, existem três principais linhas de atributos funcionais estudados pelos diferentes autores: traços foliares, traços do caule e traços da planta inteira. Estes proporcionam uma variedade de atributos funcionais passíveis de serem aferidos e que podem indicar importantes estratégias ecológicas das espécies nas diferentes comunidades. Destaca-se que atributos reconhecidos como reduzidos ou localmente raros são relevantes no funcionamento da comunidade, com contribuições para a diversidade funcional local.

Combinar análises de atributos de caule, folha e planta inteira pode apurar o entendimento das estratégias ecológicas das espécies vegetais, exibir correlações entre os atributos e possibilitar análises mais amplas sobre a diversidade funcional nas fitofisionomias de Cerrado.

É importante destacar a necessidade de padronização na amostragem de indivíduos e unidades de medidas dos atributos para fins de comparação entre os trabalhos, facilitando a identificação de diferenças entre os atributos no mosaico da vegetação. Áreas com históricos de fogo podem favorecer diretamente ou indiretamente determinadas espécies com atributos relacionados a este, neste sentido, para estas áreas seria interessante a seleção atributos que possam indicar estratégias ecológicas que se associem ao fogo.

REFERÊNCIAS

BALL, A.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A.; PORTILLO-QUINTERO, C.; RIVARD, B.; CASTRO-CONTRERAS, S.; FERNANDES, G. Patterns of leaf biochemical and structural properties of cerrado life forms: implications for remote sensing. **PLOS ONE**, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117659>>. doi: 10.1371/journal.pone.0117659

BATALHA, M. A.; SILVA, I. A.; CIANCIARUSO, M. V.; DE CARVALHO, G. H. Trait diversity on the phylogeny of cerrado woody species. **Oikos**, v. 120, p. 1741-175, 2011a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19513.x>>. doi: 10.1111/j.1600-0706.2011.19513.x

BATALHA, M. A.; SILVA, I. A.; CIANCIARUSO, M. V.; FRANCA, H.; DE CARVALHO, G. H. Phylogeny, traits, environment, and space in cerrado plant communities at Emas National Park (Brazil). **Flora**, v. 206, p. 949-956, 2011b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.flora.2011.07.004>>. doi: 10.1016/j.flora.2011.07.004

BELLO, F., LAVOREL, S., DÍAZ, S., HARRINGTON, R., CORNELISSEN, J. H., et al.; Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 10, p. 2873-2893, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10531-010-9850-9>>. doi: 10.1007/s10531-010-9859

BRAGION, E. D. F. A.; COELHO, G. A. O.; DE SIQUEIRA, F. F.; URIARTE, M.; VAN DEN BERG, E. Sharp differentiation on the performance of plant functional groups across natural edges. **Journal of Plant Ecology**, v. 12, n. 1, p. 186-198, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jpe/rty009>>. doi: 10.1093/jpe/rty009

CARVALHO, A. P. F.; BUSTAMANTE, M.; KOZOVITS, A. R.; ASNER, G. P. Variações sazonais nas concentrações de pigmentos e nutrientes em folhas de espécies de cerrado com diferentes estratégias fenológicas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.1, p.19-27, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000100003>>. doi:10.1590/S0100-84042007000100003

CARVALHO, G. H.; BATALHA, M. A.; SILVA, I. A.; CIANCIARUSO, M. V.; PETCHEY, O. L. Are fire, soil fertility and toxicity, water availability, plant functional diversity, and litter decomposition related in a Neotropical savanna? **Oecologia**, v. 175, n. 3, p. 923-935, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00442-014-2937-3>>. doi: 10.1007/s00442-014-2937-3

CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A.; GASTON, K. J.; PETCHEY, O. L. Including intraspecific variability in functional diversity. **Ecology**, v. 90, n. 1, p. 81-89, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1890/07-1864.1>>. doi: 10.1890/07-1864.1

CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A.; GASTON, K. J.; PETCHEY, O. L. The influence of fire on phylogenetic and functional structure of woody savannas: moving from species to individuals. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 14, n. 3, p. 205-216, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ppees.2011.11.004>>. doi: 10.1016/j.ppees.2011.11.004

CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; MANICA, L. T.; SOUZA, J. P. Leaf habit does not predict leaf functional traits in cerrado woody species. **Basic and Applied Ecology**, v. 14, n. 5, p. 404-412, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.baae.2013.05.002>>. doi: 10.1016/j.baae.2013.05.002

CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 51, n. 4, p. 335, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1890/12-1629.1>>. doi: 10.1890/12-1629

DANTAS, V.L., BATALHA, M.A., PAUSAS, J.G. Fire drives functional thresholds on the savanna–forest transition. **Ecology**, v. 94 (11), p. 2454–2463, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1890/12-1629.1>>. doi: 10.1890/12-1629.1

