

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DA COMUNIDADE VEGETAL EM
ECOSSISTEMAS DE VEREDAS NO SUDESTE DO BRASIL**

Ana Flávia Silva

Montes Claros - MG
Fevereiro - 2022

Ana Flávia Silva

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DA COMUNIDADE VEGETAL EM
ECOSSISTEMAS DE VEREDAS NO SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

Orientador(a): Prof. Dr. Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo

Coorientador(a): Prof. Dr. Yule Roberta Ferreira Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Monteiro Ribeiro

Montes Claros - MG
Fevereiro - 2022

S586f Silva, Ana Flávia.
Fenologia reprodutiva da comunidade vegetal em ecossistemas de veredas no Sudeste do Brasil [manuscrito] / Ana Flávia Silva. – Montes Claros, 2022.
49 f. : il.

Inclui Bibliografia.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada /PPGBOT, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo.

Coorientadora: Profa. Dra. Yule Roberta Ferreira Nunes.

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Monteiro Ribeiro.

1. Cerrado. 2. Floração. 3. Floresta higrófila. 4. Frutificação. 5. Sazonalidade. I. Azevedo, Islaine Franciely Pinheiro de. II. Nunes, Yule Roberta Ferreira III. Ribeiro, Leonardo Monteiro. IV. Universidade Estadual de Montes Claros. V. Título.

Catálogo: Biblioteca Central Professor Antônio Jorge

Ana Flávia Silva

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DA COMUNIDADE VEGETAL EM
ECOSSISTEMAS DE VEREDAS NO SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2022.

Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo - UNIMONTES

Rúbia Santos Fonseca - UNIMONTES

Vanessa Gabrielle Nóbrega Gomes - INSA

Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo
Orientador(a)

Montes Claros - MG
Fevereiro - 2022

AGRADECIMENTOS

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

A Deus, pelo dom da vida, pela força e coragem durante toda esta caminhada.

Aos meus pais, Gilson e Ana, e ao meu irmão Victor, que sempre acreditaram em mim. Agradeço por todo carinho, compreensão e incentivo ao longo dos anos.

Ao meu namorado, Matheus Henrique, por todo apoio, paciência e compreensão constantes durante todo o período do Mestrado.

A minha orientadora, Dr. Islaine Azevedo, por todos os ensinamentos, paciência, incentivos, apoio e principalmente por ter acreditado e depositado em mim a confiança para a realização deste trabalho.

A minha coorientadora Dr. Yule Nunes, pela constante ajuda e orientação neste trabalho, e contribuição fundamental na minha formação.

Ao meu coorientador, Dr Leonardo Ribeiro, pelo apoio e incentivo no desenvolvimento da pesquisa.

A professora Dr. Camila Souza, pelo auxílio nas análises de dados, e por ser uma pessoa tão prestativa e bondosa.

Aos meus colegas de campo do Laboratório de Ecologia Vegetal, Andressa, José, Alysson, Lucas, João e Ricardo, por todo companheirismo, ajuda, carinho, compreensão, paciência e amizade ao longo desses anos. Vocês foram essenciais para a realização deste trabalho.

A minha amiga, Sabrina Celie, que sempre me incentivou e me ouviu nos momentos mais difíceis.

A banca examinadora, Dr. Rúbia Fonseca e Dr. Vanessa Gabrielle, por aceitar o convite e pelas contribuições que com toda certeza enriqueceram o trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada (PPGBOT) da Universidade Estadual de Montes Claros.

A Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) e ao Parque Estadual Veredas do Peruaçu, pelo apoio logístico e suporte durante a realização das coletas em campo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI, pelo financiamento do projeto.

RESUMO

Fenologia Reprodutiva da Comunidade Vegetal em Ecossistemas de Veredas no Sudeste Do Brasil

As veredas são ecossistemas úmidos do bioma Cerrado, importantes ecologicamente e altamente ameaçados. A descrição do padrão fenológico reprodutivo da comunidade vegetal nestes ambientes, e a avaliação da influência dos fatores abióticos sobre a floração e frutificação de suas espécies, podem auxiliar no entendimento da capacidade das plantas em reproduzir e adaptar-se à diversas variações ambientais. Acompanhou-se a fenologia reprodutiva da comunidade vegetal de duas veredas, sob diferentes condições hídricas do solo e mudanças na paisagem, para respondermos: (i) o padrão fenológico reprodutivo está relacionado com a sazonalidade? (ii) o padrão fenológico reprodutivo difere entre os dois microambientes distintos das veredas (área aberta e floresta higrófila)? (iii) o padrão fenológico reprodutivo difere entre as duas veredas em relação a umidade do solo e modificação da paisagem? (iv) qual das variáveis ambientais testadas (temperatura, precipitação, fotoperíodo e nível do lençol freático) pode influenciar a floração e a frutificação nesses ecossistemas? O estudo foi desenvolvido na vereda Almescla, na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros (APA Rio Pandeiros), em Bonito de Minas e na vereda Peruaçu, no Parque Estadual Veredas do Peruaçu, em Cônego Marinho, norte do Estado de Minas Gerais. Foram monitoradas 91 espécies (36 famílias), a partir de estudo fitossociológico realizado nas veredas Almescla e Peruaçu, no ano de 2017. As observações fenológicas foram realizadas mensalmente, durante 36 meses, na vereda Almescla, de março de 2018 à fevereiro de 2021 e durante 24 meses na vereda Peruaçu, de agosto de 2018 à julho de 2020. Durante o acompanhamento, foi registrada a presença ou ausência das fenofases reprodutivas de floração (surgimento dos botões florais e flores abertas) e frutificação (frutos imaturos e maduros), para todas as espécies estudadas. Para avaliação da sazonalidade

das fenofases reprodutivas foram realizadas análises de estatísticas circular. A determinação da influência das variáveis climáticas e ambientais, foi feita a partir de regressões múltiplas. Apesar da ausência de efeito da sazonalidade, há uma relação da fenologia reprodutiva da vereda Almescla e da vereda Peruaçu com a estação chuvosa e com a estação seca, respectivamente. Constatou-se padrão fenológico divergente entre os microambientes de área aberta e floresta higrófila e entre as veredas, que estão sob as mesmas condições climáticas, mas com diferentes condições hídricas e estrutura da paisagem. Entre as variáveis ambientais testadas, a temperatura apresentou mais correlações com as fenofases, porém, com os menores valores. As maiores correlações observadas foram da floração das espécies com o nível do lençol freático. O clima sazonal é considerado o principal fator capaz de definir os padrões fenológicos da vegetação do bioma Cerrado, tendo como consequência uma ampla diversidade de estratégias fenológicas. A diminuição nos níveis do lençol freático na vereda Peruaçu, que tem provocado o secamento desse ecossistema, é o principal causador da modificação da paisagem, que leva a colonização de espécies de ambientes mais secos e consequentemente, mudanças nos padrões fenológicos desse ambiente.

