

GABRIEL TADEU TEODORO DA CRUZ

**COMPARAÇÃO DO MOMENTO DE BROTAÇÃO, CONTEÚDO DE GEMAS E
ARQUITETURA DE COPAS ENTRE ESPÉCIES LENHOSAS DE CERRADO
STRICTO SENSU E FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Dr. João Paulo de Souza

Coorientadores: Javier Guido Puntieri
Nayara Magry Jesus Melo

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

T

C957c
2023

Cruz, Gabriel Tadeu Teodoro da, 1997-
Comparação do momento de brotação, conteúdo de gemas e arquitetura de copas entre espécies lenhosas de Cerrado *stricto sensu* e Floresta Estacional Semidecidual: / Gabriel Tadeu Teodoro da Cruz. - Viçosa, MG, 2023.

1 dissertação eletrônica (48 f.): il. (algumas color.).

Orientador: João Paulo de Souza

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, 2023.

Referências bibliográficas: .

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.682>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Ecologia florestal; 2. Ecologia dos cerrados; 3. Alometria; I. Souza, João Paulo de II. Universidade Federal de Viçosa.. Departamento de Biologia Geral. Programa de Pós-Graduação em Ecologia III. Título

CDD 22. ed. 577.3


GABRIEL TADEU TEODORO DA CRUZ

**COMPARAÇÃO DO MOMENTO DE BROTAÇÃO, CONTEÚDO DE GEMAS E
ARQUITETURA DE COPAS ENTRE ESPÉCIES LENHOSAS DE CERRADO
STRICTO SENSU E FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de julho de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **GABRIEL TADEU TEODORO DA CRUZ**
Data: 19/12/2023 15:53:03-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Gabriel Tadeu Teodoro da Cruz
Autor

Documento assinado digitalmente
 **JOAO PAULO DE SOUZA**
Data: 21/12/2023 07:11:43-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

João Paulo de Souza
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia pela oportunidade de realizar este trabalho e por possibilitar meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor Dr. João Paulo de Souza, pela orientação com excelência, paciência, dedicação, pelos conhecimentos passados que foram essenciais para o meu crescimento pessoal e profissional, e por me incentivar sempre a buscar o meu melhor.

A Dra. Nayara Magry, minha coorientadora, obrigado por toda a orientação, pelas conversas, pelo apoio e por estar presente ao longo de todo o meu percurso no mestrado, para que ele fosse concluído com excelência.

Ao Dr. Javier Guido Puntieri, que me coorientou mesmo à distância e confiou no meu trabalho.

A minha família, em especial a minha mãe Patrícia, minha irmã, Maria Fernanda, minha avó, Elza, por me apoiarem e estarem presentes na minha vida e estarem sempre torcendo pelo meu sucesso.

Aos meus colegas do Laboratório de Ecologia Funcional de Plantas – LEFUP UFV/CAF, por me apoiar e me ajudar a realizar as coletas de campo. Um agradecimento especial à Gabriela Brito e Rafael Nonato, que mesmo com todas as dificuldades de chegar no campo, estavam comigo todas as semanas. Sem vocês esse trabalho não seria concluído. Gratidão!!!

Ao Paulo Antônio, por sempre estar disposto a nos levar para o campo, muito obrigado.

Aos meus amigos, Maira Cristina, Natália Yoshinaga, Marina Gonçalves, Rafael Augusto, Rayanne Mafilli, Iasodhara Rodrigues, Ariadna Rios e Rodrigo Anchieta, por estarem sempre ao meu lado me incentivando, me apoiando, rindo e chorando juntos e por deixarem a minha vida mais leve e mais divertida. Muito Obrigado!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço a Deus pelo que faz na minha vida e por ter me dado forças para não desistir e seguir sempre em frete.

RESUMO

CRUZ, Gabriel Tadeu Teodoro da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2023. **Comparação do Momento de Brotação, Conteúdo de Gemas e Arquitetura de Copas Entre Espécies Lenhosas de cerrado *stricto sensu* e Floresta Estacional Semidecidual.** Orientador: João Paulo de Souza. Coorientadores: Javier Guido Puntieri e Nayara Magry Jesus Melo.

No Cerrado existe uma ampla riqueza de fitofisionomias, incluindo o cerrado *stricto sensu* (CSS) e as florestas estacionais semidecíduais (FES). A distribuição das plantas entre ambientes abertos e florestais são influenciados pelas características ambientais, como a intensidade luminosa. O objetivo deste estudo foi o de determinar a composição, abertura de gemas e as características da arquitetura da copa em espécies lenhosas que ocorrem em CSS e em FES. Nossa hipótese é que as características ambientais são determinantes sobre a composição e abertura de gemas e da arquitetura da copa das espécies ocorrentes no CSS e em FES. Cinco gemas de cada indivíduo de cada espécie foram coletadas em cada área de estudo e dissecadas. Em adição, foi determinado o período e o intervalo de abertura das gemas, além da esquematização de toda estrutura vegetativa acima do solo e a incidência de luz que chega nas copas de cada indivíduo de cada espécie lenhosa em cada área de estudo. As espécies de CSS apresentaram gemas maiores, com maior número de órgãos pré-formados que em FES. Todas as gemas das espécies lenhosas estudadas de CSS e de FES apresentaram tricomas. A presença de catafilos foi evidenciada apenas em *Xylopia aromatica* ocorrente no CSS e em FES, *Bauhinia* cfr. *ungulata* de CSS e *Bauhinia* cfr. *rufa* de FES. *Xylopia aromatica* apresentou dois tipos de gemas, uma simples, com catafilos ausentes e outra composta protegidas por catafilos, tanto em CSS e em FES. As espécies *Miconia albicans* de FES e CSS e *B.* cfr. *ungulata* iniciaram o desenvolvimento das gemas após o início do período chuvoso. Apenas *B.* cfr. *ungulata* teve o aumento do número de gemas abertas correlacionado com o aumento da precipitação. *Bauhinia* cfr. *rufa* ocorrente em CSS iniciou o desenvolvimento das gemas no final da estação seca e *X. aromatica* ocorrente em CSS e FES apresentou gemas em desenvolvimento durante a estação seca e chuvosa, sendo *X. aromatica* a espécie com maior intervalo de tempo de abertura de gemas. As plantas que ocorrem em CSS, receberam maior intensidade de luz na copa do que as plantas de FES, o que pode ter influenciado no maior tamanho da gema nas espécies de CSS. O padrão da ramificação das copas das espécies lenhosas de CSS e de FES foram semelhantes nos dois ambientes, não sendo influenciada pela diferença de luz, o que sugere que as espécies lenhosas estudadas

podem ter se desenvolvido em ambientes com uma ampla variabilidade de condições de luz ao longo do processo evolutivo.

Palavras-chave: alometria; pré-formação; padrão de ramificação; neoformação.

ABSTRACT

CRUZ, Gabriel Tadeu Teodoro da M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2023. **Comparison of Budding Time, Bud Content and Crown Architecture Between Woody Species of cerrado *stricto sensu* and Semideciduous Seasonal Forest.** Adviser: João Paulo de Souza. Co-advisers: Javier Guido Puntieri and Nayara Magry Jesus Melo.

In the Cerrado there is a wide range of phytophysiognomies, including the cerrado *sensu stricto* (CSS) and the semideciduous seasonal forests (SSF). The distribution of plants between open and forested environments is influenced by environmental characteristics, such as light intensity. The objective of this study was to determine the composition, bud opening and characteristics of crown architecture in woody species that occur in CSS and SSF. Our hypothesis is that environmental characteristics determine the composition and bud opening, and crown architecture of species occurring in CSS and SSF. Five buds from each individual of each species were collected in each study area for dissection. Also, the period and interval for bud opening was determined, in addition to the schematization of the entire vegetative structure above the ground and the incidence of light reaching the crowns of each individual of each woody species in each study area. The CSS species had larger buds, with a greater number of preformed organs than in SSF. All buds of the studied woody species of CSS and SSF presented trichomes. The presence of cataphylls was evidenced only in *Xylopia aromatica* occurring in CSS and in SSF, *Bauhinia* cfr. *ungulata* from CSS and *Bauhinia* cfr. *rufa* from SSF. *Xylopia aromatica* presented two types of buds, one simple, without cataphylls and the other protected by cataphylls, in CSS and in SSF. The species *Miconia albicans* from SSF and CSS and *B.* cfr. *ungulata* started budbreak after the onset of the rainy season. Only *B.* cfr. *ungulata* had an increase in the number of open buds correlated with the increase in precipitation. *Bauhinia* cfr. *rufa* occurring in CSS initiated budbreak at the end of the dry season and *X. aromatica* occurring in SSF and CSS showed budbreak during the dry and rainy season. *Xylopia aromatica* was the species with the longest time interval for bud opening. Plants that occur in CSS received higher light intensity in the crown than plants in SSF, which may have influenced the larger bud size in CSS species. The crown branching pattern of the woody species of CSS and SSF were similar, which suggests that the woody species studied may have developed in environments with a wide variability of light conditions throughout the evolutionary process.

Keywords: allometry; branching pattern; preformation; neoformation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Áreas de cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual estudadas. A) Mata da Piscicultura (floresta estacional semidecidual), localizada na área norte da Universidade Federal de Viçosa – *campus* Florestal, Florestal, MG; B) Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante, (CSS), localizado no Município de Mateus Leme, MG. Fonte: GOOGLE EARTH, (2023). 15
- Figura 2:** Precipitação e temperatura da cidade de Florestal, MG, ao longo do ano de 2022. As barras brancas correspondem aos valores acumulados mensais de chuva. A linha pontilhada corresponde à temperatura média mensal. Fonte: INMET, (2023). 16
- Figura 3:** Representação da estrutura vegetativa acima do solo, com exceção das folhas de um indivíduo de *Bauhinia* cfr. *ungulata* de floresta estacional semidecidual ($N = 10$). 19
- Figura 4:** Gemas de *M. albicans* fechadas e dissecadas. A figura A apresenta uma gema de *M. albicans* de cerrado *stricto sensu* fechada e em B ela dissecada. A figura C apresenta uma gema fechada de *M. albicans* de floresta estacional semidecidual e em D ela dissecada. As células da grade têm uma área de 25 mm²; e = eixo interno da gema; f = primórdios foliares; fi = primórdios foliares indiferenciados. 23
- Figura 5:** Gemas de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual. Em A e B são apresentadas gemas simples não dissecadas (A) e dissecadas (B) de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu*; C e D são gemas compostas não dissecadas (C) e dissecadas (D) de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu*; E e F são gemas simples não dissecadas (E) e dissecadas (F) de *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual; G e H são gemas compostas não dissecadas (G) e dissecadas (H) de *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual. As células da grade têm uma área de 25 mm²; e = eixo interno da gema; c = catafilos; f = primórdios foliares. 24
- Figura 6:** Esquema das gemas compostas, com gemas acessórias pré-formadas internamente, dos indivíduos de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual. c = catafilos protetores; e = eixo interno; g = gemas internas. 25
- Figura 7:** Gemas simples das duas espécies do gênero *Bauhinia*. Em A se encontra uma gema fechada e em B a mesma gema dissecada de *B. cfr. rufa*. de cerrado *stricto sensu*. Em C se encontra uma gema fechada e em D a mesma gema dissecada de *B. cfr. ungulata*. de floresta estacional semidecidual. As células da grade têm uma área de 25 mm²; e = eixo interno da gema; c = catafilos; f = primórdios foliares; s = estípulas. 26
- Figura 8:** Comprimento das gemas (CCG), número de primórdios foliares (NPF), número de catafilos protetores (NCA), comprimento do eixo da gema (CCE), comprimento dos catafilos (CCA) e número de gemas acessórias (NGA) de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual (FES), na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média ± desvio padrão.

As barras pretas indicam as espécies localizadas em floresta estacional semidecidual e barras brancas indicam as espécies localizadas em cerrado *stricto sensu*. As letras maiúsculas nas barras comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre os pares de mesma espécie ou gêneros nas duas áreas.....27

Figura 9: Comprimento dos catafilos (CC) e do número de gemas acessórias (NGA) de *X. aromatica*, e as duas espécies do gênero *Bauhinia*, localizadas em uma área de cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas nas barras comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies.....28

Figura 10: Número de gemas abertas ao longo dos meses em relação a precipitação acumulada e temperatura por quinzena de cada mês. As gemas foram monitoradas entre a estação seca e chuvosa de 2022. ● Temperatura média quinzenal ($^{\circ}\text{C}$); ▲ Precipitação quinzenal acumulada (mm). As barras cinzas indicam as espécies localizadas em floresta estacional semidecidual e barras brancas indicam as espécies localizadas em cerrado *stricto sensu*.29

Figura 11: Intervalo de abertura de gemas (dias) de quatro espécies lenhosas localizadas em floresta estacional semidecidual e de cerrado *stricto sensu*, Minas Gerais, Brasil. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies. 31

Figura 12: Variáveis de arquitetura de copa, número total de nós (NT), número de nós finais (NF), número de conectores (NC) e complexidade da copa (COM) de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies e entre as áreas.....32

Figura 13: Variáveis de arquitetura de copa, número de conectores (NC), proporção de conectores por nós (NC/NT), assimetria (ASS) e complexidade (COM) das copas de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies..... 33

Figura 14: Variáveis de arquitetura de copa, navegabilidade (NAV), simetria (SIM) e vulnerabilidade (VUL) das copas de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies. 34

Figura 15: Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega na copa das espécies lenhosas localizadas em uma área de cerrado *stricto sensu* (CSS) e de floresta estacional semidecidual

(FES). Os valores representam as médias \pm desvio padrão. A) Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega no ápice das copas; as letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as áreas. B): Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega na base da copa; as letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies e as áreas. MA = *M. albicans*; XA = *X. aromatica*; BA = *Bauhinia. sp.*.....35

Figura 16: Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega no interior da copa das espécies lenhosas de cerrado *stricto sensu* (CSS) e de floresta estacional semidecidual (FES). Em A é o lado norte da copa; em B, o lado sul; em C o lado leste; e em D o lado oeste da copa. Os valores representam as médias \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as áreas.36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Altura (m) e diâmetro (cm) do tronco de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. 17

Tabela 2: Comprimento (CC, cm) e diâmetro da copa (DC, cm) de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas entre as espécies e entre as áreas ($p < 0,05$, Tukey). 22

Tabela 3: Correlação dos mínimos quadrados generalizados (GLS) entre o número de gemas abertas quinzenalmente e as variáveis climáticas em quatro espécies lenhosas localizadas em floresta estacional semidecidual (FES) e cerrado *stricto sensu* (CSS), Minas Gerais, Brasil. Valores em negrito indicam $P < 0,05$ 30

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	3
RESUMO	4
ABSTRACT	6
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
2.1. Áreas de estudo.....	15
2.2. Espécies vegetais	16
2.3. Altura e diâmetro do tronco e da copa.....	17
2.4. Coleta e dissecação das gemas	17
2.5. Marcação e determinação do período de abertura das gemas	18
2.6. Esquematização da estrutura área vegetativa	18
2.7. Incidência de luz na copa.....	19
2.8. Análise de Dados	20
3. RESULTADOS	21
3.1. Altura e diâmetro da copa.....	21
3.2. Conteúdo das Gemas	23
3.3. Abertura de gemas e Intervalo de abertura de gemas (IAG)	28
3.4. Arquitetura das copas	31
3.5. Incidência de luz na copa.....	35
4. DISCUSSÃO	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A distribuição das plantas nos ambientes florestais e savânicos é influenciada pelo clima, as características do solo, a ocorrência de fogo, a sazonalidade climática (FURLEY, 1992; HARIDASAN, 1992; HAO et al., 2008; HENNENBERGA et al., 2008) e a disponibilidade de luz. A disponibilidade de luz pode ser considerada como um dos fatores que mais difere entre as savanas e as florestas. O Cerrado brasileiro apresenta um mosaico de fitofisionomias, apresentando formações savânicas e florestais (COUTINHO, 2006; OVERBECK et al., 2015; DURIGAN & RATTER, 2016). O cerrado *stricto sensu* e as florestas estacionais semidecíduais são exemplos de formações savânicas e florestais que ocorrem no domínio do Cerrado, respectivamente (RIBEIRO & WALTER, 1998). No entanto, a floresta estacional semidecidual também faz parte do conjunto de formações florestais presentes na Mata Atlântica (OLIVEIRA-FILHO & RATTER 2002; COUTINHO, 2006; VIEIRA, 2016). Ambos os biomas são colocados como prioritários para a conservação de sua biodiversidade, apresentando alto grau de riqueza e endemismo de espécies, porém com elevados níveis de antropização (MYERS et al., 2000).