DANTAS, V.L., HIROTA, M., OLIVEIRA, R.S., PAUSAS, J.G. Disturbance maintains alternative native biome states. **Ecology Letters**, v. 19, p.12–19, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/ele.12537>>. doi: 10.1111/ele.12537

FRANCO, A. C.; BUSTAMANTE, M.; CALDAS, L. S.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C.; KOZOVITS, A. R.; RUNDEL, P. CORADIN, V. T. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Árvores**, v. 19, n. 3, p. 326-335, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00468-004-0394-z>>. doi: 10.1007/s00468-004-0394-z

FREITAS, J. R.; CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A. Functional diversity, soil features and community functioning: a test in a cerrado site. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 463-470, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjb/a/HcXwjHtkNgyq7Nm7mcnyG4c/?format=pdf&lang=en>>. GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, p. 183-184, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>. doi: 10.5123/S1679-49742016000200024

HOFFMANN, W.A., FRANCO, A.C. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. **Journal of Ecology** v. 91, p. 475–484, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00777.x>>. doi: 10.1046/j.1365-2745.2003.00777.x

HOFFMANN, W.A., FRANCO, A.C., MOREIRA, M.Z., HARIDASAN, M. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology** v. 19, p. 932–940, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2005.01045.x>>. doi: 10.1111/j.1365-2435.2005.01045.x

HOFFMANN, W.A., ADASME, R., HARIDASAN, M., CARVALHO, M.T., GEIGER, E.L., PEREIRA, M.A.B., GOTSCH, S.G., FRANCO, A.C. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil. **Ecology** v. 90, p. 1326–1337, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1890/08-0741.1>>. doi: 10.1890/08-0741.1

LOIOLA, P.; CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Functional diversity of herbaceous species under different fire frequencies in Brazilian savannas. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 205, n. 10, p. 674-681, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.flora.2010.04.006>>. doi: 10.1016/j.flora.2010.04.006

MARTÍN-MARTÍN, A.; ORDUNA-MALEA, E.; THELWALL, M.; LÓPEZ-CÓZAR, E. D. Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. **Journal of Informetrics**, v.12(4), p. 1160-1177, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>>. Doi: 10.1016/j.joi.2018.09.002.

MARTINS, F. Q.; BATALHA, M. A. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari region (Central Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2A, p. 543-552, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjb/a/Z6zNXpGtb8GDRbtRKmwKHcc/?format=pdf&lang=en>>

MELO JÚNIOR, J. C. F; BONA, C.; CECCANTINI, G. Anatomia foliar de *Copaifera langsdorffii* Desf.(Leguminosae): interpretações ecológicas em diferentes condições edáficas de Cerrado. **Biotemas**, v. 25, n. 4, p. 29-36, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n4p29>>. doi: 10.5007/2175-7925.2012v25n4p29

MELO JÚNIOR, J. C. F; SILVA, M. M.; SOFFIATTI, P. Anatomia ecológica da madeira de *Rudgea viburnoides* (Cham.) Benth. em campo cerrado e rupestre. **Balduinia**, n. 54, p. 22-31, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/2358198023040>>. doi: 10.5902/2358198023040

MENDES, M. R. D. A.; JÚNIOR, S.; CASTRO, A. A. J. F.; TAKAHASHI, F. S. C.; MUNHOZ, C. B. R. Temporal change in species and functional plant traits in the moist grassland on the Sete Cidades National Park, PiauÍ, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, p. 111-123, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.18812>>. doi: 10.1590/1519-6984.18812

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a Cerrado community of Central Brazil. **Flora**, v. 195, n. 4, p. 311-329, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30990-8](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30990-8)>. doi: 10.1016/S0367-2530(17)30990-8

OLIVEIRA, T. C. S.; DA SILVA, V. F.; DA SILVA SOUSA, V. F.; DE FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Diversidade taxonômica e funcional em áreas de cerrado rupestre de baixa altitude no complexo vegetacional de Campo Maior, Nordeste do Brasil. **Biota Amazônia**, v. 9, n. 2, p. 1-5, 2019. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v9n2p1-5>>. doi: 10.18561/2179-5746

doi:

PELLEGRINI, A.F.A. Nutrient limitation in tropical savannas across multiple scales and mechanisms. **Ecology**, v. 97, p. 313–324, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1890/15-0869.1>>. doi: 10.1890/15-0869.1

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; BRET-HARTE, M. S.; CORNWELL, W. K.; CRAINE, J. M.; et al. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 64, p. 715–716, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/BT12225_CO>. doi: 10.1071/BT12225_CO

PRADO JÚNIOR, J. A. D.; LOPES, S. D. F.; VALE, V. S. D.; NETO, O. C. D.; & SCHIAVINI, I. Comparação florística, estrutural e ecológica da vegetação arbórea das fitofisionomias de um remanescente urbano de cerrado. **Bioscience Journal (Online)**, p. 456-471, 2012. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-912624>>.