Palavras-chave: Cerrado, floração, floresta higrófila, frutificação, sazonalidade.

ABSTRACT

Reproductive Phenology of Plant Community in Veredas Ecosystems in Southeastern Brazil

Veredas are flooded ecosystems in the Cerrado, ecologically important and highly threatened. The description of the reproductive phenological pattern of the plant community in these environments and the evaluation of the influence of abiotic factors on flowering and fruiting of its species can help to understand the ability of plants to reproduce and adapt to various environmental variations. We followed the reproductive phenology of the plant community of two veredas, under different soil water conditions and landscape changes, to answer: (i) is the reproductive phenological pattern related to seasonality? (ii) does the reproductive phenological pattern differ between the two distinct microenvironments of the veredas (open area and hygrophilous forest)? (iii) does the phenological reproductive pattern differ between the two veredas in relation to soil moisture and landscape modification? (iv) which of the environmental variables tested (temperature, precipitation, photoperiod and water table level) affects or influences flowering and fruiting in these ecosystems? The study was developed in the Almescla Footpath, in the Pandeiros River Environmental Protection Area (APA Rio Pandeiros), in Bonito de Minas and in the Peruaçu Footpath, in the Veredas do Peruaçu State Park, in Cônego Marinho, northern Minas Gerais State. A total of 91 species (36 families) were monitored, from a phytosociological study conducted in the Almescla and Peruaçu veredas in 2017. Phenological observations were carried out monthly, during 36 months, in the Almescla vereda, from March 2018 to February 2021 and during 24 months in the Peruaçu vereda, from August 2018 to July 2020. During the monitoring, the presence or absence of the reproductive phenophases of flowering (emergence of floral buds and open flowers) and fruiting (immature

and mature fruits) were recorded for all species studied. To evaluate the seasonality of the reproductive phenophases, circular statistical analyses were performed. The determination of the influence of climatic and environmental variables, was made from multiple regressions. Despite the absence of seasonality effect, there is a relationship of the reproductive phenology of the Almescla and Peruaçu vereda with the rainy season and the dry season, respectively. A divergent phenological pattern was observed between the microenvironments of open area and hygrophilous forest and between the veredas, which are under the same climatic conditions, but with different hydric conditions and landscape structure. Among the environmental variables tested, the temperature showed more correlations with the phenophases, but with the lowest values. The highest correlations observed were of the flowering of the species with the water table level. The seasonal climate is considered the main factor capable of defining the phenological patterns of the Cerrado vegetation, resulting in a wide diversity of phenological strategies. The decrease in water table levels in the Peruaçu vereda, which has caused the drying of this ecosystem, is the main cause of landscape modification, which leads to the colonization of species from drier environments and consequently, changes in phenological patterns of this environment.

Key-words: Cerrado, Flowering, Hygrophilous Forest, Fruiting, Seasonality.

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO	15
MÉTODOS.....	19
Áreas de estudo	19
Espécies estudadas	20
Coleta de dados.....	20
Análise de dados.....	21
RESULTADOS	22
Padrão fenológico reprodutivo	22
Correlação com as variáveis ambientais	24
DISCUSSÃO.....	25
Influência da Sazonalidade.....	25
Microambientes.....	26
Diferenças entre veredas.....	26
Correlações com as variáveis ambientais.....	27
AGRADECIMENTOS.....	29
REFERÊNCIAS.....	29
FIGURAS.....	37
Legenda das figuras.....	37
APÊNDICES.....	43

1 Artigo formatado de acordo com a Revista Austral Ecology

2

3

4 **Condições hídricas do solo afetam o padrão fenológico da comunidade**
5 **vegetal em ecossistemas de veredas no Sudeste do Brasil**

6

7

8

9

10 Silva, Ana F. ⁽¹⁾ Nunes, Yule R.F. ^(1,2) Souza, Camila S. ⁽¹⁾ Ribeiro, Leonardo M. ^(1,2), Azevedo,

11 Islaine, F. P. ^(1,2)

12

13 ¹Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, Departamento de Biologia Geral -

14 Universidade Estadual de Montes Claros. Avenida Dr. Ruy Braga, S/N - Bairro Vila

15 Mauricéia - Montes Claros - Minas Gerais. 39401-089, Brazil.

16 ²Departamento de Biologia Geral – Universidade Estadual de Montes Claros. Avenida Dr.

17 Ruy Braga, S/N - Bairro Vila Mauricéia - Montes Claros - Minas Gerais. 39401-089, Brasil.

18

(E-mail: islaine.azevedo@unimontes.br)

19 **Resumo**

20 As veredas são ecossistemas úmidos do bioma Cerrado, importantes ecologicamente e
21 altamente ameaçados. O estudo dos padrões fenológicos nestes ambientes pode auxiliar no
22 entendimento dos ciclos biológicos das comunidades vegetais. Acompanhamos a fenologia
23 reprodutiva da comunidade vegetal de duas veredas, localizadas no Norte do estado de Minas
24 Gerais, sob diferentes condições hídricas e mudanças na paisagem, para respondermos: (i) o
25 padrão fenológico reprodutivo está relacionado com a sazonalidade do ambiente? (ii) o padrão
26 fenológico reprodutivo difere entre dois microambientes distintos (área aberta e floresta
27 higrófila)? (iii) o padrão fenológico reprodutivo difere entre as duas veredas que apresentam
28 diferenças em relação a umidade do solo e modificação da paisagem? (iv) qual das variáveis
29 ambientais (temperatura, precipitação, fotoperíodo e nível do lençol freático) apresenta maior
30 correlação com a floração e a frutificação nesses ecossistemas? Durante o acompanhamento,
31 foi registrada a presença ou ausência das fenofases reprodutivas de floração e frutificação, para
32 91 espécies (36 famílias). Para avaliação da sazonalidade das fenofases reprodutivas foram
33 realizadas estatística circular. A determinação da influência das variáveis climáticas e
34 ambientais, foi realizada a partir de regressões múltiplas. Encontramos um padrão fenológico
35 divergente entre áreas de estudo. Apesar da ausência de efeito da sazonalidade há uma relação
36 da fenologia reprodutiva da vereda Almescla e da vereda Peruaçu com a estação chuvosa e com
37 a estação seca, respectivamente. As maiores correlações observadas foram da floração das
38 espécies com o nível do lençol freático. O clima sazonal é considerado o principal fator capaz
39 de definir os padrões fenológicos da vegetação do bioma Cerrado, tendo como consequência
40 uma ampla diversidade de estratégias fenológicas. A diminuição nos níveis do lençol freático
41 na vereda Peruaçu, é o principal impacto causador da modificação da paisagem, que leva a

42 colonização de espécies de ambientes mais secos e conseqüentemente, mudança nos padrões
43 fenológicos desse ambiente.