As distintas características entre áreas abertas e florestais do Cerrado fazem com que plantas estejam sob diferentes pressões seletivas nesses ambientes (LEMOS-FILHO et al., 2008). As espécies lenhosas de floresta e cerrado *stricto sensu* apresentam distintos traços funcionais, como por exemplo, diferenças quanto a área foliar, os padrões de crescimento e acúmulo de biomassa (HOFFMANN et al., 2005), em parte devido às adaptações as distintas disponibilidades de luz entre esses habitats (HOFFMANN & FRANCO, 2003). A quantidade de luz que chega no sub-bosque florestal é baixa, cerca de 0,1 a 1,9% do total de luz no dossel (BAZZAZ & PICKET, 1988). Embora o cerrado *stricto sensu* apresente variação espacial e sazonal na luminosidade (LEMOS-FILHO et al., 2010), essa variação não é a mesma encontrada no sub-bosque de florestas. Portanto, as plantas em ambientes abertos, como o cerrado *stricto sensu*, estão adaptadas às altas intensidades de luz (FRANCO, 2002; HARIDASAN, 2008) e as espécies florestais à baixa disponibilidade, uma vez que a luz é um fator limitante em florestas (CARSWELL et al., 2000).

Em um estudo com pares de espécies congênicas de floresta e savana, Hoffmann e Franco (2003), encontraram que as espécies diferem nos padrões de crescimento e repartição de biomassa, nesses dois ambientes. As espécies de ambientes savânicos apresentam crescimento mais lento, menor área foliar específica, folhas com uma menor concentração de nutrientes e textura mais coriácea (HOFFMANN & FRANCO, 2003; HOFFMANN et al., 2005), quando comparadas às espécies florestais (ROSSATTO et al., 2009). Por outro lado, as

espécies florestais apresentam maior investimento em área foliar e biomassa do caule (HOFFMANN & FRANCO, 2003; HOFFMANN et al., 2005). As espécies que ocorrem em florestas apresentam folhas maiores e maior crescimento dos entrenós (BARROS et al., 2011), o que proporciona um maior alcance para a captação de luz e realização da fotossíntese em ambientes sombreados (VALLADARES & NINEMETS, 2008; BARROS et al., 2011; ONODA et al., 2014), quando comparadas as espécies de savana.

De acordo com as características ambientais e endógenas, as plantas apresentam mecanismos diferentes na conquista do espaço aéreo que são dependentes de seus padrões de ramificação (REICH & BORCHET, 1984; BARTHÉLEMY et al., 1989). Os diversos filtros ambientais que atuaram no desenvolvimento das plantas ao longo da evolução, resultaram em diferentes respostas adaptativas das plantas quanto a embriogênese dos eixos lenhosos (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS, 2008; BORGES & PRADO, 2018), levando a uma ampla variação na composição das gemas entre as espécies lenhosas com distintos hábitos foliares. As espécies lenhosas decíduas do cerrado *stricto sensu* apresentam gemas com órgãos pré-formados, com abertura e desenvolvimento das folhas em forma de pulso ao final da estação seca (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS, 2008; MELO et al., 2021). Por outro lado, as espécies lenhosas sempre verdes apresentam gemas com órgãos neo-formados e produção foliar contínua após o começo do período chuvoso (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS, 2008; MELO et al., 2021). Porém, ainda são escassos os estudos sobre a composição de gemas de espécies lenhosas de cerrado *stricto sensu* (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS, 2008; MELO et al., 2021) e de FES (PEREIRA, dados não publicados).

A abertura das gemas das espécies lenhosas decíduas e semidecíduas do cerrado *stricto sensu* ocorrem entre agosto e setembro, durante o final do inverno seco e o início das primeiras chuvas no verão (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS et al., 2008; MELO et al., 2021). As espécies lenhosas sempre verdes, por outro lado, iniciam o desenvolvimento das gemas em outubro, com as primeiras chuvas fortes (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS et al., 2008; MELO et al., 2021). A abertura das gemas das espécies decíduas *Acacia plumosa* Lowe (Fabaceae) e *Eugenia bimarginata* DC. (Myrtaceae) de floresta estacional semidecidual tiveram a abertura de suas gemas de setembro a novembro, coincidindo com o final da estação seca e início da estação chuvosa, enquanto a espécie lenhosa sempre verde *Myrcia* cfr. *rostrata* DC. (Myrtaceae), somente após as fortes chuvas de outubro (PEREIRA, dados não publicados). Embora as espécies decíduas e semidecíduas de cerrado *stricto sensu* e de floresta estacional semidecidual tenham iniciado o desenvolvimento de suas gemas entre o final da estação seca e o início da estação chuvosa, as espécies lenhosas do cerrado *stricto*

sensu iniciam o desenvolvimento das gemas ligeiramente antes das espécies lenhosas de floresta estacional semidecidual (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS et al., 2008; MELO et al., 2021; PEREIRA dados não publicados).

A composição e o desenvolvimento das gemas definem a arquitetura da copa em espécies lenhosas (BARTHÉLÉMY & CARAGLIO, 2007). O desenvolvimento da arquitetura da copa é controlado por fatores genéticos e ambientais (BARTHÉLÉMY & CARAGLIO, 2007), incluindo a disponibilidade de luz (GIRAULT et al., 2008; RAMEAU et al., 2015), água (DEMOTES-MAINARD et al., 2013; HUCHÉ-THÉLIER et al., 2013) e temperatura (BATTEY, 2000). As espécies lenhosas do cerrado *stricto sensu* apresentam diferentes padrões de ramificação da copa (SOUZA et al., 2011), capacidade de conquista do espaço aéreo, vulnerabilidade, simetria e complexidade das copas (PRADO et al., 2020). As copas de espécies decíduas são menores, menos ramificadas, com menores distâncias dos entrenós e uma menor capacidade de conquista do espaço aéreo do que as espécies sempre verdes e semidecíduas (SOUZA et al., 2011; PRADO et al., 2020). Por outro lado, em floresta estacional semidecidual, o padrão de ramificação das copas das espécies lenhosas jovens parece ocorrer de maneira independente nas espécies com distintos padrões de persistência foliar (CRUZ, 2021).

O cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual apresentam características ambientais distintas, que resultam em diferentes pressões ambientais sobre a seleção de características morfofisiológicas nas espécies lenhosas. Nesse sentido, os diferentes filtros ambientais, característicos de cada ambiente, modificam as espécies independente das relações filogenéticas, como uma resposta plástica dos genótipos em resposta a um determinado fator seletivo ou condição ambiental (REICH et al., 2003). Assim, as condições ambientais contrastantes de cerrado *stricto sensu* e florestas determinam fortes restrições para o estabelecimento e crescimento das espécies vegetais (HOFFMANN & FRANCO, 2008).

O objetivo deste estudo foi o de determinar a composição, abertura de gemas e as características da arquitetura da copa em espécies lenhosas que ocorrem no cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual. Nossa hipótese é que a sazonalidade de chuvas e as diferentes disponibilidades de luz no cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual seriam determinantes sobre a composição e abertura de gemas e características da arquitetura da copa em espécies lenhosas ocorrentes nessas duas fitofisionomias. É esperado que as gemas das espécies lenhosas que ocorrem no cerrado *stricto sensu* sejam maiores e com um maior número de órgãos pré-formados que as gemas de espécies de floresta estacional semidecidual. Em adição, esperávamos que a abertura das gemas das espécies

decíduas e semidecíduas do cerrado *stricto sensu* ocorresse antes das espécies lenhosas de floresta estacional semidecidual, ainda na estação seca. As espécies do mesmo gênero de cerrado *stricto sensu* e de floresta estacional semidecidual poderiam apresentar diferenças no padrão de arquitetura de suas copas relativos à ramificação, navegabilidade, vulnerabilidade, simetria e complexidade, devido aos ambientes possuírem condições luminosas contrastantes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo

O estudo foi conduzido em uma área de fragmento de floresta estacional semidecidual, denominada de Mata da Piscicultura (com 55 hectares), localizada dentro da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, (19° 53' 84'' S e 44° 25' 56'' O, Figura 1) e em uma área de cerrado *stricto sensu*, denominada Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante, localizada no município de Mateus Leme, MG (44°57'29'' S e 44°25'29'' O, Figura 1).



Figura 1: Áreas de cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual estudadas. A) Mata da Piscicultura (floresta estacional semidecidual), localizada na área norte da Universidade Federal de Viçosa – *campus* Florestal, Florestal, MG; B) Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante, (CSS), localizado no Município de Mateus Leme, MG. Fonte: GOOGLE EARTH, (2023).

A cidade de Florestal está a aproximadamente 28 Km de distância de Mateus Leme e ambas fazem parte da região metropolitana de Belo Horizonte. O município de Mateus Leme não possui estação meteorológica, portanto, por se tratar de uma cidade próxima a Florestal, utilizamos os dados de precipitação e temperatura (Figura 2) extraídos da estação Meteorológica automática A535 da cidade de Florestal, da rede do Instituto Nacional de

Meteorologia (INMET) localizada a 1,7 km da área de floresta estacional semidecidual estudada.

O clima da região de Florestal e Mateus Leme foi classificado segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928) como tipo Cw, clima temperado úmido com chuvas de verão e inverno seco (ALVARES et al., 2014). Os dados de precipitação média anual dos municípios, foram calculados a partir de dados de 35 anos de observação (1985-2020) e correspondem a 1.426,8 mm e média de temperaturas mínima e máxima com valores entre 12 °C e 28 °C, respectivamente (INMET, 2023).

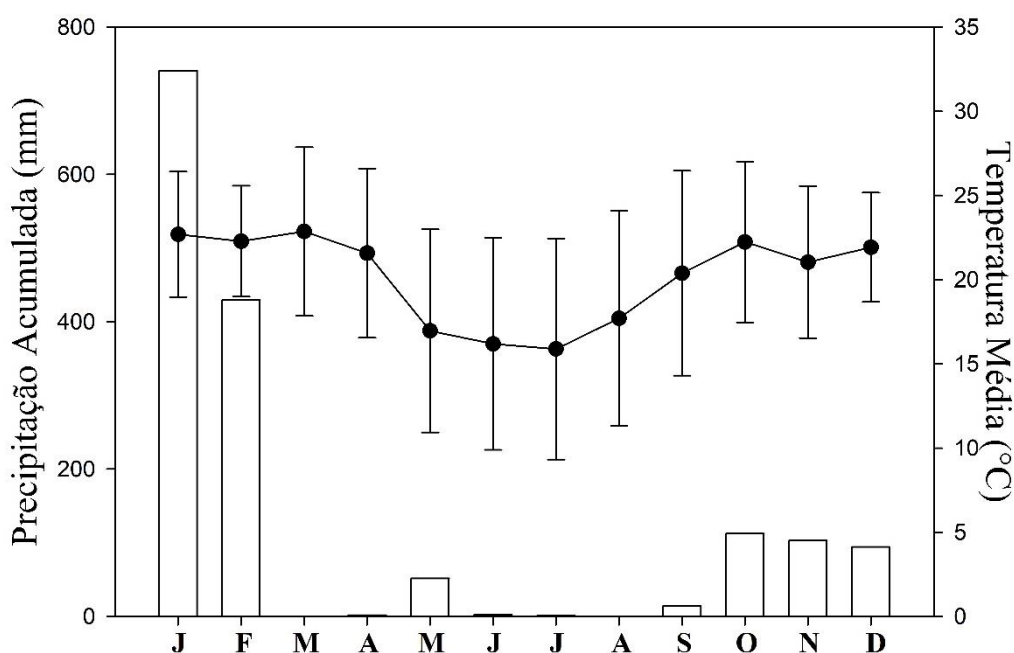


Figura 2: Precipitação e temperatura da cidade de Florestal, MG, ao longo do ano de 2022. As barras brancas correspondem aos valores acumulados mensais de chuva. A linha pontilhada corresponde à temperatura média mensal. Fonte: INMET, (2023).

2.2. Espécies vegetais

As espécies escolhidas para o estudo foram: *Miconia albicans* (Swartz) Triana (Melastomataceae), *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae), *Bauhinia* cfr. *ungulata* (Fabaceae) e *Bauhinia* cfr. *rufa* (Bong.) Steud. (Fabaceae). As espécies foram escolhidas, pois ocorrem tanto no cerrado *stricto sensu*, quanto em floresta estacional semidecidual e por apresentarem hábitos foliares distintos. Além disso, foram escolhidas duas espécies de cada tipo de persistência foliar e 10 indivíduos em cada área. *Miconia albicans* é uma espécie sempre verde e *Xylopia aromatica* semidecídua. Entretanto, não foi possível encontrarmos uma espécie decídua que ocorresse nas duas áreas, e por isso a escolha das duas espécies do gênero *Bauhinia*, *Bauhinia* cfr. *ungulata* ocorrente em floresta estacional semidecidual e

Bauhinia cfr. *rufa* ocorrente no cerrado *stricto sensu*. *Miconia albicans* (GOLDENBERG, 2004), é uma espécie de arbusto comumente encontrada na flora brasileira, principalmente no domínio do Cerrado (REIS et al., 2005). É um arbusto ou arvoreta com 0,7 - 3 m de altura (GOLDENBERG, 2004) sendo típica de fisionomias savânicas, porém pode ser encontrada em fisionomias florestais (HOFFMANN, 1996; CARREIRA & ZAIDAN, 2003). *Xylopia aromatica* é uma espécie amplamente encontrada na vegetação do cerrado brasileiro, podendo ser considerada uma espécie pioneira, heliófila e xerófita seletiva. *Bauhinia* cfr. *rufa* é nativa do Cerrado e apresenta hábito de arvoreta em formações florestais (entre 5 e 14 m de altura, VAZ & TOZZI, 2003). *Bauhinia* cfr. *ungulata* nativa do Brasil, ocorrendo principalmente em regiões Amazônicas, do Cerrado e da Mata Atlântica (VAZ, 2010).