RIOS, M. N. da S.; SILVA, J. C. S. Grupos funcionais em áreas com histórico de queimadas em Cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 285-298, jul./set. 2017. Disponível em: <http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/>. ISSN: 1983-2605.

ROSATTI, N. B.; SILVA, D. M.; BATALHA, M. A. Perda de originalidade filogenética e funcional de espécies lenhosas do cerrado em cenários de extinção simulados. **Ecologia Austral**, v. 40, n. 3, p. 267-274, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/aec.12210>>. doi: 10.1111/aec.12210

ROSSATTO, D. R.; FRANCO, A. C. Expanding our understanding of leaf functional syndromes in savanna systems: the role of plant growth form. **Oecologia**, v. 183, n. 4, p. 953-962, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00442-017-3815-6>>. doi: 10.1007/s00442-017-3815-6

ROSSATTO, D. R.; TAKAHASHI, F. S. C.; SILVA, L. D. C. R.; FRANCO, A. C. Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 24, n. 3, pp. 640-647, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000300007>>. doi: 10.1590/S0102-33062010000300007

ROTHER, D. C.; LIBONI, A. P.; MAGNAGO, L. F. S.; CHAO, A.; CHAZDON, R. L.; RODRIGUES, R. R. Ecological restoration increases conservation of taxonomic and functional beta diversity of woody plants in a tropical fragmented landscape. **Forest Ecology and Management**, v. 451, p. 117538, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117538>>. doi: 10.1016/j.foreco.2019.117538

SCALON, M. C; DOMINGOS, F. M. C. B; DA CRUZ, W. J. A; MARIMON JÚNIOR, B. H.; MARIMON, B. S.; OLIVERAS, I. Diversity of functional trade offs enhances survival after fire in Neotropical savanna species. **Journal of Vegetation Science**, v.

31, n. 1, p. 139-150, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jvs.12823>>. doi: 10.1111/jvs.12823

SILVA, D.; BATALHA, M. Defense syndromes against herbivory in a cerrado plant community. **Plant Ecology**, v. 212, p. 181-193, 2011a. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9813-y>. doi: 10.1007/s11258-010-9813-y.

SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Plant functional types in Brazilian savannas: the niche partitioning between herbaceous and woody species. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.13, p. 201-206, 2011b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2011.05.006>. doi: 10.1016/j.ppees.2011.05.006

SILVA, D. M.; BATALHA, M. A.; CIANCIARUSO, M. V. Influence of fire history and soil properties on plant species richness and functional diversity in a neotropical savana. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27(3), p. 490-497, 2013 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000300005>. doi: 10.1590/S0102-33062013000300005.

SILVA, D. M.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Phylogenetic and phenotypic originality and abundance in a cerrado plant community. **Austral Ecology**, v. 37, n. 3, pág. 302-307, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02277.x>>. doi: 10.1111/j.1442-9993.2011.02277.x

SCHOLZ, F.G., BUCCI, S.J., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F.C., FRANCO, A.C., MIRALLES-WILHELM, F. Biophysical properties and functional significance of stem water storage tissues in Neotropical savanna trees. **Plant Cell Environ.**, v. 30, p. 236–248, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2006.01623.x>. doi: 10.1111/j.1365-3040.2006.01623.x.

SCHYMANSKI, S.J., OR, D., ZWIENIECKI, M. Stomatal control and leaf thermal and hydraulic capacitances under rapid environmental fluctuations. **PLOS ONE**, v. 8, e54231, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054231>. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054231>. doi: 10.1371/journal.pone.0054231.

STRASSBURG, B. B.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F.J.B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1-3, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>>. doi: 10.1038/s41559-017-0099

TERRA, M. D. C. N. S.; SANTOS, R. M. D.; PRADO JÚNIOR, J. A. D.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S.; et al.; Water availability drives gradients of tree diversity, structure and functional traits in the Atlantic–Cerrado–Caatinga transition, Brazil. **Journal of Plant Ecology**, v. 11, n. 6, p. 803-814, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jpe/rty017>>. doi: 10.1093/jpe/rty017

VOURLITIS, G. L.; ALMEIDA LOBO, F.; LAWRENCE, S.; CODOLO DE LUCENA, I.; PINTO JR, O. B.; et al.; Variations in Stand Structure and Diversity along a Soil Fertility Gradient in a Brazilian Savanna (Cerrado) in Southern Mato Grosso. **Soil**

Science Society of America Journal, v. 77, n. 4, p. 1370-1379, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.2136/sssaj2012.0336>>. doi: 10.2136/sssaj2012.0336