44 **Palavras-chave:** Sazonalidade, Cerrado, Fitofisionomia, Fenologia, Comunidade vegetal.

45

46 **Abstract**

47 Veredas are flooded ecosystems in the Cerrado, ecologically important and highly threatened.

48 The study of phenological patterns in these environments can help to understand the biological

49 cycles of plant communities. We followed the reproductive phenology of the plant community

50 of two veredas, located in the north of Minas Gerais state, under different water conditions and

51 landscape changes, to answer: (i) is the reproductive phenological pattern related to the

52 seasonality of the environment? (ii) does the reproductive phenological pattern differ between

53 two distinct microenvironments (open area and hygrophilous forest)? (iii) does the phenological

54 reproductive pattern differ between two veredas that present differences in relation to soil

55 moisture and landscape modification? (iv) which of the environmental variables (temperature,

56 precipitation, photoperiod and water table level) presents a greater correlation with flowering

57 and fruiting in these ecosystems? During monitoring, the presence or absence of the

58 reproductive phenophases of flowering and fruiting were recorded for 91 species (36 families).

59 To evaluate the seasonality of reproductive phenophases, circular statistics were performed.

60 The determination of the influence of climatic and environmental variables, was performed

61 from multiple regressions. We found a divergent phenological pattern among study areas.

62 Despite the absence of seasonality effect there is a relationship of the reproductive phenology

63 of the vereda Almescla and vereda Peruaçu with the rainy season and the dry season,

64 respectively. The highest correlations observed were of the flowering of the species with the

65 water table level. The seasonal climate is considered the main factor capable of defining the

66 phenological patterns of the Cerrado biome vegetation, resulting in a wide diversity of
67 phenological strategies. The decrease in water table levels in the Peruaçu vereda is the main
68 impact causing landscape modification, which leads to the colonization of species from drier
69 environments and consequently, change in phenological patterns of this environment.

70 **Key-words:** Seasonality, Cerrado, Phytophysiognomy, Phenology, Plant Community.

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85 INTRODUÇÃO

86 Estudos fenológicos de plantas são importantes para o entendimento da dinâmica de
87 comunidades vegetais, dos padrões de distribuição das espécies, ocorrência em diferentes tipos
88 de vegetação, estabelecimento e sobrevivência em diferentes habitats e nas respostas as
89 mudanças climáticas (Fenner 1998; Ferraz *et al.* 1999; Morellato *et al.* 2016). Como a fenologia
90 de espécies vegetais pode ser regulada por fatores abióticos, bióticos e filogenéticos (Borchert
91 *et al.* 2004; Springate & Kover 2014; Staggmeier *et al.* 2010), estes estudos também funcionam
92 como indicadores das respostas das plantas às condições edáficas e ambientais locais, bem
93 como nas interações com polinizadores e dispersores de sementes (Fournier 1974; Borchert
94 1980; Van Schaik *et al.* 1993; Nadia *et al.* 2012)

95 Entre os fatores abióticos, as variáveis climáticas, como temperatura, duração do dia e
96 precipitação, são os principais influenciadores da floração em ecossistemas tropicais (Morellato
97 & Haddad 2000; Martins *et al.* 2021). A precipitação é vista como reguladora de padrões
98 fenológicos em regiões de clima tropical sazonal (Morellato & Haddad 2000 Morellato *et al.*
99 2013; Azevedo *et al.* 2014), enquanto que mudanças na temperatura têm sido consideradas
100 gatilhos fenológicos menos importante (Morellato e Haddad 2000; Morellato *et al.* 2013). No
101 entanto, esses dois fatores climáticos podem ajustar a fenologia de plantas de florestas tropicais,
102 regendo seu comportamento fenológico em diferentes ambientes (Studer *et al.* 2005; Rubim *et*
103 *al.* 2010; Azevedo *et al.* 2014). O fotoperíodo também é capaz de influenciar o tempo, duração
104 e sincronia da fenologia reprodutiva (Morellato *et al.* 2016).

105 Estudos tem demonstrado os efeitos da sazonalidade em padrões fenológicos de
106 florestas tropicais sazonais, relacionando a produção de flores e frutos com as diferentes
107 estações, seca e chuvosa, mesmo havendo outros fatores ambientais relevantes (Morellato *et al.*

108 2013, 2016; Zimmerman *et al.* 2007; Mendoza *et al.* 2017; Genini *et al.* 2021). Em ambientes
109 sazonais, onde o clima é capaz de definir a época e a duração das fenofases reprodutivas, a
110 floração e frutificação podem sofrer variação ao longo do tempo (Morellato *et al.* 2013, 2016).
111 Mudanças temporais na abundância de flores e frutos representam grande impacto nas
112 interações entre plantas e animais, e conseqüentemente, nas populações que dependem desses
113 recursos vegetais (Morellato *et al.* 2016).

114 Além da sazonalidade, a disponibilidade de água no solo também pode influenciar o
115 padrão fenológico das plantas (Borchert *et al.* 2004; Cortés-Flores *et al.* 2017). Variações
116 fenológicas entre diferentes habitats, sujeitos às mesmas condições climáticas, resultam da
117 interrelação de outras características ambientais como alterações estruturais, florísticas,
118 proporções de formas de vida e diferenças no regime hídrico dos solos (Newstrom *et al.* 1994;
119 Bencke & Morellato 2002; Borchert *et al.*, 2002; Ramirez 2002; Borchert *et al.* 2004; Tannus *et*
120 *al.* 2006). São poucos os trabalhos que abordam a influência de variáveis ambientais locais no
121 padrão fenológico de plantas, e esta abordagem é importante para ajudar a compreender
122 variações fenológicas como uma estratégia de sobrevivência das espécies em diferentes
123 ambientes (Borchert 1980; Goulart *et al.* 2005).

124 O Cerrado compreende uma série de ecossistemas que possuem diferentes
125 características ecológicas e paisagísticas (Klink *et al.* 1993; Ribeiro & Walter 1998; Oliveira
126 Filho & Ratter 2002; Coutinho 2006; Tannus *et al.* 2006). Além de uma complexidade de
127 fisionomias e formações (Cardoso & Lomônaco 2003; Rocha Filho & Lomônaco 2006), em
128 que variações nos padrões de crescimento e reprodução de suas espécies vegetais estão
129 diretamente ligadas com a sazonalidade climática presente no bioma (Tannus *et al.* 2006). O
130 clima e precipitação sazonais ao longo do ano são características singulares do bioma e

131 determinam a existências de dois períodos climáticos claramente definidos, um período quente
132 e chuvoso e outro seco e frio (Eiten 1972; Sarmiento 1984; Lenza e Klink 2006).