2.3. Altura e diâmetro do tronco e da copa

Foram selecionados dez indivíduos de cada espécie em cada área de estudo com alturas e diâmetro do tronco a nível do solo (DTS) semelhantes (Tabela 1). A altura de cada indivíduo foi medida com uma fita métrica do ponto de inserção da planta no solo até o ápice do ramo mais distal. O diâmetro de cada indivíduo foi medido no nível do solo com o auxílio de um paquímetro digital. Quando houve alguma irregularidade no nível do solo, as medidas de diâmetro do tronco foram realizadas em um ponto um pouco acima do nível do solo. Além disso, foram realizadas medições da altura da copa, medindo do ponto de início da primeira ramificação da copa até o ramo mais alto com o auxílio de uma fita métrica. Para realização das medidas do diâmetro da copa, foi utilizado uma fita métrica, passando no meio da copa e utilizando a maior distância entre as extremidades da copa.

Tabela 1: Altura (m) e diâmetro (cm) do tronco de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão.

Espécies (N = 10)	<i>M. albicans</i>		<i>X. aromatica</i>		<i>Bauhinia</i>	
	CSS	FES	CSS	FES	CSS	FES
Áreas						
Altura	1,3 \pm 0,3	1,6 \pm 0,2	1,4 \pm 0,1	1,5 \pm 0,3	1,6 \pm 0,2	1,3 \pm 0,4
Diâmetro	3,2 \pm 0,6	2,4 \pm 0,6	2,5 \pm 0,5	1,4 \pm 0,4	2,4 \pm 0,6	1,8 \pm 0,7

2.4. Coleta e dissecação das gemas

A determinação da estrutura e composição das gemas foi realizada para cada uma das três espécies de cerrado *stricto sensu* e de floresta estacional semidecidual estudadas. Cinco

gemas foram coletadas nos ramos em cada indivíduo de cada área. Em *X. aromatica* e *M. albicans*, foram coletadas apenas as gemas apicais, nos ramos mais novos. As duas espécies do gênero *Bauhinia* (de cerrado *stricto sensu* e de floresta estacional semidecidual) apresentaram apenas gemas axilares. Ao final do desenvolvimento do ramo em *Bauhinia*, o ápice caulinar produz uma inflorescência em racemos laterais, com 2-3 flores (SILVA, 2008) ou apresenta morte do ápice caulinar. A coleta das gemas ocorreu entre maio e agosto de 2022, durante a estação seca. As gemas coletadas foram colocadas em tubos tipo Falcon de 50 ml contendo álcool a 70% e foram levadas imediatamente para o Laboratório de Ecologia Funcional de Plantas da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, MG, onde foram dissecadas. Para avaliar o comprimento das gemas coletadas, antes da dissecação, as gemas foram medidas com uma régua milimetrada. A dissecação foi realizada com auxílio de pinça e microscópio estereoscópio binocular NIKON (aumento de 40x). Com o auxílio de uma régua milimetrada, foi medido o comprimento das gemas (CG), do eixo interno (CE) e dos catafilos (CCA). Em adição, foram contados o número de primórdios foliares (NPF) e o número de catafilos nas gemas (NCA, DAMASCOS et al., 2005).

2.5. Marcação e determinação do período de abertura das gemas

Em abril de 2022, cinco gemas em cada um dos dez indivíduos das espécies lenhosas estudadas de cerrado *stricto sensu* e de floresta estacional semidecidual foram marcadas antes de iniciarem o seu desenvolvimento ($n = 10$ indivíduos por espécie e por área). As gemas marcadas em *X. aromatica* e *M. albicans* eram gemas apicais nos ramos mais novos, enquanto nas duas espécies do gênero *Bauhinia*, *B. crf. rufa* de cerrado *stricto sensu* e *B. crf. unguolata* foram gemas axilares presentes nos ramos. As gemas foram observadas quinzenalmente para demarcação do início de suas aberturas. O começo da abertura da gema indicou o início do crescimento do ramo. O período em que os indivíduos abriram todas as gemas que foram marcadas foi considerado como o intervalo de abertura de gemas (IAG). Para o cálculo do IAG, foi analisado por indivíduo a data de abertura da 1^o gema marcada até a última e calculado quantos dias foram necessários para que cada indivíduo abrisse as cinco gemas marcadas. O número de gemas abertas a cada quinzena também foi utilizado para posterior correlação entre a época de abertura das gemas com a precipitação e temperatura das áreas estudadas.

2.6. Esquematização da estrutura área vegetativa

Foi esquematizada toda a estrutura vegetativa acima do solo (Figura 3), com exceção

das folhas, de 10 indivíduos de cada espécie em cada área de estudo (cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual). Os esquemas foram feitos entre janeiro e fevereiro de 2022. Os esquemas foram feitos em caderno de desenho, resultando em 60 esquemas. Após a esquematização, foi realizada a contagem do número de nós totais (NT), conectores totais (NC), nós iniciais (NI), nós finais (NF), nós de emissão (NE) e nós regulares (NR, Souza et al. 2011). A partir desses dados, foram realizados os cálculos da relação entre o número de conectores por número de nós (NC/NT) e da distância entre o nó inicial e o nó final (NI-NF). Em adição, foram realizados os cálculos de navegabilidade (NAV), vulnerabilidade (VUL), assimetria (ASS), simetria (SIM) e complexidade (COM) das copas de acordo com PRADO et al., (2020).

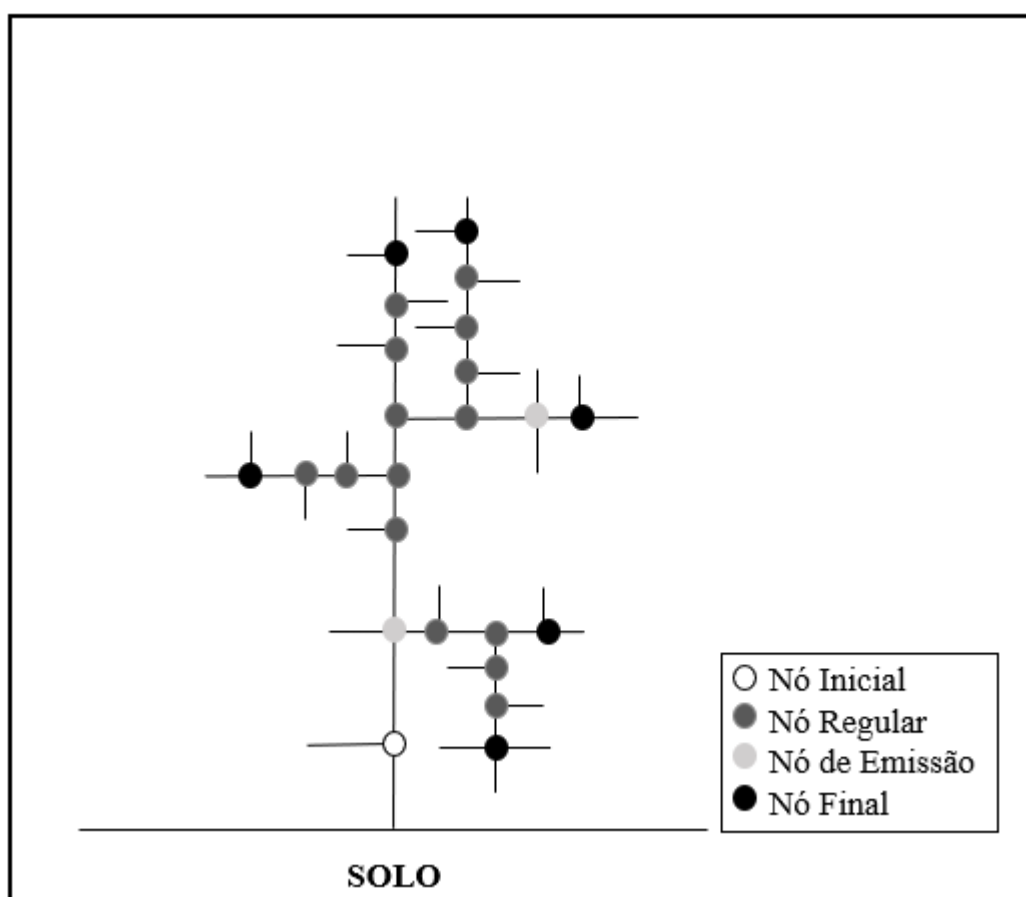


Figura 3: Representação da estrutura vegetativa acima do solo, com exceção das folhas de um indivíduo de *Bauhinia cfr. unguolata* de floresta estacional semidecidual ($N = 10$).

2.7. Incidência de luz na copa

Para a verificação da intensidade de luz que chega no ápice, na base e no interior da copa das espécies estudadas, foi utilizado um luxímetro (Lux-Meter, modelo 07137.00, PHYWE, Alemanha). As medições foram feitas entre março e abril de 2022 entre 08:00 e

12:00 horas em ambas as áreas de estudo. Os dados extraídos do luxímetro estavam na unidade de medida de lux (lx). Posteriormente os dados em lux foram transformados para $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ multiplicando os valores de lux por 0,018 (APOGEE INSTRUMENTS, 2023).

2.8. Análise de Dados

A média e o desvio padrão foram calculados para o número de nós totais (NT), nós regulares (NR), nós de emissão (NE), nós finais (NF), número de conectores (NC), número de conectores dividido pelo número total de nós (NC/NT), navegabilidade (NAV), vulnerabilidade (VUL), assimetria (ASS), simetria (SIM), complexidade (COM), comprimento das gemas (CG), número de primórdios foliares (NPF), comprimento do eixo (CE), número de catafilos (NCA), comprimento dos catafilos (CCA), número de gemas acessórias (NGA), comprimento da copa (CC), diâmetro da copa (DC), intensidade de luz que chega no ápice, na base e no interior das copas nos pontos cardeais norte, sul, leste e oeste e para o intervalo de abertura de gemas (IAG).

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar se cada conjunto de dados apresentava distribuição normal. Para dados com distribuição normal, utilizou-se o teste de Levene para avaliar a homogeneidade das variâncias. Somente os dados de incidência de luz que chega na base das copas das espécies lenhosas estudadas não apresentaram distribuição normal e foram transformados em logaritmo base 10. Foi utilizada a análise de variância de duas vias (ANOVA Two Way) e o teste de Tukey, *a posteriori*, para investigar os efeitos dos fatores área e espécie ($p < 0,05$) para as variáveis: NT, NR, NE, NF, NC, NC/NT, NAV, VUL, ASS, SIM, COM, CG, NPF, CE, NCA, CCA, NGA, CC, DC, intensidade de luz na copa e IAG.

Utilizamos o modelo de mínimos quadrados generalizados (GLS) com erros auto correlacionados (VENABLES & RIPLEY, 1999) para verificar se a variável da morfometria vegetativa (dependente) era correlacionada com as variáveis climáticas (independentes). A variável dependente analisada foi o número de gemas abertas por semana e as variáveis independentes foram temperatura média quinzenal e precipitação total quinzenal. O software R, versão 4.2.1 (R Core Team, 2022), foi utilizado para realização de toda a análise estatística. Os gráficos e tabelas foram montados de acordo com os resultados das análises estatísticas.

3. RESULTADOS

3.1. Altura e diâmetro da copa

Os indivíduos de *B. cfr. rufa* ocorrentes no cerrado *stricto sensu* apresentaram maior comprimento e diâmetro da copa, que *B. cfr. ungulata* ocorrente em floresta estacional semidecidual (ANOVA Two Way, interação área x espécie, $p < 0,05$, Tabela 2). Porém, as plantas de *M. albicans* de floresta estacional semidecidual apresentaram maior comprimento e diâmetro da copa que *M. albicans* de cerrado *stricto sensu* (ANOVA Two Way, interação área x espécie, $p < 0,05$, Tabela 2).

Tabela 2: Comprimento (CC, cm) e diâmetro da copa (DC, cm) de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas entre as espécies e entre as áreas ($p < 0,05$, Tukey).

Áreas	CSS	FES	CSS	FES	CSS	FES
Espécies	<i>M. albicans</i>	<i>M. albicans</i>	<i>X. aromatica</i>	<i>X. aromatica</i>	<i>B. cfr. rufa</i>	<i>B. cfr. ungulata</i>
CC (cm)	91,9 \pm 25,4 B	136,8 \pm 21,3 A	102,4 \pm 26,8 AB	101,6 \pm 34,9 AB	140,0 \pm 25,6 A	96,2 \pm 33,4 B
DC (cm)	95,0 \pm 13,9 B	146,7 \pm 29,5 A	107,8 \pm 13,8 AB	95,0 \pm 17,0 B	129,2 \pm 34,2 A	87,9 \pm 19,3 B

3.2. Conteúdo das Gemas

Miconia albicans

As gemas de *M. albicans* de cerrado *stricto sensu* foram coletadas no início de maio (12/05/2022) e de floresta estacional semidecidual no meio do mês de maio (18/05/2022), quando estas começaram a ficar visíveis. Foram dissecadas 5 gemas de cada indivíduo ($n = 10$) em cada área de estudo. Plantas de *M. albicans* apresentaram pré-formação de gemas tanto no cerrado *stricto sensu* quanto em floresta estacional semidecidual. No entanto, essas gemas permanecem dormentes de maio até o final de setembro, quando iniciaram as primeiras chuvas. As gemas coletadas em ambas as áreas apresentaram tricomas em ambas as faces dos primórdios foliares. De todas as espécies estudadas, *M. albicans* foi a única que não apresentou catafilos protetores. As gemas e os primórdios foliares exibiam uma coloração amarronzada, não havendo diferença na coloração dos primórdios foliares externos para os mais internos (Figura 4).

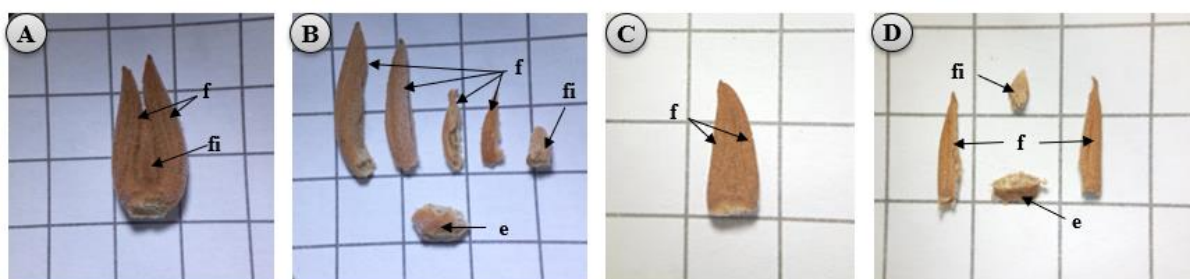


Figura 4: Gemas de *M. albicans* fechadas e dissecadas. A figura A apresenta uma gema de *M. albicans* de cerrado *stricto sensu* fechada e em B ela dissecada. A figura C apresenta uma gema fechada de *M. albicans* de floresta estacional semidecidual e em D ela dissecada. As células da grade têm uma área de 25 mm²; e = eixo interno da gema; f = primórdios foliares; fi = primórdios foliares indiferenciados.

Xylopia aromatica

As gemas de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu* foram coletadas no final de maio (27/05/2022) e as de FES no início de junho de 2022 (09/06/2022). Foram dissecadas 2 gemas de cada indivíduo ($n = 10$) em cada área de estudo (Figura 5). Ao dissecar as gemas, verificamos que havia dois grupos de gemas, uma simples e outra composta (com gemas acessórias pré-formadas; Figura 6), ambas as gemas apresentaram pré-formação de primórdios foliares, tanto no cerrado *stricto sensu* quanto em floresta estacional semidecidual. As gemas simples tanto no cerrado *stricto sensu* quanto em floresta estacional semidecidual não apresentaram catafilos protetores, apresentando apenas folhas pré-formadas. Já as gemas compostas no cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual apresentaram a pré-formação não apenas de primórdios foliares, mas também apresentavam gemas acessórias

protegidas por catafilos. Apenas o primórdio foliar mais externo é visível nas gemas simples (sem catafilos) e nas gemas compostas (protegidas por catafilos), os primórdios foliares não são visíveis. Os primórdios foliares externos cobrem os primórdios internos. Em ambos os tipos de gemas encontrados os primórdios foliares apresentaram tricomas na porção abaxial e adaxial.

Os catafilos das gemas compostas tanto das plantas do cerrado *stricto sensu*, quanto em floresta estacional semidecidual se distinguem dos primórdios foliares, por não apresentar nervuras foliares aparentes e por apresentarem uma consistência mais coriácea contendo tricomas somente na porção adaxial. No cerrado *stricto sensu*, das 20 gemas dissecadas, 11 delas eram simples e 9 gemas eram compostas. Dentro das 9 gemas compostas, encontramos 49 gemas acessórias, sendo cada uma protegida por um catafilo. Nas plantas de floresta estacional semidecidual, das 20 gemas dissecadas, quatro eram simples e 16 eram compostas. Das 16 gemas compostas, encontramos 56 gemas acessórias, sendo cada uma protegida por um catafilo.

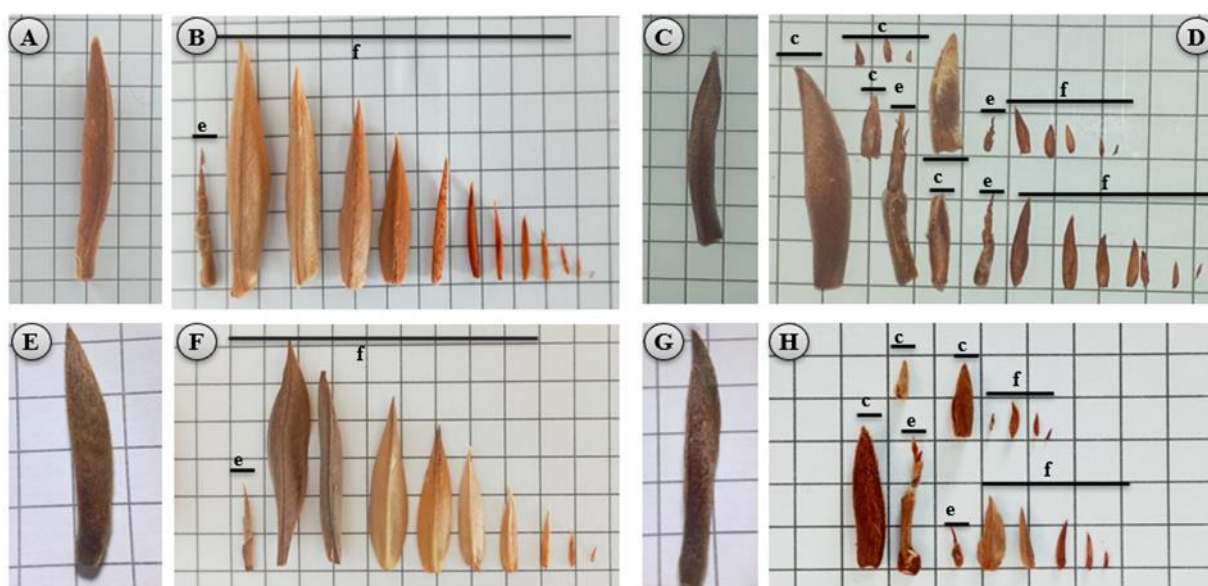


Figura 5: Gemas de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual. Em A e B são apresentadas gemas simples não dissecadas (A) e dissecadas (B) de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu*; C e D são gemas compostas não dissecadas (C) e dissecadas (D) de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu*; E e F são gemas simples não dissecadas (E) e dissecadas (F) de *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual; G e H são gemas compostas não dissecadas (G) e dissecadas (H) de *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual. As células da grade têm uma área de 25 mm²; e = eixo interno da gema; c = catafilos; f = primórdios foliares.

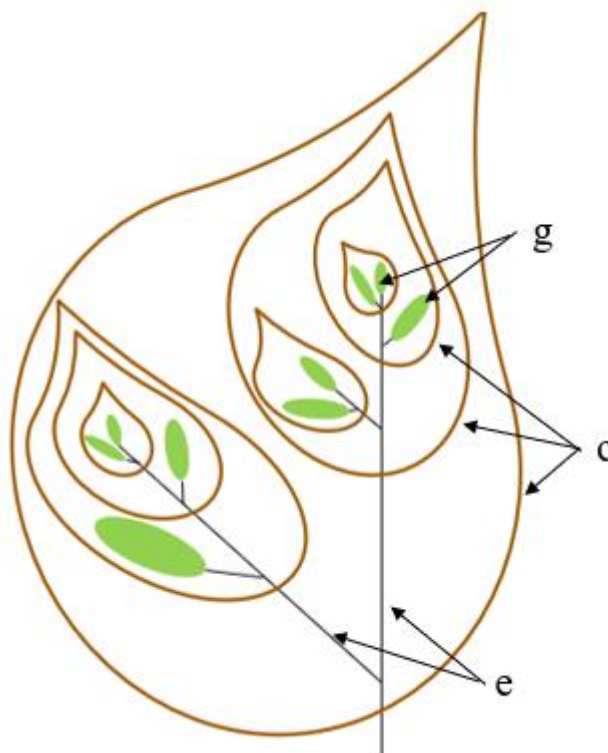


Figura 6: Esquema das gemas compostas, com gemas acessórias pré-formadas internamente, dos indivíduos de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual. c = catafilos protetores; e = eixo interno; g = gemas internas.

Bauhinia cfr. *rufa*. e *Bauhinia* cfr. *ungulata*

As gemas de *Bauhinia* cfr. *rufa* encontrada em cerrado *stricto sensu* foram coletadas em agosto (19/08/2022) ao final da estação seca, quando os indivíduos estavam totalmente sem folhas e ocorreu logo após a uma breve chuva que ocorreu na área, quando estas já estavam começando o seu desenvolvimento ($n = 10$ plantas). Já as gemas de *Bauhinia* cfr. *ungulata* em floresta estacional semidecidual foram coletadas no início de outubro (06/10/2022), quando o período chuvoso já havia iniciado, ocorrendo chuvas mais fortes ($n = 10$ plantas). Portanto, houve uma diferença no período de início da produção das gemas dessas espécies entre as áreas. Em ambas as áreas, as duas espécies do gênero *Bauhinia* (Figura 7) apresentaram gemas protegidas por catafilos e os primórdios foliares encontrados pré-formados nas gemas apresentavam um par de estípulas na base de cada primórdio foliar. Somente os primórdios foliares apresentavam tricomas em suas duas faces foliares. Os catafilos protetores das gemas de cerrado *stricto sensu* e de floresta estacional semidecidual, apresentaram coloração marrom escura com consistência rígida. Contudo, nos indivíduos de floresta estacional semidecidual encontramos apenas um catafilo em cada gema e nos indivíduos de cerrado *stricto sensu* esse número variou de um a três. Gemas acessórias foram

observadas apenas nos indivíduos de *Bauhinia* cfr. *rufa* de cerrado *stricto sensu*. Em 16 gemas de *Bauhinia* cfr. *rufa* de cerrado *stricto sensu*, encontramos apenas 1 única gema acessória m cada uma delas, pré-formada na base da gema principal e protegidas pelo catafilo.

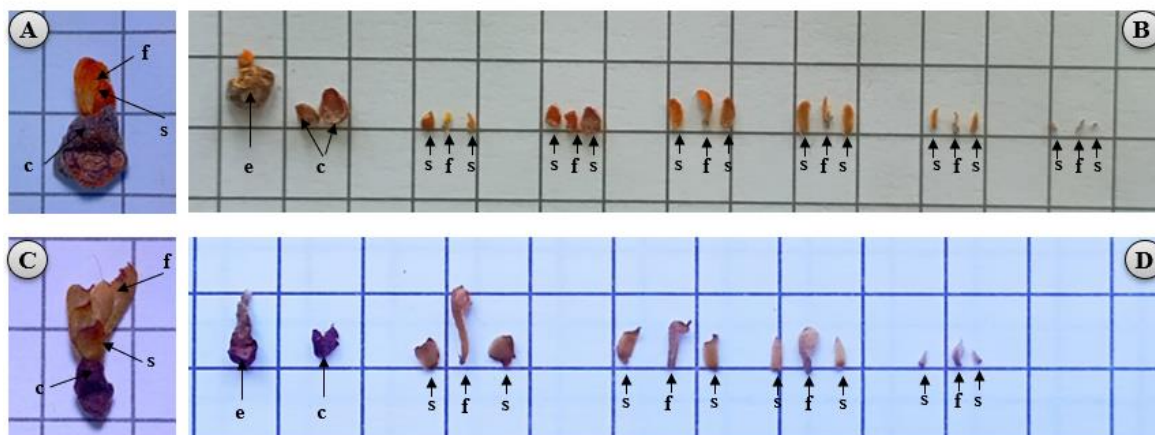


Figura 7: Gemas simples das duas espécies do gênero *Bauhinia*. Em A se encontra uma gema fechada e em B a mesma gema dissecada de *B. cfr. rufa*, de cerrado *stricto sensu*. Em C se encontra uma gema fechada e em D a mesma gema dissecada de *B. cfr. unguolata*, de floresta estacional semidecidual. As células da grade têm uma área de 25 mm²; e = eixo interno da gema; c = catafilos; f = primórdios foliares; s = estípulas.

Comparação do conteúdo das gemas

A espécie *X. aromatica* ocorrente no cerrado *stricto sensu* apresentou maior comprimento das gemas, número de primórdios foliares e comprimento do eixo da gema em comparação com as demais espécies estudadas (Figura 8, ANOVA Two Way, interação entre espécie x área, $p < 0,05$). O número de catafilos foi similar nos indivíduos de *X. aromatica* de cerrado *stricto sensu*, *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual e *B. cfr. rufa* de cerrado *stricto sensu* (ANOVA Two Way, interação dupla espécies x áreas, $p < 0,05$, figura 8). Os indivíduos de *X. aromatica* e *B. cfr. rufa* ocorrentes no cerrado *stricto sensu* apresentaram maior (ANOVA Two Way, interação dupla espécies x áreas, $p < 0,05$) comprimento das gemas, número de primórdios foliares e comprimento do eixo que seus respectivos indivíduos ocorrentes em floresta estacional semidecidual (Figura 8). A espécie *B. cfr. rufa* ocorrentes no cerrado *stricto sensu* apresentou maior número de catafilos que seu respectivo par congênico de floresta estacional semidecidual (ANOVA Two Way, interação dupla espécies x áreas, $p < 0,05$, Figura 8). A espécie *M. albicans* ocorrente no cerrado *stricto sensu* apresentou maior (ANOVA Two Way, interação dupla espécies x áreas, $p < 0,05$) número de primórdios foliares que *M. albicans* presente em floresta estacional semidecidual, entretanto não houve diferenças entre elas para o comprimento das gemas e o comprimento do eixo (Figura 8).

Foram encontradas gemas acessórias em *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual e cerrado *stricto sensu* e em *B. crf. rufa* ocorrente no cerrado *stricto sensu*. No entanto, *X. aromatica* foi a espécie que apresentou maior (ANOVA Two Way, efeito simples de espécie, $p < 0,05$) número de gemas acessórias e comprimento dos catafilos que as espécies do gênero *Bauhinia* (Figura 9).

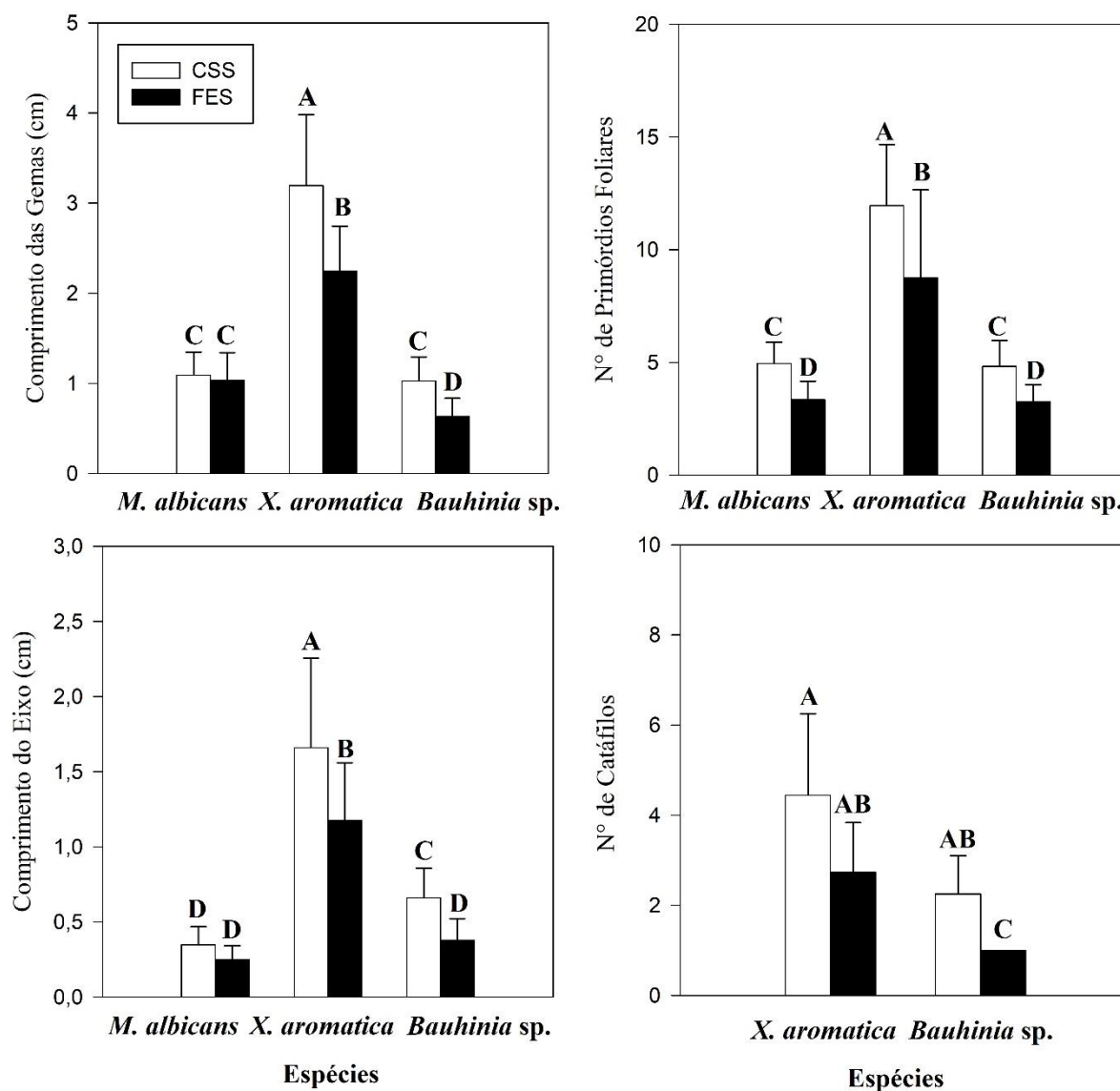


Figura 8: Comprimento das gemas (CCG), número de primórdios foliares (NPF), número de catafilos protetores (NCA), comprimento do eixo da gema (CCE), comprimento dos catafilos (CCA) e número de gemas acessórias (NGA) de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual (FES), na Universidade Federal de Viçosa, campus Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As barras pretas indicam as espécies localizadas em floresta estacional semidecidual e barras brancas indicam as espécies localizadas em cerrado *stricto sensu*. As letras maiúsculas nas barras comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre os pares de mesma espécie ou gêneros nas duas áreas.