133 As veredas são fitofisionomias do Cerrado que ocorrem em áreas úmidas e exibem uma
134 vegetação oriunda da ocorrência de vários microambientes (Ribeiro & Walter 1998; Araújo *et*
135 *al.* 2002; Tannus *et al.* 2006). Estes ambientes apresentam um padrão de zonação que, em que
136 microambientes diferem em composição florística, características edáficas e umidade do solo,
137 relacionada à profundidade do lençol freático (Araújo *et al.* 2002; Meirelles *et al.* 2004; Ramos
138 *et al.* 2006). Desta forma, coexistem uma formação aberta, com características savânicas,
139 componente herbáceo/arbustivo e solo úmido, na qual o lençol freático é sub-superficial e outro
140 ambiente com uma formação florestal higrófila densa, com o predomínio do componente
141 arbóreo, na região de exsudação do lençol, onde pode se formar um canal fluvial (Nunes *et al.*
142 2015; Nunes *et al.* 2022).

143 As veredas estão passando por modificações na paisagem devido à intensas
144 interferências antrópicas locais, como criação de animais domésticos, lavoura, colheita de
145 madeira, pastagem e queimadas, (Ávila *et al.* 2021) além de alterações no clima (Nunes *et al.*
146 2015; Nunes *et al.* 2022; Silva *et al.* 2022 no prelo). O rebaixamento do nível do lençol freático
147 é o principal impacto da modificação da paisagem observado em algumas veredas (Nunes *et al.*
148 2022). Este processo leva à descaracterização na formação original e modificações na
149 composição da flora, como consequência de uma colonização por espécies das áreas mais secas,
150 circundantes do cerrado (Ávila *et al.* 2016, 2021; Nunes *et al.* 2022). Tais interferências estão
151 afetando severamente as condições bióticas e abióticas dos ambientes desses ecossistemas,
152 principalmente nas áreas abertas que estão mais expostas às ações antrópicas e suas espécies
153 são as mais suscetíveis às mudanças ambientais (Araújo *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2009). Essa

154 mudança de paisagem pode ter efeitos na diversidade funcional e nos aspectos reprodutivos na
155 comunidade de plantas (Leal *et al.* 2018; Silva *et al.* 2022 no prelo).

156 A descrição do padrão fenológico reprodutivo da comunidade vegetal de veredas e a
157 avaliação da influência de fatores abióticos sobre a floração e frutificação de suas espécies pode
158 auxiliar no entendimento da capacidade das plantas em reproduzir, manter-se e adaptar-se à
159 diversas variações ambientais, e consequentemente auxiliar na previsão dos efeitos de
160 alterações no ecossistema. Nesse estudo, ao longo de 36 meses, acompanhamos a fenologia de
161 floração e frutificação da comunidade vegetal de duas veredas, sob diferentes condições
162 hídricas e mudanças na paisagem, para respondermos as seguintes questões: (i) o padrão
163 fenológico reprodutivo está relacionado com a sazonalidade? (ii) o padrão fenológico
164 reprodutivo difere entre dois microambientes distintos (área aberta e floresta higrófila)? (iii) o
165 padrão fenológico reprodutivo difere entre as duas veredas que apresentam diferenças em
166 relação a umidade do solo e modificação da paisagem? (iv) qual das variáveis ambientais
167 (temperatura, precipitação, fotoperíodo e nível do lençol freático) apresenta maior correlação
168 com a floração e a frutificação nesses ecossistemas? A vereda Almescla possui características
169 típicas do ecossistema, enquanto que a vereda Peruaçu apresenta alta modificação na paisagem
170 e secamento avançado. Portanto, esperávamos encontrar um padrão fenológico sazonal na
171 vereda Almescla semelhante ao de florestas higrófilas e um padrão na vereda Peruaçu
172 relacionado com ambientes mais secos do Cerrado, pela diferença entre os microambientes e
173 devido a diferença hídrica existente.

174

175

176

177 **MÉTODOS**

178 **Áreas de Estudo**

179 O estudo foi desenvolvido em duas veredas localizadas no norte do Estado de Minas
180 Gerais, na região sudeste do Brasil. O clima da região é do tipo Aw, segundo Koppen (Alvares
181 *et al.* 2014), com uma estação seca bastante evidente no inverno, que se estende por 5 meses,
182 de maio à setembro e uma estação com chuvas, que se concentram entre os meses de novembro
183 a janeiro (Azevedo *et al.* 2014). As médias térmicas anuais se resumem a valores próximos a
184 22,2 °C a 22,7 °C e precipitação média anual variando de 1.008 a 1.073 mm (Azevedo *et al.*
185 2014). A temperatura média variou de 18°C, em julho de 2018, a 37°C em novembro de 2019.
186 O mês com maior índice pluviométrico registrado foi novembro de 2018, com 298 mm de chuva
187 (Fig. 1).

188 A vereda Almescla (15°20'54,9" S e 44°53'84,5" W) localizada na Área de Proteção
189 Ambiental do Rio Pandeiros (APA Rio Pandeiros), município de Bonito de Minas, que embora
190 tenha suportado ações antrópicas ao longo de sua extensão (Nunes *et al.* 2015), ainda apresenta
191 composição florística característica do ecossistema, umidade do solo e formação da calha no
192 fundo da vereda, com a proximidade do lençol freático (Nunes *et al.* 2022). A vereda Peruaçu
193 (14°56'13" S e 44°37'44" W), apesar de estar localizada em uma unidade de conservação de
194 proteção integral, no Parque Estadual Veredas do Peruaçu, município de Cônego Marinho,
195 apresenta um estágio avançado de secamento, proveniente do rebaixamento do nível do lençol
196 freático, ocasionando alterações na sua composição florística e modificação na paisagem, como
197 a mortalidade de muitas plantas e a colonização do ambiente por espécies típicas do cerrado
198 (Nunes *et al.* 2022) (Fig. 2). Nas veredas da região foram reconhecidos os solos como
199 distróficos e arenosos (Nunes *et al.* 2015), classificado como Histossolos (IUSS Working
200 Group WRB 2015; Nunes *et al.* 2022).