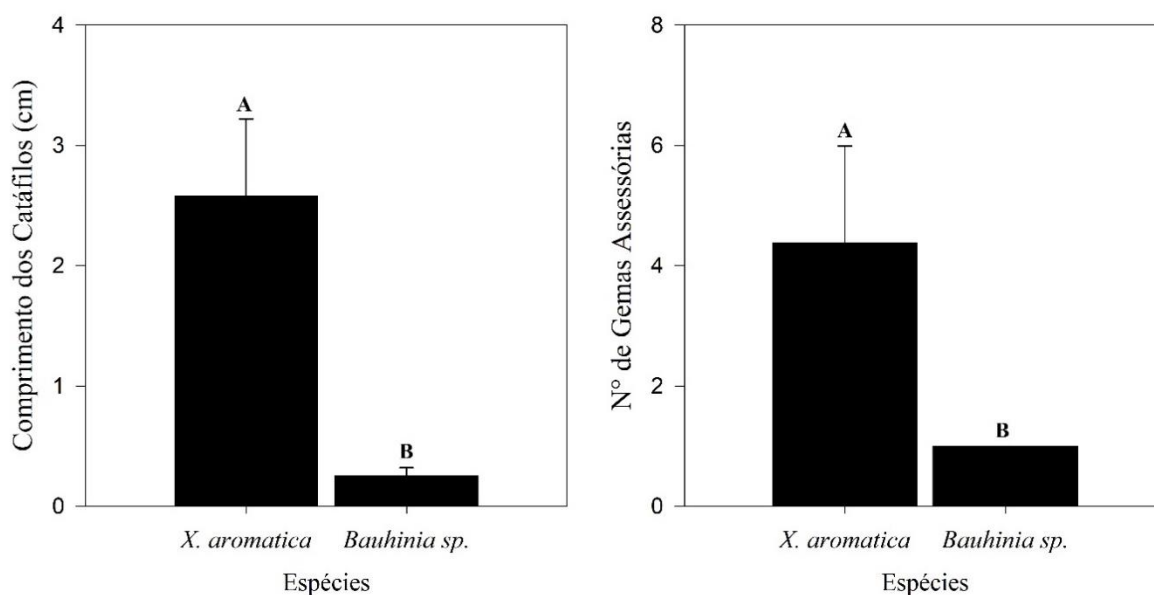


Figura 9: Comprimento dos catafílos (CC) e do número de gemas acessórias (NGA) de *X. aromatica*, e as duas espécies do gênero *Bauhinia*, localizadas em uma área de cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas nas barras comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies.

3.3. Abertura de gemas e Intervalo de abertura de gemas (IAG)

As espécies de cerrado *stricto sensu* começaram o desenvolvimento das gemas durante a estação seca (julho a setembro), enquanto as espécies de floresta estacional semidecidual com exceção de *X. aromatica* no início da estação chuvosa em outubro (Figura 10). Em adição, as espécies de cerrado *stricto sensu* tiveram o início do desenvolvimento das gemas cerca de um mês antes de seus indivíduos ou pares congêneros de floresta estacional semidecidual (Figura 10). A espécie semidecídua *X. aromatica* começou a desenvolver gemas mais cedo, tanto no cerrado *stricto sensu* quanto em floresta estacional semidecidual, sendo no cerrado *stricto sensu* o início em julho e em floresta estacional semidecidual em agosto, entretanto, as gemas marcadas encerraram a abertura em outubro em ambos os locais, coincidindo com o início das chuvas. A espécie de cerrado *stricto sensu* *B. cfr. rufa*, iniciou a brotação de gemas no final da estação seca para o início da estação chuvosa (agosto a outubro), tendo todas as gemas marcadas já desenvolvidas ou parcialmente desenvolvidas quando se iniciou o período chuvoso. Por outro lado, *B. cfr. unguolata* ocorrente em floresta estacional semidecidual, iniciou o seu desenvolvimento em outubro, após as primeiras chuvas. Dentre todas as espécies estudadas, *B. cfr. unguolata* ocorrente em floresta estacional semidecidual foi a única espécie que teve o número de gemas abertas correlacionado com o

aumento da precipitação (GLS; $p = 0,0302$, valor do teste, Tabela 3). A espécie sempre verde *M. albicans* apresentou a abertura de gemas de forma síncrona no período de 15 dias (intervalo de 1 coleta) no cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual, sendo que no cerrado *stricto sensu*, a abertura das gemas ocorreu em setembro e em floresta estacional semidecidual em outubro (Figura 10).

O intervalo de aberturas das gemas diferiu apenas entre as espécies. Os indivíduos de *X. aromatica* apresentaram maior intervalo de abertura de gemas (ANOVA Two Way, $p < 0,05$, efeito simples de espécie), levando em média $38,6 \pm 22,3$ dias para finalizar a abertura das gemas, seguida das espécies do gênero *Bauhinia* com $14,65 \pm 14,4$ dias e *M. albicans* que tiveram todas as gemas abertas em 1 dia (Figura 11).

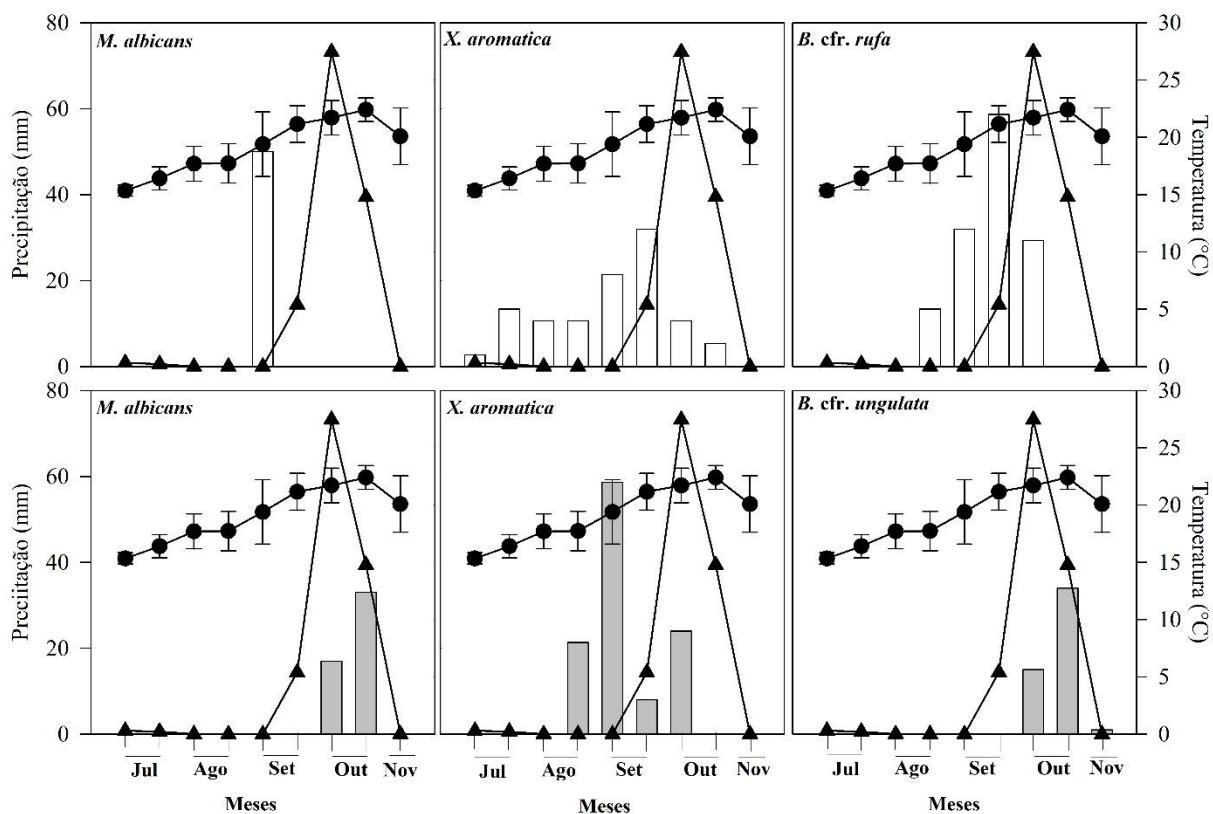


Figura 10: Número de gemas abertas ao longo dos meses em relação a precipitação acumulada e temperatura por quinzena de cada mês. As gemas foram monitoradas entre a estação seca e chuvosa de 2022. ● Temperatura média quinzenal (°C); ▲ Precipitação quinzenal acumulada (mm). As barras cinzas indicam as espécies localizadas em floresta estacional semidecidual e barras brancas indicam as espécies localizadas em cerrado *stricto sensu*.

Tabela 3: Correlação dos mínimos quadrados generalizados (GLS) entre o número de gemas abertas quinzenalmente e as variáveis climáticas em quatro espécies lenhosas localizadas em floresta estacional semidecidual (FES) e cerrado *stricto sensu* (CSS), Minas Gerais, Brasil. Valores em negrito indicam $P < 0,05$.

Efeito	Áreas	CSS	FES	CSS	FES	CSS	FES
	Espécies	<i>M. albicans</i>	<i>M. albicans</i>	<i>X. aromatica</i>	<i>X. aromatica</i>	<i>B. cfr. rufa</i>	<i>B. cfr. unguata</i>
Temperatura média por quinzena	Stand. coef.	-	-	0,484	2,914	1,952	6,635
	<i>T</i>	-	-	1,036	-0,29	1,245	2,111
	<i>P</i>	-	-	0,34	0,799	0,339	0,2816
Precipitação acumulada por quinzena	Stand. coef.	-	-	0,041	0,142	0,12208	0,0239
	<i>T</i>	-	-	0,12	0,062	0,398	-21,06
	<i>P</i>	-	-	0,908	0,956	0,729	0,0302

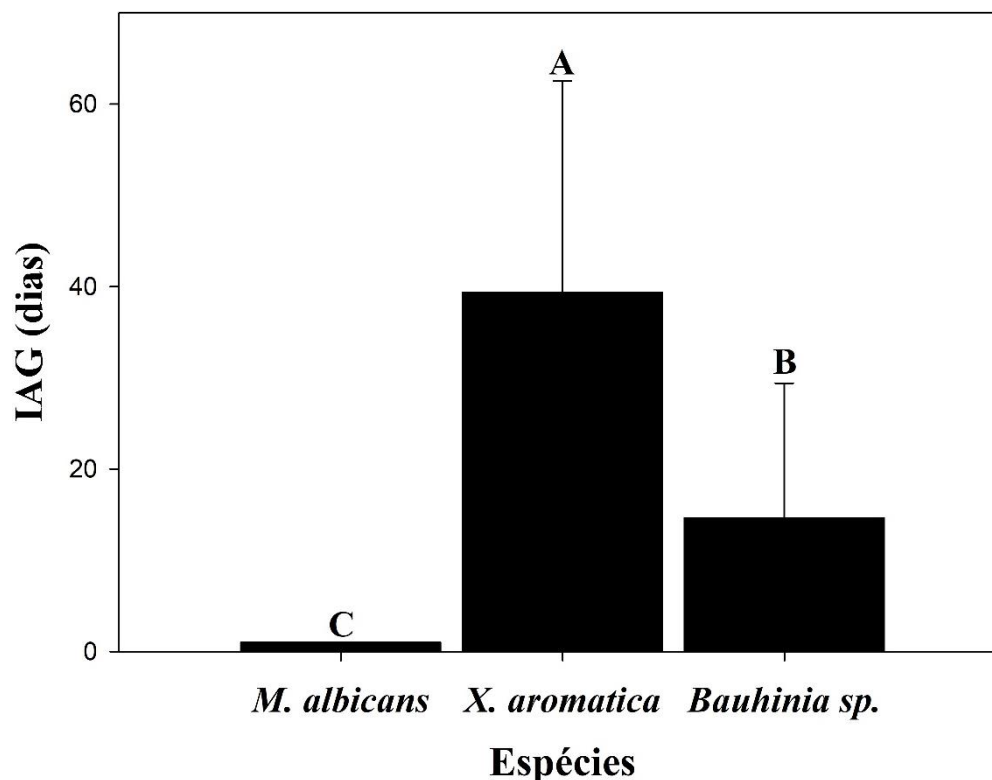


Figura 11: Intervalo de abertura de gemas (dias) de quatro espécies lenhosas localizadas em floresta estacional semidecidual e de cerrado *stricto sensu*, Minas Gerais, Brasil. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies.

3.4. Arquitetura das copas

Plantas de *X. aromatica* em floresta estacional semidecidual apresentaram os maiores valores de nós totais e conectores, não diferindo significativamente de *X. aromatica* e *M. albicans* de cerrado *stricto sensu* (ANOVA Two Way, interação área x espécie, $p < 0,05$, Figura 12). *Miconia albicans* de cerrado *stricto sensu* apresentou maior número de nós finais, não diferindo significativamente de *M. albicans* e *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual (ANOVA Two Way, interação área x espécie, $p < 0,05$, Figura 12). As espécies de cerrado *stricto sensu* não diferiram significativamente em relação ao número de nós totais, conectores e nós finais dos indivíduos de floresta estacional semidecidual (ANOVA Two Way, interação área x espécie, $p < 0,05$, Figura 12). Plantas de *X. aromatica* de floresta estacional semidecidual apresentaram copas mais complexas que os indivíduos de cerrado *stricto sensu* (ANOVA Two Way, interação área x espécie, $p < 0,05$, Figura 12).

Os indivíduos de *X. aromatica* apresentaram maior número de nós regulares e maior assimetria de suas copas em comparação com as outras espécies (ANOVA Two Way, efeito simples de espécie, $p < 0,05$, Figura 13). Por outro lado, a espécie *M. albicans* apresentou maior (ANOVA Two Way, efeito simples de espécie, $p < 0,05$) número de nós de emissão e

proporção de conectores por nós que as outras espécies em estudo (Figura 13). Não houveram diferenças significativas (ANOVA Two Way, $p < 0,005$) para navegabilidade, vulnerabilidade e simetria das copas das espécies estudadas (Figura 14).

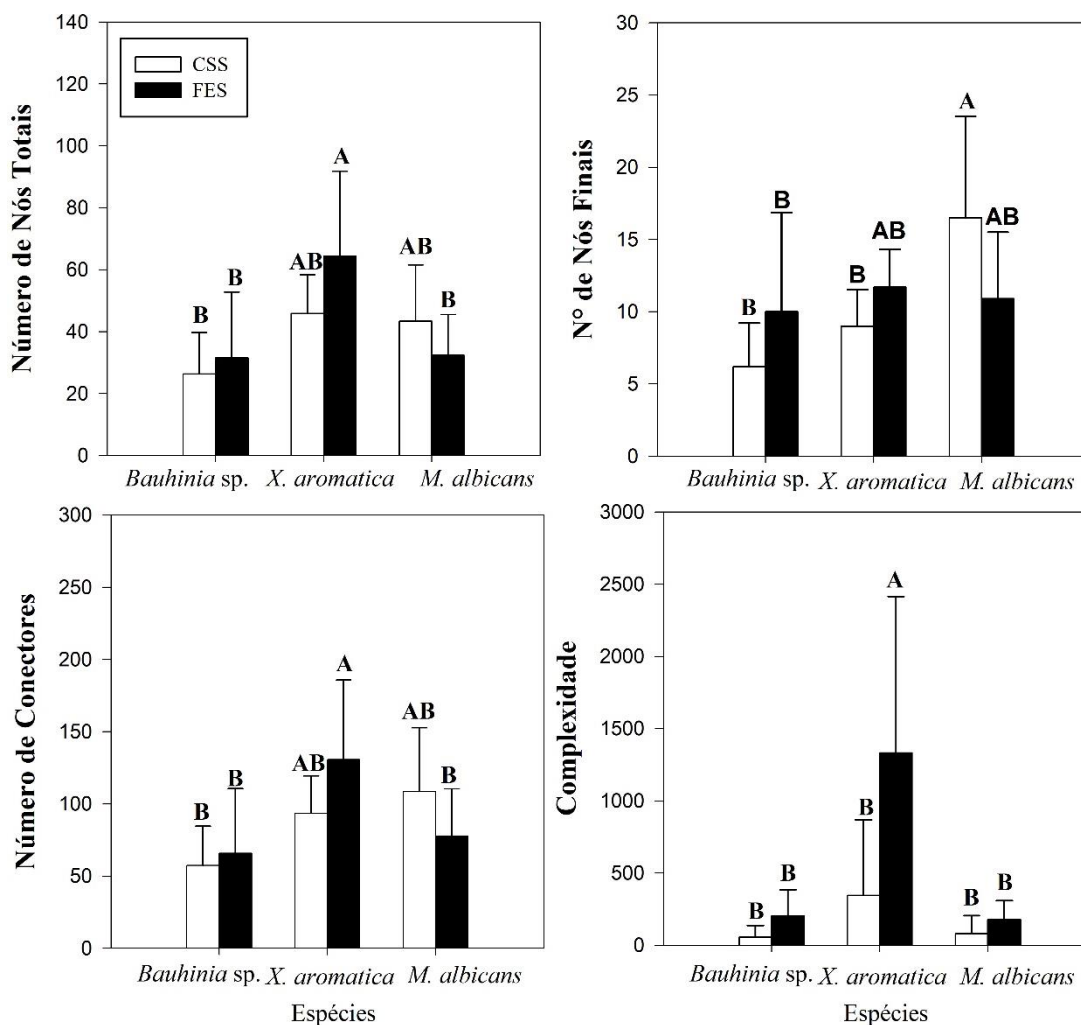


Figura 12: Variáveis de arquitetura de copa, número total de nós (NT), número de nós finais (NF), número de conectores (NC) e complexidade da copa (COM) de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies e entre as áreas.

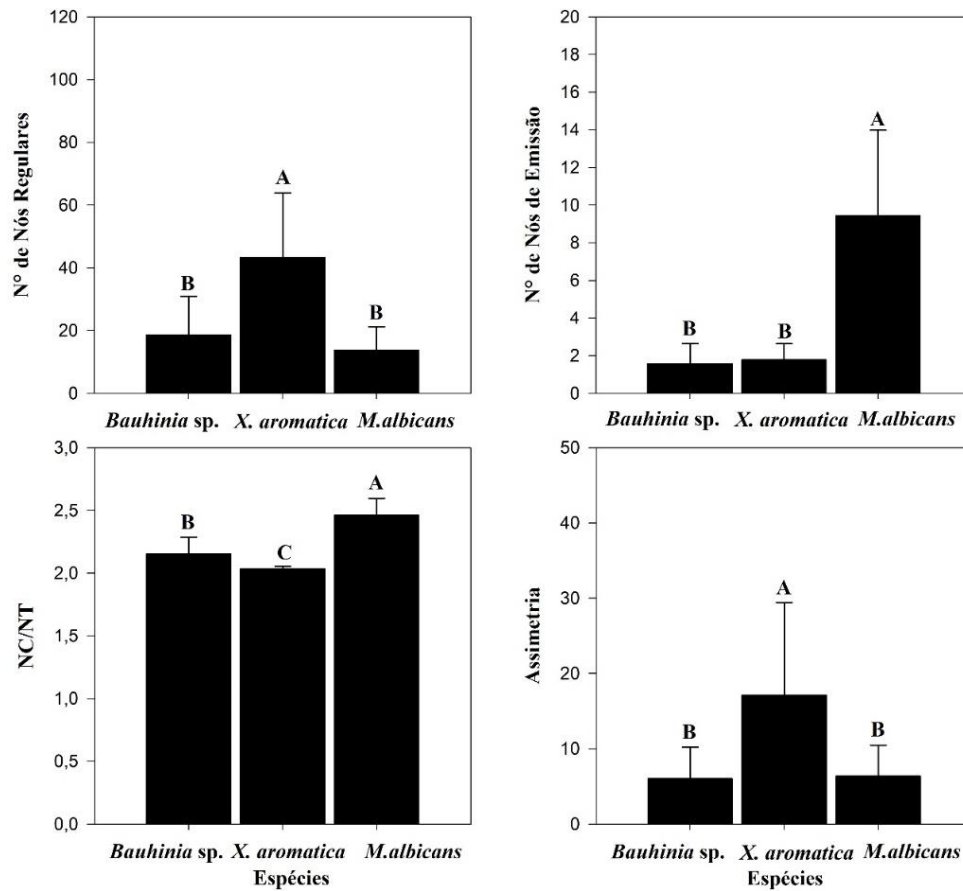


Figura 13: Variáveis de arquitetura de copa, número de conectores (NC), proporção de conectores por nós (NC/NT), assimetria (ASS) e complexidade (COM) das copas de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e em floresta estacional semidecidual na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies.

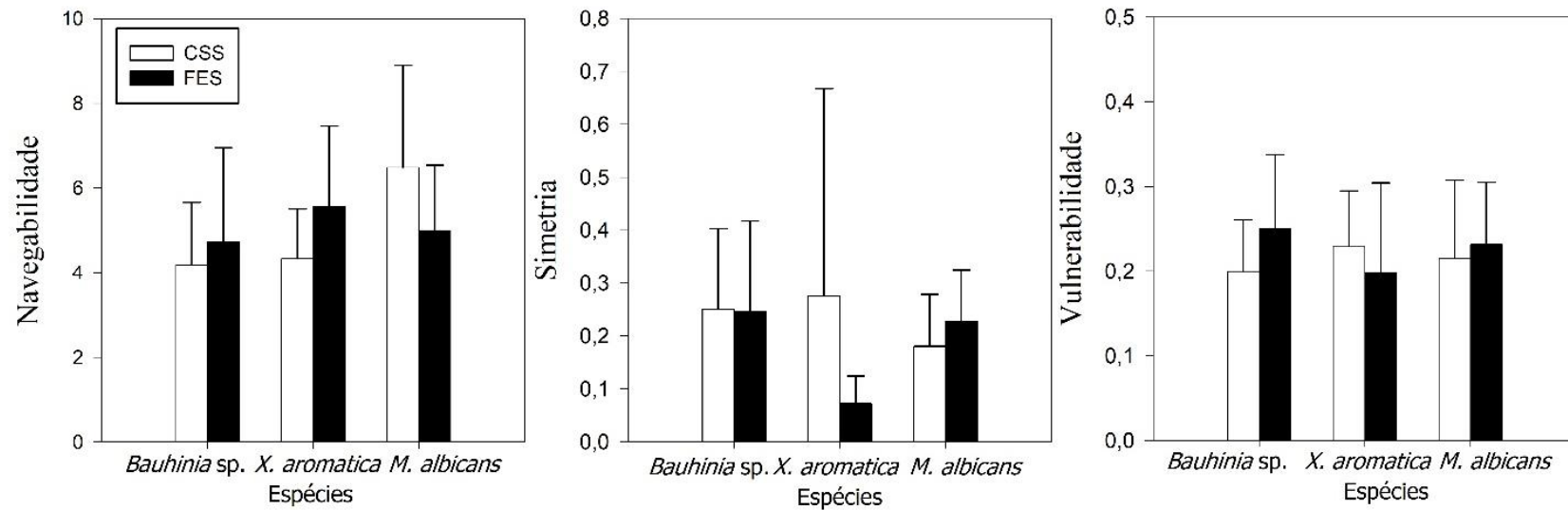


Figura 14: Variáveis de arquitetura de copa, navegabilidade (NAV), simetria (SIM) e vulnerabilidade (VUL) das copas de quatro espécies arbóreas localizadas em área de cerrado *stricto sensu* (CSS) na Unidade de Conservação Monumento Serra do Elefante e floresta estacional semidecidual (FES) na Universidade Federal de Viçosa, *campus* Florestal, ambas em Minas Gerais, Brasil. Os valores representam a média \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies.

3.5. Incidência de luz na copa

As espécies que ocorrem no cerrado *stricto sensu*, receberam maior intensidade de luz no ápice da copa (ANOVA Two Way, $p < 0,05$, efeito simples de área, Figura 15a) e nos pontos internos leste, oeste, norte e sul da copa (ANOVA Two Way, $p < 0,05$, efeito simples de área, Figura 16). Os indivíduos de *M. albicans* de cerrado *stricto sensu* receberam maior intensidade luminosa na base da copa do que *M. albicans* de floresta estacional semidecidual e as demais espécies estudadas (ANOVA Two Way, $p < 0,05$, interação dupla de área e espécie, Figura 15b). Os indivíduos de *X. aromatica* e *B. cfr. rufa* de cerrado *stricto sensu* receberam maior intensidade de luz na base da copa do que *X. aromatica* e *B. cfr. unguolata* de floresta estacional semidecidual (ANOVA Two Way, $p < 0,05$, interação dupla de área e espécie, Figura 15b).

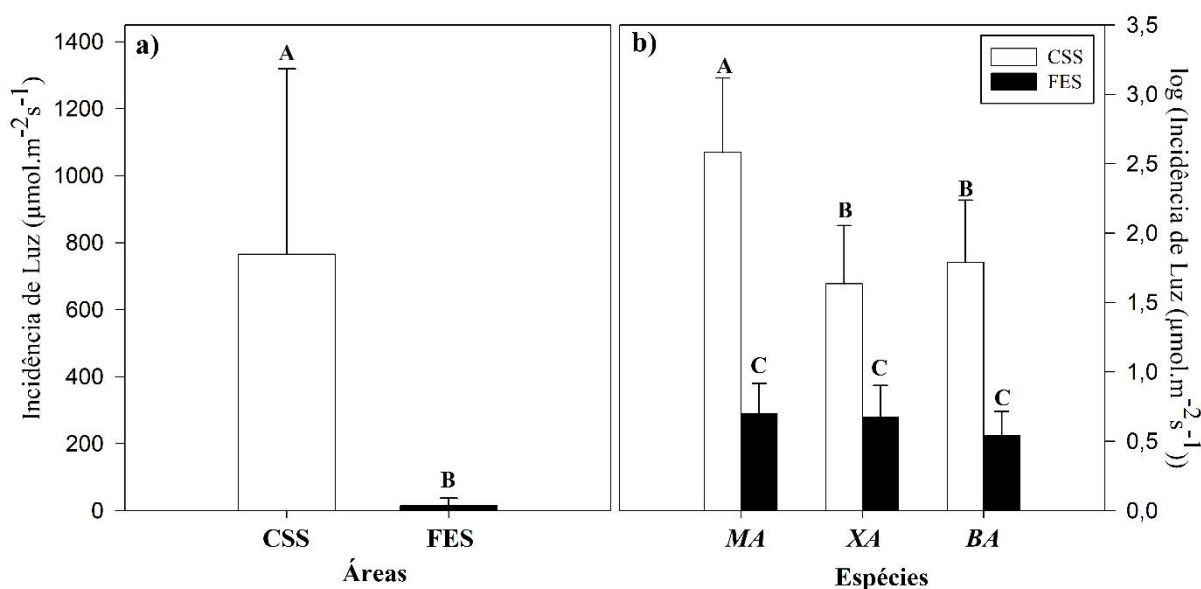


Figura 15: Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega na copa das espécies lenhosas localizadas em uma área de cerrado *stricto sensu* (CSS) e de floresta estacional semidecidual (FES). Os valores representam as médias \pm desvio padrão. A) Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega no ápice das copas; as letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as áreas. B): Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega na base da copa; as letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as espécies e as áreas. MA = *M. albicans*; XA = *X. aromatica*; BA = *Bauhinia*. sp.