201 **Espécies Estudadas**

202 As espécies estudadas foram selecionadas a partir de estudo fitossociológico realizado
203 nas veredas Almescla e Peruaçu, no ano de 2017. O método de parcela foi utilizado para
204 amostrar a comunidade de plantas nas áreas de estudo (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).
205 Dois ambientes distintos ligados a composição florística e drenagem do solo foram definidos
206 como floresta higrófila e área aberta nas veredas avaliadas. Na vereda Almescla, as parcelas
207 foram alocadas e distribuídas em três transectos paralelos ao seu canal fluvial. A quantidade de
208 parcelas em cada transecto variaram de acordo com a extensão e a largura da vereda. Na floresta
209 higrófila, em um transecto próximo ao canal fluvial, foram alocadas 30 parcelas de 10 m x 20
210 m, com 150 m de distância entre elas, totalizando 0,6 ha. Nessas parcelas, foram amostrados
211 todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com circunferência à altura do peito ≥ 5 cm a 1,30m
212 do solo. Na área aberta, a partir de 10 m da borda da floresta higrófila, foram alocados dois
213 transectos paralelos e separados por 20 m. Foram distribuídas 20 parcelas de 20 m x 10 m, com
214 150 m de distância entre elas, no transecto mais próximo da borda da floresta higrófila e 18
215 parcelas no transecto mais distante, totalizando 0,7 ha. Nesse ambiente, todos os indivíduos
216 lenhosos com diâmetro ao nível do solo ≥ 5 cm dentro das parcelas foram amostrados. O método
217 de amostragem utilizado na vereda Peruaçu foi semelhante. Porém, no ambiente de área aberta
218 não foi possível a alocação de dois transectos, por conta da modificação da paisagem que essa
219 vereda apresenta. Assim, apenas um transecto foi estabelecido ao longo da área aberta, com 27
220 parcelas.

221 Foram registrados, ao todo, 2.268 indivíduos de 91 espécies pertencentes a 36 famílias.
222 A família Fabaceae foi a mais representativa com 17 espécies, seguida por Melastomataceae
223 com nove e Malpighiaceae e Vochysiaceae com sete espécies cada. No ambiente de floresta

224 higrófila, o Peruaçu monitoramos 43 espécies e a Almescla 37 espécies. Já para a área aberta,
225 o Peruaçu acompanhamos 26 espécies e a Almescla 32 espécies.

226 **Coleta de dados**

227 As observações fenológicas foram realizadas mensalmente durante 36 meses na vereda
228 Almescla, de março de 2018 à fevereiro de 2021 e durante 24 meses na vereda Peruaçu, de
229 agosto de 2018 à julho de 2020. Durante as observações, foi registrada a presença ou ausência
230 das fenofases reprodutivas de floração (surgimento dos botões florais e flores abertas) e
231 frutificação (frutos imaturos e maduros), para todas as espécies estudadas. (Fournier 1974) Para
232 cada mês, foram quantificadas todas as espécies que apresentaram flor ou fruto, para validar a
233 intensidade de cada fenofase. Todos os indivíduos que foram avaliados para o acompanhamento
234 fenológico estão dentro das parcelas do estudo fitossociológico.

235 **Análise dos dados**

236 Para avaliar a sazonalidade no padrão fenológico reprodutivo das plantas, em toda a
237 comunidade e entre os ambientes, foram realizadas estatísticas circulares. Para isso foram
238 calculados o desvio padrão circular, a média circular (μ) e o comprimento do vetor médio (r),
239 que representa como os dados estão agrupados em torno da média (0 - uniformemente
240 distribuído, 1 - agrupado). Em seguida, foi realizado o teste de Rayleigh, onde $p < 0,05$ indica
241 distribuição unimodal e, portanto, sazonalidade nos padrões de floração e frutificação. Os meses
242 foram convertidos em ângulos, sendo, 0° = janeiro, sucessivamente até 330° = dezembro, com
243 intervalos de 30° . Por fim, também comparamos a associação entre as fenofases reprodutivas
244 avaliadas e os dois ambientes de ocorrência nas duas veredas (área aberta, floresta higrófila e
245 toda a comunidade) usando o teste de Qui-quadrado no programa Oriana (Kovach 1994).

246 Para determinar a influência das variáveis climáticas e ambientais (fotoperíodo,
247 temperatura média, precipitação e nível do lençol freático - variáveis explicativas) na floração
248 e frutificação, entre o ambiente de área aberta e floresta higrofila, além de toda a comunidade
249 nas duas veredas estudadas (variáveis respostas), utilizamos regressões múltiplas no pacote
250 vegan (Oksanen *et al.* 2013) no programa R (R Development Core Team 2022). Anteriormente,
251 nós testamos a relação entre as variáveis utilizando correlações de Spearman. Como as variáveis
252 apresentaram baixa correlação (Correlações de Spearman: $r_s = -0.37$ até 0.38 ; $n = 36$ meses)
253 todas as variáveis ambientais mencionadas acima foram incluídas no modelo. Para a seleção do
254 modelo mais simples e parcimonioso sustentado pelos dados, selecionamos modelos baseados
255 no Critério de Informação Akaike (AIC) (Burnham & Anderson 2002). Dados meteorológicos
256 da área de estudo para o período entre março de 2018 e fevereiro de 2021 foram obtidos a partir
257 de estação meteorológica instalada nas duas veredas do estudo (Davis Vantage Pro 2 Plus)..
258 Durante esse período, as duas veredas não apresentaram diferenças na temperatura média e
259 precipitação total. Além da confirmação visual, o nível do lençol freático (carregado e não
260 carregado) foi medido em ambas as veredas, considerando os ambientes de área aberta e floresta
261 higrófila, ao longo de 20 meses (julho / 2019 a agosto / 2021).

262

263 **RESULTADOS**

264 **Padrão fenológico reprodutivo**

265 Na vereda Almescla foi encontrado um padrão fenológico reprodutivo mais evidente
266 concentrado na estação chuvosa, com a floração entre os meses de outubro à novembro e a
267 frutificação entre dezembro à janeiro. No entanto, apenas a floração na floresta higrófila teve
268 uma sazonalidade significativa. Os resultados obtidos para os primeiros 12 meses de observação

269 (mar/18 a fev/19) mostraram uma sazonalidade marcante para essa fenofase, com um pico de
270 floração no início da estação chuvosa, em outubro ($p < 0,05$; $r = 0,557$). Enquanto que para o
271 ambiente de área aberta, as espécies apresentaram uma floração contínua ao longo do ano, mas,
272 florescendo preferencialmente no mês de setembro ($p < 0,05$; $r = 0,339$) (Fig. 3A). A frutificação
273 foi contínua ao longo do ano, com um maior número de espécies com frutos em dezembro, na
274 vereda ($p < 0,05$; $r = 0,179$) e na área aberta ($p < 0,05$; $r = 0,21$) e em novembro, na floresta
275 higrófila ($p < 0,05$; $r = 0,171$) (Fig. 3B). Nos 12 meses seguintes (mar/19 a fev/20), apesar da
276 floração ter sido contínua, as espécies concentraram a época de floração principalmente no mês
277 de novembro, na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,311$) e na floresta higrófila ($p < 0,05$; $r = 0,389$) e em
278 outubro, na área aberta ($p < 0,05$; $r = 0,276$) (Fig. 3C). A frutificação também foi contínua, mas
279 com maior intensidade no mês de dezembro, na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,233$) e na área aberta
280 ($p < 0,05$; $r = 0,295$) e em novembro, na floresta higrófila ($p < 0,05$; $r = 0,176$) (Fig. 3D). O padrão
281 fenológico do terceiro ano (mar/20 a fev/21) foi semelhante aos primeiros 12 meses de
282 observação, apresentando uma sazonalidade marcante apenas para a floração na floresta
283 higrófila, no mês de novembro ($p < 0,05$; $r = 0,527$). Mesmo não sendo sazonal a floração foi
284 mais intensa no ambiente de área aberta, no mês de outubro ($p < 0,05$; $r = 0,36$) e em novembro,
285 na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,42$) (Fig. 3E). A frutificação também foi contínua, com maior
286 intensidade observada no mês de janeiro, na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,347$) e na floresta higrófila
287 ($p < 0,05$; $r = 0,338$) (Fig. 3F). De acordo com os nossos resultados, o ambiente de área aberta da
288 vereda Almescla apresentou um padrão fenológico, tanto da floração ($p < 0,05$) quanto da
289 frutificação ($p < 0,05$), divergente da floresta higrófila e da vereda, considerando todo o
290 ecossistema (Apêndice S1 e S2).

291 Na vereda Peruaçu os resultados para o primeiro ano de observação (ago/18 a jul/19)
292 mostraram um padrão fenológico mais contínuo para as fenofases de floração e frutificação,

293 porém, mais notório durante a estação seca. As espécies floresceram, preferencialmente, no mês
294 de junho, na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,133$) e na área aberta ($p = 0,191$; $r = 0,056$) e em julho na
295 floresta higrófila ($p < 0,05$; $r = 0,2$) (Fig. 4A). Do mesmo modo para a frutificação, com um
296 maior número de espécies com frutos em junho, na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,271$) e na área aberta
297 ($p < 0,05$; $r = 0,264$) e em julho na floresta higrófila ($p < 0,05$; $r = 0,286$) (Fig. 4B). O padrão
298 fenológico do segundo ano (ago/19 a jul/20) também foi contínuo, mas com distinção entre os
299 meses de maior intensidade das fenofases. A floração foi registrada para um maior número de
300 espécies no mês de setembro, na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,14$) e na floresta higrófila ($p < 0,05$; $r =$
301 $0,231$) e em janeiro na área aberta ($p < 0,05$; $r = 0,094$) (Fig. 4C). A frutificação teve mais
302 intensidade no mês de outubro, na vereda ($p < 0,05$; $r = 0,189$) e na floresta higrófila ($p < 0,05$; $r =$
303 $0,152$) e em setembro na área aberta ($p < 0,05$; $r = 0,309$) (Fig. 4D). Na vereda Peruaçu, o
304 ambiente de área aberta também apresentou o padrão fenológico da floração ($p < 0,05$) e da
305 frutificação ($p < 0,05$) divergente (Apêndice S3 e S4).

306

307 **Correlação com as variáveis ambientais**

308 A floração na vereda Almescla foi correlacionada de forma positiva com a temperatura
309 e o nível do lençol freático, nos dois ambientes, assim como a frutificação e a temperatura. A
310 temperatura foi a variável que mais apresentou correlações com as fenofases, porém, com os
311 menores valores. Já as correlações da floração com o nível do lençol freático foram as maiores
312 observadas. A frutificação não apresentou correlação com essa variável. Somente a frutificação
313 foi correlacionada com a precipitação e de forma negativa, na vereda e na floresta higrófila.
314 Quando analisada separadamente, a floração na floresta higrófila apresentou correlação positiva
315 com o fotoperíodo e na área aberta, a correlação foi negativa. Com a frutificação, essa variável
316 teve correlação positiva nos dois ambientes (Tab. 1).

317 Na vereda Peruaçu, foram observadas uma quantidade bem menor de correlações
318 significativas entre as fenofases e a variáveis. Houve correlação apenas entre a frutificação, da
319 vereda e da floresta higrófila, com a precipitação e de forma negativa. A frutificação na floresta
320 higrófila também teve correlação, porém positiva, com o nível do lençol freático. A floração
321 nessa vereda não apresentou nenhuma correlação com as variáveis ambientais testadas (Tab. 1)

322

323 **DISCUSSÃO**

324 **Influência da Sazonalidade**

325 Nossos resultados demonstraram que, apesar da ausência da distribuição sazonal no
326 padrão fenológico reprodutivo das veredas estudadas, há uma relação da fenologia reprodutiva
327 da vereda Almescla com a estação chuvosa e da vereda Peruaçu com a estação seca. A vereda
328 Almescla preserva todas as características típicas do ecossistema e, isso nos permite considerar
329 que o seu padrão fenológico observado seria o esperado para esse tipo de comunidade vegetal.
330 A sazonalidade reprodutiva pode ser encontrada de forma recorrente em muitas espécies do
331 Cerrado, com o clima sazonal sendo considerado o principal fator capaz de definir os padrões
332 fenológicos na vegetação do bioma (Oliveira e Gibbs 2000; Lenza e Klink 2006; Camargo *et*
333 *al.* 2011). Além dos fatores abióticos, a floração e frutificação podem ainda ser moldadas por
334 fatores bióticos, principalmente pelas interações entre planta-polinizador e planta-dispersor
335 (Ramírez 2006; Elzinga *et al.* 2007; Cortés-Flores *et al.* 2017; Genini *et al.* 2021; Martins *et al.*
336 2021). Como a sazonalidade das chuvas é típica do bioma (Gouveia & Felfili 1998), com o
337 aumento da oferta de recurso alimentar nessa época, pode haver aumento na diversidade desses
338 animais e facilitação das interações (Silva & Pedroni 2014). Sendo considerado um ajuste muito
339 importante para moldar a época de floração e frutificação de muitas plantas. No entanto,

340 algumas espécies frutificam em períodos diferentes do resto da comunidade (van Schaik *et al.*
341 1993), funcionando como espécies-chave para o recurso disponível para a fauna, além de evitar
342 a competição (Mulwa *et al.* 2013).