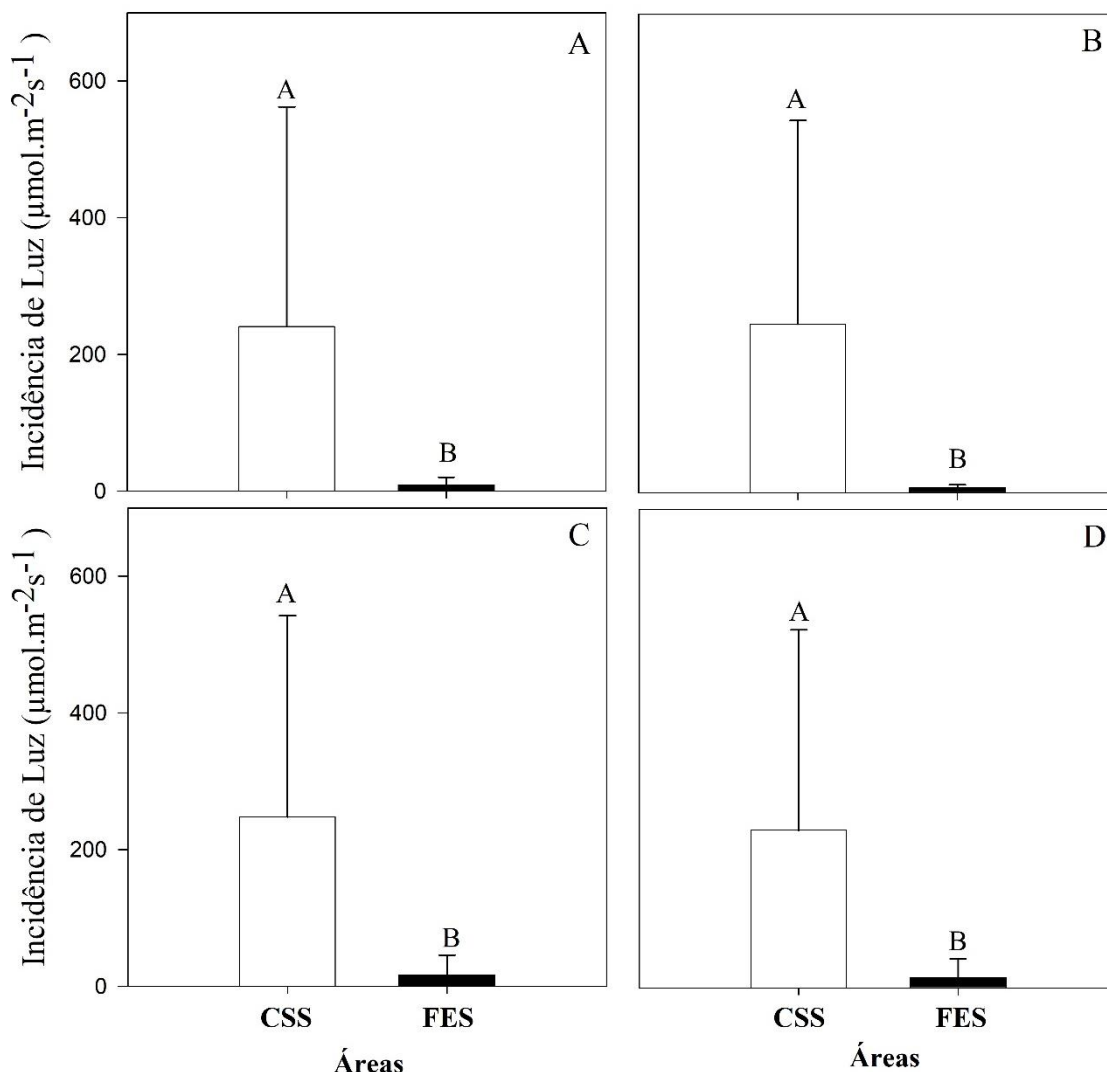


Figura 16: Incidência de luz em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que chega no interior da copa das espécies lenhosas de cerrado *stricto sensu* (CSS) e de floresta estacional semidecidual (FES). Em A é o lado norte da copa; em B, o lado sul; em C o lado leste; e em D o lado oeste da copa. Os valores representam as médias \pm desvio padrão. As letras maiúsculas comparam diferenças significativas ($p < 0,05$, Tukey) entre as áreas.

4. DISCUSSÃO

Em geral, as gemas das espécies lenhosas de cerrado *stricto sensu* (exceção de *M. albicans*) são maiores e com mais primórdios foliares do que as gemas dos indivíduos presentes em FES. Em adição, existe maior disponibilidade luminosa para as copas dos indivíduos de cerrado *stricto sensu* do que em FES. As espécies lenhosas de cerrado *stricto sensu* iniciaram a abertura das gemas na interface entre a estação seca e o início da estação chuvosa, entretanto, não houve diferença entre o intervalo de abertura das gemas entre as áreas. No cerrado *stricto sensu*, a produção das gemas durante a estação seca para espécies decíduas, depende do acúmulo de reservas, como água, nutrientes e carboidratos nas raízes e nos ramos (DAMASCOS et al., 2005), que foram produzidos na estação de crescimento

anterior e que são mobilizados para a formação de órgão pré-formados nas gemas (MELO et al., 2021). No entanto, espécies sempre verdes do cerrado *stricto sensu* apresentam gemas neo-formadas, e, portanto, são mais dependentes da assimilação de carbono a curto prazo (assimilação na mesma estação de crescimento) do que as decíduas (MELO et al., 2021). Espécies de zona temperada (*Quercus mediterrâneas*, *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. e *Quercus coccifera* L.) apresentam gemas apicais e laterais menores quando se desenvolvem sob baixa luminosidade em comparação com as gemas que se desenvolveram sob condições de luminosidade alta e moderada (SANZ-PÉREZ & CASTRO-DÍEZ, 2010). De acordo com Sanz-Pérez e Castro-Díez, (2010), a baixa disponibilidade de luz reduziu a quantidade de carboidratos tanto na gema quanto na raiz, sugerindo que o menor tamanho nas gemas de plantas cultivadas na sombra é resultado da escassez de carboidratos. Portanto, a baixa disponibilidade de luz no sub-bosque de floresta estacional semidecidual pode estar reduzindo a quantidade de carboidratos nas plantas (assim como mostrado por Sanz-Pérez e Castro-Díez, 2010) produzidos durante a fotossíntese, resultando na produção de gemas menores com menos órgão pré-formados.

Em todas as espécies estudadas tanto em FES quanto no cerrado *stricto sensu*, as gemas estavam recobertas por tricomas. Os tricomas podem atuar reduzindo a transpiração, refletindo a luz solar, além de proteger as gemas contra a seca pronunciada, mantendo a umidade e a temperatura ao redor das gemas (WAGNER et al., 2004, AMADA et al., 2017). As gemas das espécies lenhosas que ocorrem no cerrado *stricto sensu* tiveram a sua abertura no final da estação seca e início da estação chuvosa. Nesse período a disponibilidade hídrica do solo é baixa e há uma alta incidência de luz nas copas e nas gemas das espécies vegetais. A presença de tricomas pode ser uma importante estratégia contra o dessecamento causado pela alta incidência luminosa e baixa disponibilidade hídrica, principalmente para a espécie *B. cfr. rufa* que perde todas as suas folhas durante a estação seca, deixando as gemas expostas. Por outro lado, no sub-bosque de FES, a presença de tricomas nas gemas das espécies estudadas poderia estar relacionada como uma proteção contra ataques de herbívoros (THOMAS, 1991).

Em conjunto com os tricomas, as gemas de *X. aromatica* ocorrentes em cerrado *stricto sensu* e em FES e nas duas espécies do gênero *Bauhinia* que ocorrem no cerrado *stricto sensu* e em FES são protegidas por catafilos. Os catafilos e os primórdios foliares mais externos podem funcionar como uma barreira física, protegendo os meristemas de espécies localizadas em áreas com alta frequência de fogo (ARCHIBOLD, 2012), como é o caso do cerrado *stricto sensu*. Entretanto, para as espécies lenhosas de FES, a presença dos catafilos pode estar mais relacionada com a proteção das gemas contra a herbivoria (ARASAKI, 1993). Embora as

espécies *X. aromatica*, *B. cfr. rufa* e *B. cfr. ungulata* apresentem catafilos, apenas *X. aromatica* pode ser classificada como gema escamosa, por apresentar catafilos protegendo os primórdios foliares, uma vez que *B. cfr. rufa* e *B. cfr. ungulata* apresentam catafilos muito pequenos na base dos primórdios foliares, caracterizando-a como uma gema nua (FONTQUER, 2009; SCHOONDERWOERD & FRIEDMAN, 2021), assim como encontrado para espécies da Patagônia Argentina (SOSA & PUNTIERI, 2023).

Os nossos resultados mostraram que não houve diferença entre o intervalo de abertura das gemas entre as áreas, entretanto, o intervalo de abertura das gemas parece estar relacionado com o período em que as espécies estão em brotação. A espécie decídua de cerrado *stricto sensu B. cfr. rufa* apresentou produção de gemas no final da estação seca assim como demonstrado em estudos anteriores (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS, 2008; MELO et al., 2021). Entretanto, o mesmo não foi observado para a espécie decídua *B. cfr. ungulata* ocorrente em FES, que apresentou a abertura das gemas durante a estação chuvosa e correlacionada com o aumento da precipitação, sugerindo que a espécie apresenta uma dependência da chuva para iniciar o desenvolvimento das gemas. *Miconia albicans* de cerrado *stricto sensu* e de FES apresentaram uma ligeira diferença em relação ao período de aberturas das gemas, entretanto, ambas apresentam uma dependência do início das chuvas para iniciar o desenvolvimento das gemas. A abertura de gemas durante a estação chuvosa foi relatada para *M. albicans* ocorrente no cerrado *stricto sensu* (DAMASCOS et al., 2005; DAMASCOS, 2008; MELO et al., 2021) e em FES (PEREIRA et al., dados não publicados). A espécie semidecídua *X. aromatica* de FES e de cerrado *stricto sensu* iniciaram o desenvolvimento das gemas durante a estação seca. De acordo com Pereira et al., (dados não publicados), os indivíduos de *X. aromatica* ocorrentes em FES investiram na produção de gemas, folhas e ramos tanto na estação seca quanto na chuvosa. Isso mostra que para a espécie *X. aromatica*, o momento de abertura das gemas não está relacionado com as características ambientais e sim com as suas características endógenas.

Embora o momento de brotação e o conteúdo das gemas tenha diferido entre as espécies lenhosas de FES e de cerrado *stricto sensu*, os nossos resultados demonstraram que o padrão da ramificação das copas das espécies arbóreas de cerrado *stricto sensu* e de FES são semelhantes, mesmo as áreas de estudo apresentando características ambientais distintas. O padrão de arquitetura da copa parece ser mais influenciado pelas características endógenas de crescimento de cada espécie, que são definidos geneticamente e somente sob condições ecológicas extremas sua expressão é afetada pelo meio ambiente (GROSFELD, 2002; STECCONI, 2006). A estrutura final da copa representa a estratégia básica de

crescimento de uma planta, sendo uma estratégia inerente ao crescimento, expressando a natureza e a sequência de atividade dos processos morfogênicos endógenos do organismo, além de corresponder ao programa fundamental de crescimento sobre o qual toda a arquitetura é estabelecida (BARTHÉLÉMY & CARAGLIO, 2007).

Apesar da semelhança da arquitetura das copas das espécies lenhosas estudadas entre o cerrado *stricto sensu* e floresta estacional semidecidual, houve uma variação quanto à forma das plantas. *Xylopia aromatica* (cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual) apresenta amplo período de crescimento o que favorece a formação de uma copa mais complexa com maior número de nós e conectores, resultando em copas com diâmetros e comprimentos semelhantes, mesmo os dois ambientes apresentando características luminosas contrastantes. Aliado a isso, a espécie apresenta a produção de gemas compostas com gemas acessórias, o que poderia ser uma estratégia para manter o crescimento da copa e a produção de folhas ao longo de todo o ano, mesmo em uma região com sazonalidade climática. Além disso, a pré-formação de gemas com gemas acessórias internas possibilita a formação de uma copa mais complexa, com maior número de nós e conectores.

Em floresta estacional semidecidual, o maior comprimento e diâmetro das copas de *M. albicans*, podem estar relacionados com uma maior ramificação basítona da copa, resultando em uma copa que se estende mais próxima ao chão (BARTHÉLÉMY & CARAGLIO, 2007), o que poderia possibilitar uma maior extensão vertical e horizontal da copa para alcançar maiores disponibilidades de luz. Entretanto, *M. albicans* de floresta estacional semidecidual apresentou uma copa com menor número de nós totais e conectores que de *M. albicans* de cerrado *stricto sensu*, o que pode indicar que os indivíduos de *M. albicans* de floresta estacional semidecidual apresentam maior extensão dos entrenós. Aliado a isso, *M. albicans* de floresta estacional semidecidual apresenta ramos ortotrópicos, que promovem o ganho de altura da copa e a ocupação radial por folhagem e novos ramos irmãos (BARTHÉLÉMY & CARAGLIO, 2007), permitindo um maior alcance de um espaço vertical, acessando locais com uma maior incidência de luz, garantindo vantagens competitivas por luz sobre as plantas vizinhas (KIKUZAWA et al. 1996). Por outro lado, no cerrado *stricto sensu* as copas menores de *M. albicans* com muitos nós e conectores, aliado com a produção de ramos ortotrópicos (SOUZA et al., 2009; MELO, 2020), promovem o auto sombreamento das folhagens, protegendo as folhagens e brotos contra a irradiância excessiva, evitando a fotoinibição (FRANCO & LÜTTGE, 2002) e reduzindo a transpiração foliar durante a estação seca (MELO, 2020).

As plantas de *B. cfr. rufa* de cerrado *stricto sensu* e *B. cfr. ungulata* de floresta estacional semidecidual apresentam copas mais simples, menos complexas, com poucos nós e conectores assim como outras espécies decíduas do cerrado *stricto sensu* (SOUZA et al., 2011; PRADO et al., 2020) e de floresta estacional semidecidual (PEREIRA, dados não publicados; CRUZ, 2021), respectivamente. Uma copa maior com poucos nós e conectores em *B. cfr. rufa* de cerrado *stricto sensu*, permite a captação de luz no ambiente aberto sem que ocorra fotoinibição, já que em geral os ramos de espécies decíduas no cerrado são plagiotrópicos (SOUZA et al., 2009; MELO, 2020), permitindo que a irradiância seja distribuída uniformemente ao longo da copa (KIKUZAWA et al., 1996) e que a capacidade fotossintética seja semelhante entre as folhas ao longo dos ramos (KIKUZAWA, 2003; KIKUZAWA et al., 1996; SOUZA et al., 2009). Já em floresta estacional semidecidual, a produção de ramos plagiotrópicos em *B. cfr. ungulata*, permitiria uma maior vantagem competitiva por luz com espécies vizinhas, permitindo uma maior capacidade de alcançar um espaço horizontal para ter acesso a áreas mais iluminadas (KIKUZAWA et al., 1996, SOUZA et al., 2009). Em adição, o não sombreamento das folhas ao longo dos ramos plagiotrópicos em *B. cfr. ungulata*, poderia favorecer a captação de luz e o ganho de carbono em um ambiente sombreado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior disponibilidade de luz no cerrado *stricto sensu* resultou em um maior investimento nas gemas e no número de órgão pré-formados nas espécies lenhosas de cerrado *stricto sensu* do que para as espécies lenhosas de floresta estacional semidecidual. A luz não foi um fator que afetou a abertura e a velocidade de abertura das gemas entre as espécies ocorrentes no cerrado *stricto sensu* e em floresta estacional semidecidual. Por outro lado, a abertura das gemas parece ser mais influenciada pelo início do período chuvoso para *M. albicans* de cerrado *stricto sensu* e de floresta estacional semidecidual e *B. cfr. ungulata* em floresta estacional semidecidual. O período de abertura das gemas de *X. aromatica* está mais relacionado com o fato que a espécie pré-forma não somente os ramos, mas também todas as gemas que irão se desenvolver durante a estação de crescimento, apresentando gemas simples e compostas, sendo as gemas compostas portando gemas acessórias pré-formadas internamente. Através desse estudo conseguimos descrever novas características relacionadas à composição de gemas de espécies lenhosas de regiões tropicais, evidenciando que a proteção das gemas por catafilos e a presença de tricomas não são características inerentes a gemas de espécies lenhosas de climas temperados. A arquitetura das copas das espécies