343 **Microambientes**

344 O padrão fenológico reprodutivo foi diferente entre os dois ambientes que compõem o
345 ecossistema, em ambas as veredas estudadas. O ambiente de área aberta exibiu um padrão
346 divergente ao encontrado na vereda e na floresta higrófila. Nesse ecossistema, as áreas abertas
347 estão mais expostas às mudanças antrópicas, suas espécies são as mais suscetíveis às mudanças
348 ambientais (Araújo *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2009) e alterações em relação aos aspectos
349 reprodutivos de suas plantas (Silva *et al.* 2022 no prelo). Além das variáveis climáticas da
350 região, as plantas também estão sujeitas às variações ambientais locais, que podem ter
351 influência nos padrões fenológicos (Borchert 1980; Van Schaik *et al.* 1993). Alterações no
352 comportamento fenológico das plantas pode ser uma resposta a diferenças de microhábitats
353 (Newstrom *et al.* 1994). Nestes casos, plantas próximas, mas que se encontram em ambientes
354 diferentes sobre vários aspectos, com características peculiares, podem sofrer interferências
355 diretas ou indiretas no seu padrão fenológico (Bencke & Morellato 2002).

356 **Diferenças entre veredas**

357 Foi evidenciando que a época em que ocorre as fenofases reprodutivas com maior
358 intensidade também é diferente entre as veredas, que estão sob as mesmas condições climáticas,
359 porém, sob diferentes condições hídricas e estrutura da paisagem. A época da floração e
360 frutificação durante a estação chuvosa, como ocorre na vereda Almescla, corroboram com
361 padrões encontrados em estudos de mata ciliar (Carmo & Morellato 2004; Reys *et al.* 2005).
362 Espécies comuns das florestas ciliares do Brasil Central apresentam flores e frutos em diferentes

363 épocas do ano, mas com um pico significativo no início da estação chuvosa. A época da floração
364 da vereda Peruaçu, ao contrário do que acontece na vereda Almescla, ocorre durante a estação
365 seca. Embora exista um alto custo para a produção de flores durante essa estação, muitas
366 espécies florescem fora da estação chuvosa, respondendo assim a outros fatores ambientais
367 (Borchet 2004, Cortes-Flores *et al.* 2017). A maior reprodução em solos secos pode indicar uma
368 resposta da planta a um ambiente desfavorável à sua reprodução. A vereda Peruaçu vem
369 passando por um processo de secamento e a diminuição do nível do lençol freático parece ser
370 o principal fator que causa a modificação da paisagem (Nunes *et al.* 2022), levando a perda de
371 sua caracterização original e as espécies comuns a vereda sendo substituídas por espécies do
372 Cerrado (Ávila *et al.* 2021, Nunes *et al.* 2022). Ambientes que apresentam alta sazonalidade
373 climática, tendem a apresentar um diversificado padrão de estratégias fenológicas, que pode
374 variar entre as diferentes fitofisionomias do Cerrado (Lenza & Klink 2006, Tannus *et al.* 2006,
375 Silva *et al.* 2011, Pilon *et al.* 2015). Levando a uma ampla diversidade nos padrões da fenologia
376 de floração, que pode estar ligado a estratégias que as plantas possuem no armazenamento de
377 água nos caules ou raízes profundas para acessar fontes de águas mais subterrâneas (Borchet
378 2004, Cortes-Flores *et al.* 2017).

379 **Correlações com as variáveis ambientais**

380 As correlações positivas da floração e frutificação com as variáveis ambientais na
381 vereda Almescla demonstraram que quanto maior o comprimento do dia, maiores temperaturas
382 e maior proximidade do lençol com a superfície, condições que ocorrem no verão e durante a
383 estação chuvosa, maior o número de espécies manifestando as fenofases. Dentre as variáveis
384 ambientais testadas, a temperatura pode ser considerada como um importante gatilho para a
385 floração e frutificação de plantas de veredas. Em muitos ambientes a temperatura tem se
386 mostrado o principal fator a influenciar o comportamento fenológico (Studer *et al.* 2005), sendo

387 considerada mais importante para algumas plantas de locais onde não há restrição hídrica
388 (Morellato *et al.* 2000). Nesses ambientes, onde não se espera ocorrer um estresse hídrico
389 acentuado, a floração e frutificação são influenciadas justamente pelo aumento da temperatura
390 (Morellato 1992; Reys *et al.* 2005). Já a precipitação, foi correlacionada de forma negativa com
391 a frutificação nas duas veredas, demonstrando que a água proveniente da chuva não deve ser
392 um gatilho fenológico para as espécies. Reforçando a preferência de muitas espécies em
393 florescer durante os meses com menores índices de precipitação na vereda Peruaçu. A chuva
394 pode não influenciar a época de frutificação das espécies de vereda, mas a água ainda disponível
395 no solo da floresta higrófila na vereda Peruaçu parece ser um fator determinante no
396 desenvolvimento dos frutos das plantas desse ambiente. São poucos os trabalhos que abordam
397 a influência de variáveis ambientais locais no comportamento fenológico das espécies vegetais,
398 e esta abordagem é importante para ajudar a compreender as relações entre a fenologia
399 reprodutiva e seus nichos climáticos como uma estratégia de sobrevivência das espécies em
400 diferentes ambientes (Borchert 1980; Goulart *et al.* 2005; Li *et al.* 2020).

401 O presente estudo traz uma importante contribuição para o conhecimento dos padrões
402 fenológicos das espécies vegetais de veredas, com a fenologia ocupando uma posição de
403 destaque no cenário atual das pesquisas sobre mudanças climáticas. As veredas, que estão sob
404 mesmas condições climáticas, apresentam padrão fenológico divergente, o que sugere que as
405 ações antrópicas são capazes de provocar a modificação da paisagem e, consequentemente,
406 alterações nos padrões fenológicos. Além disso, o padrão fenológico também foi diferente para
407 as diferentes áreas, área aberta, floresta higrófila e vereda, em ambas as áreas de estudo. Tais
408 diferenças podem ser explicadas pela forte sazonalidade climática observada no bioma Cerrado,
409 que tem como consequência, uma ampla diversidade de estratégias fenológicas no bioma. As
410 correlações com as variáveis ambientais mostram uma forte correlação das espécies com o

411 lençol freático, sugerindo que o secamento da vereda Peruaçu, que proporciona a colonização
412 por espécies circundantes de ambientes mais secos, tem forte influência na fenologia das
413 espécies. Por fim, estudos futuros devem se concentrar na avaliação das mudanças ambientais
414 locais no comportamento fenológico de espécies de veredas, a fim de compreender a variação
415 nos padrões fenológicos como uma estratégia de sobrevivência das espécies em diferentes
416 ambientes, principalmente naqueles que foram modificados.