lenhosas estudadas, parece não ser influenciada pela diferença de luz entre os ambientes estudados, o que sugere que as espécies lenhosas estudadas podem ter se desenvolvido em ambientes com uma ampla variabilidade de condições de luz ao longo do seu processo evolutivo, permitindo com que elas consigam se desenvolver bem à pleno sol ou no sub-bosque de florestas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map of Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728. (2014)
- AMADA, G.; ONODA, Y.; ICHIE, T.; KITAYAMA, K. **Influence of leaf trichomes on boundary layer conductance and gas-exchange characteristics in *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae)**. Biotropica 49, 482–492. (2017).
- APOGEE INSTRUMENTS. **Conversion – PPFD to Lux**. Acessado em 04 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.apogeeinstruments.com/conversion-ppfd-to-lux/>
- ARASAKI, F. R. **Crescimento foliar em árvores e crescimento inicial em plântulas de *Kielmeyera coriacea* Mart.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 1993.
- ARCHIBOLD, O. W. **Ecology of world vegetation**. Springer Science & Business Media. p.80. (2012).
- BATTEY, N. H. **Aspects of seasonality**. *J. Exp. Bot.* 51, 1769–1780. 2000. doi: 10.1093/jexbot/51.352.1769
- BARROS, F. V; GOULART, M. F; TELES, S. B. S; LOVATO, M. B; VALLADARES, F; LEMOS FILHO, J. P. **Phenotypic plasticity to light of two congeneric trees from contrasting habitats: Brazilian Atlantic Forest versus Cerrado (savanna)**. *Plant Biol* 14:208–215. 2011.
- BARTHÉLÉMY, D; CARAGLIO, Y. **Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny**. *Annals of botany*, v. 99, n. 3, p. 375-407, 2007.
- BARTHÉLÉMY, D.; EDELIN, C.; HALLÉ, F. **Architectural concepts for tropical trees**. In: Holm-Nielsen LB, Balslev H eds. *Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity*. London: Academic Press, 89–100. 1989.
- BAZZAZ, F.A. & PICKETT, S.T.A. **Ecofisiologia de la sucesión tropical: una revision comparativa**. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*. n.6, 1-27. 1988.
- BORGES, M., PRADO, C.H.B.A. **The significance of crown traits in cerrado vegetation**. In: PRICE, R (Ed.). *Savannas: Exploration, Threats and Management Strategies*. NY: NOVA Science Publishers, p. 1-29, 2018.
- CARSWELL, F. E.; MEIER, P.; WANDELLI, E. V.; BONATES, L. C. M.; KRUIJT, B.; BARBOSA, E. M.; NOBRE, A. D.; GRACE, J.; JARVIS, P. G. **Photosynthetic capacity in central Amazonian rain forest**. *Tree Physiology*, v. 20, p. 179-186, 2000.

- CARREIRA, R. C.; ZAIDAN, L. B. P. **Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn sob fotoperíodos controlados.** *Hoehnea*, v. 30, n. 2, p. 155-161, 2003.
- COUTINHO, L. M. **The biome concept.** *Acta Botanica Brasilica*, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006. doi:10.1590/S0102-33062006000100002
- CRUZ, G. T. T. **Arquitetura do Sistema Caulinar de Seis Espécies Lenhosas em uma Floresta Estacional Semidecidual em Florestal, MG.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas – Licenciatura da Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal. 2021.
- DAMASCOS, M. A.; PRADO, C. H. B. A.; RONQUIM, C. C.; **Bud Composition, Branching Patterns and Leaf Phenology in Cerrado Woody Species.** *Ann Bot* 96, 1075–1084. 2005.
- DAMASCOS, M. A. **Conteúdo das Gemas, Momento da Brotação e Padrão de Produção de Folhas em Espécies Lenhosas do Cerrado.** In: *Fisiologia vegetal: praticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral.* 2008.
- DEMOTES-MAINARD, S., HUCHÉ-THÉLIER, L., MOREL, P., BOUMAZA, R., GUÉRIN, V., AND SAKR, S. **Temporary water restriction or light intensity limitation promotes branching in rose bush.** *Sci. Hortic.* 150, 432–440. 2013. doi: 10.1016/j.scienta.2012.12.005
- DURIGAN, G.; RATTER, J. A. **The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation.** *Journal of Applied Ecology*, v. 53, n. 1, p. 11-15, 2016. doi: 10.1111/1365-2664.12559
- FONT-QUER, P. **Diccionario de Botánica.** 4th edn. Barcelona, Ediciones Península. 2009.
- FRANCO, A. C. **Ecophysiology of woody plants.** p. 178-197. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (eds.). *The cerrados of Brazil.* New York, Columbia University Press, 2002.
- FRANCO, A.; LÜTTGE, U. **Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical efficiency, photorespiration, CO₂ assimilation and water use efficiency.** *Oecologia*, v. 131, n. 3, p. 356-365, 2002. doi: 10.1007/s00442-002-0903-y
- FURLEY, P. A. **Edaphic changes at the forest-savanna boundary with particular reference to the neotropics.** In P. A. Furley, J. Proctor, and J. A. Ratter (Eds.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries.* Chapman and Hall, London, U.K. 1992.
- GIRAULT, T., BERGOUGNOUX, V., COMBES, D., VIEMONT, J. D., AND LEDUC, N. **Light controls shoot meristem organogenic activity and leaf primordia growth during bud burst in *Rosa* sp.** *Plant Cell Environ.* 31, 1534–1544. (2008). doi: 10.1111/j.1365-3040.2008.01856.x
- GOLDENBERG, R., **O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil.**

Acta Botanica Brasilica, vol. 18, no. 4, p. 927-947. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000400024>

GOOGLE EARTH, 2023.

GROSFELD J. **Análisis de la variabilidad morfológica y arquitectural de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Florin y Boutleje, *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnson, *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) y *Cupressus sempervirens*. L (Cupressaceae).** PhD thesis, University Nacional del Comahue, Bariloche. 2002.

HAO, G. Y., W. A. HOFFMANN, F. G. SCHOLZ, S. J. BUCCI, F. C. MEINZER, A. C. FRANCO, K. F. CAO, AND G. GOLDSTEIN. **Stem and leaf hydraulics of congeneric tree species from adjacent tropical savanna and forest ecosystems.** *Oecologia* 155: 405–415. 2008.

HARIDASAN, M. **Observations on soils, foliar nutrient concentrations and floristic composition of Cerrado *sensu stricto* and cerradão communities in central Brazil.** In P. A. Furley, J. Proctor, and J. A. Ratter (Eds.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries.* Chapman and Hall, London, U.K. 1992.

HARIDASAN, M. **Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils.** *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 20, n. 3, p. 183-195, 2008.

HENNENBERGA, K. J., D. GOETZEA, J. SZARZYNSKIB, B. ORTHMANN, B. REINEKING, I. STEINKE, AND S. POREMBSKI. **Detection of seasonal variability in microclimatic borders and ecotones between forest and savanna.** *Basic Appl. Ecol.* 9: 275–285. 2008.

HOFFMANN, W.A. **The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna.** *Journal of Ecology*, 84, 383–393. 1996.

HOFFMANN, W. A. & FRANCO, A. C. **Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts.** *Journal of Ecology*. 91: 475-484. 2003.

HOFFMANN, W. A. & FRANCO, A. C. **The importance of evolutionary history in studies of plant physiological ecology: Examples from cerrados and forest of central Brazil.** *Brazil Journal of Plant Physiology*. 20: 247-256. 2008.

HOFFMANN, W. A., A. C. FRANCO, M. Z. MOREIRA, AND M. HARIDASAN. **Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees.** *Funct. Ecol.* 19: 932–940. 2005.

HUCHÉ-THÉLIER, L., MOREL, P., LE COZ, E., SINTÈS, G., GUILLEMAIN, G., AND CRESPEL, L. **Effect of continuous or discontinuous water restrictions on the**

architecture of two- and five-months-old garden rose (*Rosa hybrida* ‘Radrazz’). *Acta Hort.* 990, 363–368. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377/> [Acesso em 2023].

KIKUZAWA, K. et al. **Some evidence for an adaptive linkage between leaf phenology and shoot architecture in sapling trees.** *Functional Ecology*, p. 252-257, 1996. doi: 10.2307/2389850

KIKUZAWA, K. **Phenological and morphological adaptations to the light environment in two woody and two herbaceous plant species.** *Functional Ecology*, v. 17, n. 1, p. 29-38, 2003. doi:10.1046/j.1365-2435.2003.00707.x

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

LEMOS-FILHO, J. P. D.; GOULART, M. F.; LOVATO, M. B. **Populational approach in ecophysiological studies:** the case of *Plathymenia reticulata*, a tree from Cerrado and Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 20, n. 3, p. 205-216, 2008. 4.

LEMOS-FILHO J.P., BARROS C.F.A., DANTAS G.P.M., DIAS L.G., MENDES R.S. **Spatial and temporal variability of canopy cover and understory light in a Cerrado of Southern Brazil.** *Brazilian Journal of Biology*, 70, 19–24 2010.

MELO, N. M. J.; PRADO, C. H. B. A.; BRANCO, D. R. V.; SOUZA, J. P. **Bud structure and development in trees of a neotropical savanna differing by leaf persistence.** *Austral Ecology* (2021). doi:10.1111/aec.13112

MELO, N. M. J. **Morfologia da copa e crescimento de espécies arbóreas de cerrado em campo e em câmaras de topo aberto sob elevada concentração de CO₂.** 2020. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12978>.

MYERS, N. MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B. & KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature* 403(6772): 853-858. 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. **Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome.** In: OLIVEIRA P.S., MARQUIS R.J., (Ed.). *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savana.* New York: Columbia University Press, p. 91-121, 2002.

ONODA, Y.; SALUÑGA, J. B.; AKUTSU, K.; AIBA, S. YAHARA, T.; ANTEN, N. P. R. A. **Trade-off between light interception efficiency and light use efficiency:** implications for species coexistence in onesided light competition. *Journal of Ecology* 102(1): 167-175. 2014.

- OVERBECK, G. E. et al. **Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems.** *Diversity and Distributions*, v. 21, n. 12, p. 1455-1460, 2015. doi: 10.1111/ddi.12380
- PEREIRA, W. **Branch growth and bud composition of young trees of six woody species with distinct leaf deciduousness in a seasonal tropical forest.** Dados não publicados.
- PRADO, C. H. B. A.; TROVÃO, D. M. B. M.; SOUZA, J. P. **A Network Model for Determining Decomposition, Topology and Properties of the Wood Crown.** *Journal Theoretical Biology*. 2020.
- R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing.** Disponível em: <http://www.R-project.org/>
- RAMEAU, C., BERTHELOOT, J., LEDUC, N., ANDRIEU, B., SAKR, S., AND FOUCHER, F. **Multiple pathways regulate shoot branching.** *Front. Plant Sci.* 5:741. 2015. doi: 10.3389/fpls.2014.00741
- REICH, P. B.; BORCHERT, R. **Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica.** *The Journal of Ecology*, p. 61-74, 1984. doi: 10.2307/2260006
- REICH P.B., WRIGHT I.J., CAVENDER-BARES J., CRAINE J.M., OLEKSYN J., WESTOBY M., WALTERS M.B. **The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies.** *International Journal of Plant Science*, 164, S142–S164. 2003.
- REIS, C.; BIEIRAS, A. C.; SAJO, M. G. **Anatomia foliar de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo Rev. Bras. Botânica**, 28 (2005), pp. 451 – 466, 10.1590/s0100-84042005000300004
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-152.
- ROSSATTO, D. R.; HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. C. **Differences in growth patterns between co-occurring forest and savanna trees affect the forest savanna boundary.** *Functional Ecology*. 23: 689-698. 2009.
- SANZ-PÉREZ, V & CASTRO-DÍEZ, P. **Summer water stress and shade alter bud size and budburst date in three mediterranean *Quercus* species.** *Trees* (2010) 24:89–97. DOI 10.1007/s00468-009-0381-5.
- SCHOONDERWOERD, K. M.; FRIEDMAN, W. E. **Naked resting bud morphologies and their taxonomic and geographic distributions in temperate, woody florals.** *New Phytologist* 232: 461–463. 2021. doi: 10.1111/nph.17506.

- SILVA, G. M. **O gênero *Bauhinia* L. (Caesalpinoideae - Leguminosae) no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em biologia Vegetal. Fundação universidade Federal de Mato Grosso do Sul. (2008).
- SILVA, R. B. M.; FRANCELINO, M. R.; MOURA, P. A.; MOURA, T. A.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, C. P. **Relação solo/vegetação em ambiente de cerrado sobre influência do grupo Urucuaia.** *Ciência. Florestal.* 25: 363-373. 2015.
- SOUZA, J. P. et al. **Shoot-foilage relationships in deciduous, semideciduous, and evergreen cerrado tree species.** *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 21, n. 1, p. 76-86, 2009. doi: 10.1590/S1677-04202009000100009
- SOUZA J. P.; PRADO C. H. B. A.; ALBINO A. L. S.; SOUZA G. M. **Network Analysis of Tree Crowns Distinguishes Functional Groups of Cerrado Species.** *Plant Ecology* 212:11-19. 2011.
- SOSA, C. M, PUNTIERI, J. G. **Are scale leaves essencial in temperate-cold climates? An evaluation in tree species from temperate rainforests of South America.** *Acta Bot Bras* [Internet]. 2023;37:e20220104. Available from: <https://doi.org/10.1590/1677-941X-ABB-2022-0104>
- STECCONI M. **Variabilidad arquitectural de especies nativas de *Nothofagus* de la Patagonia (*N. antarctica*, *N. pumilio*, *N. dombeyi*).** PhD thesis in Biology, Centro. Regional Universitario Bariloche – Universidad Nacional del Comahue, Argentina. 2006.
- THOMAS V. **Structural, functional and phylogenetic aspects of the colleter.** *Annals of Botany* 68: 287-305. 1991.
- VALLADARES, F., AND U. NIINEMETS. **Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences.** *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39: 237–257. 2008.
- VAZ, A. M. S. F. ***Bauhinia unguolata* L in Lista de Espécies da Flora do Brasil 2010.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB02_2831.
- VAZ, A. M. S. F. & TOZZI, A. M. G. A. ***Bauhinia* ser. *Cansenia* (Leguminosae: Caesalpinoideae) no Brasil.** *Rodriguésia* 54(83): 55-143. 2003.
- VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern applied statistics with S-PLUS.** Springer-Verlag, New York. 1999.
- VIEIRA, L. M. G. **Efeito de borda na estrutura de fragmentos de floresta estacional semidecidual de diferentes tamanhos na bacia do Rio Paraopeba, MG.** M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2016.

WAGNER, G. J; WANG, E; SHEPHERD, R. W. **New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome.** *Ann. Bot.* 93, 3–11. 2004.