417

418 **AGRADECIMENTOS**

419 Essa pesquisa foi financiada pelo Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração
420 (Sítio PELD-VERE) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -
421 CNPq (Processo 441440/2016-9), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
422 Superior - CAPES (Código de Financiamento 88887.136273/2017-00), Fundação de Amparo
423 a Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG (APQ-04816-17) e Ministério da Ciência,
424 Tecnologia e Inovações - MCTI.

425

426 **REFERÊNCIAS**

427 Alvares C. A., Stape J. L., Sentelhas P. C., Gonçalves J. L. M., Sparovek G. (2014) Koppen's
428 climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6):711–728.

429 Araújo G. M., Barbosa A. A. A., Arantes A. A., Amaral A. F. (2002) Composição florística de
430 veredas no município de Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25 (4):475-493.

- 431 Ávila M. A., Souza S. R., Veloso M. D. D. M., Santos R. M., Fernandes L. A., Nunes Y. R. F.
432 (2016) Structure of natural regeneration in relation to soil properties and disturbance in two
433 swamp forests. *Cerne* 22: 1-10.
- 434 Ávila M. A., Mota N. M., Souza S. R., Santos R. M., Nunes Y. R. F. (2021) Diversity and
435 structure of natural regeneration in swamp forests in Southeastern Brazil. *Floram* 28:1-7.
- 436 Azevedo I. F. P., Nunes Y. R. F., Ávila M. A., Silva D. L., Fernandes G. W., Veloso R. B.
437 (2014) Phenology of riparian tree species in a transitional region in southeastern Brazil.
438 *Brazilian Journal of Botany* 37(1):47–59.
- 439 Bencke C. S. C., Morellato P. C. (2002) Estudo comparativo da fenologia de nove espécies
440 arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de*
441 *Botânica* 25(2): 237-248.
- 442 Borchert R. (1980) Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O.F.
443 Cook. *Ecology* 61:1065-1074.
- 444 Borchert R., Rivera G. & Hagnauer W. (2002) Modification of vegetative phenology in a
445 tropical semideciduous forest by abnormal drought and rain. *Biotropica* 34:27-39.
- 446 Borchert R., Meyer R. S., Felger and L. Porter-Bolland. (2004) Environmental control of fl
447 owering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forest. *Global Ecology and*
448 *Biogeography* 13 : 409 – 425.
- 449 Burnham K. P., Anderson D. R. (2002) Model selection and multimodel inference a practical-
450 theoretic approach. Springer, Verlag.

- 451 Camargo M. G. G., Souza R. M., Reys P., Morellato L. P. C. (2011) Effects of environmental
452 conditions associated to the cardinal orientation on the reproductive phenology of the
453 cerrado savana tree *Xylopia aromatica*(Annonaceae). *An. Acad. Bras. Cienc.* 83(3).
- 454 Cardoso G. L., Lomônaco C. (2003) Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia*
455 *calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Revista Brasileira*
456 *de Botânica*, 26(1) :131-140.
- 457 Cortés-Flores J., Hernández-Esquivel K. B., González-Rodríguez A., Ibarra-Manríquez G.
458 (2017) Flowering phenology, growth forms and pollination syndromes in a tropical dry
459 forest species: influence of phylogeny and abiotic factors. *Am J Bot* 104:39–49.
- 460 Coutinho L. M. (2006). O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 20, n. 1,
461 p. 13-23.
- 462 Eiten G. (1972) The Cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38(2): 201-341.
- 463 Elzinga J. A., Atlan A., Biere A., Gigord L., Weis A. E., Bernasconi G. (2007) Time after time:
464 flowering phenology and biotic interactions. *Trends Ecol Evol.* 22(8):432-9.
- 465 Fenner M. (1998) The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspectives in Plant*
466 *Ecology, Evolution and Systematics*, 1, 76-91.
- 467 Ferraz D. K., Artes R., Mantovani W., Magalhães L. M. (1999) Fenologia de árvores em
468 fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 59:305–317.
- 469 Fournier S. (1994) A consumer-brand relationship framework for strategic brand management.
470 Dissertation at the University of Florida.

- 471 Genini J., Guimarães Jr P. R. G., Sazima M., Sazima I., Morellato L. P. C. (2021) Temporal
472 organization among pollination systems in a tropical seasonal forest. *The Science of Nature*
473 108:34.
- 474 Goulart M. F., Lemos Filho J. P., Lovato M. B. (2005) Phenological variation within and among
475 populations of *Plathymenia reticulata* in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and
476 transitional sites. *Ann Bot* 96:445–455.
- 477 Gouveia G. P., Felfili J. M. (1998) Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria
478 no Brasil Central. *Revista Árvore*: 443-450.
- 479 IUSS Working Group WRB (2015) World Reference Base for Soil Resources 2014, update
480 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil
481 maps. World Soil Resources Reports, vol 106. FAO, Rome.
- 482 Klink C. A., Moreira A. G., Solbrig O. T. (1993) Ecological impact of agricultural development
483 in the Brazilian Cerrados. *In* The world's savannas: Economic driving forces, ecological
484 constraints and policy options for sustainable land use. (M. D. Young & O. T. Solbrig, eds).
485 MAB Series Parthenon Publishing, London, v.12. p. 259-283.
- 486 Kovach W. L. (1994) Oriana for Windows, version 1.03. Kovach Computer Services, Pentraeth,
487 Wales, UK.
- 488 Leal I. R., Lopes A. V., Machado I. C., Tabarelli M. (2018) Interações planta-animal na
489 Caatinga: visão geral e perspectivas futuras. *Ciência e Cultura*, v. 70, p. 35-40.
- 490 Lenza E. & Klink C. A. (2006) Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado
491 sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 29:627–638.

- 492 Martins A. E., Camargo M. G. G., Morellato L. P. C. (2021) Flowering Phenology and the
493 Influence of Seasonality in Flower Conspicuousness for Bees. *Frontiers in Plant Science*.
- 494 Meirelles M. L., Guimarães A. J. M., Oliveira R. C., Araújo G.M., Ribeiro J. F. (2004) Impactos
495 sobre o estrato herbáceo de Áreas Úmidas do Cerrado. In: Aguiar, L. M. S.; Camargo, A. J.
496 A. Cerrado: ecologia e caracterização. *Planaltina: Embrapa Cerrados*, p. 41-68.
- 497 Mendoza I., Peres C. A., Morellato L. P. C. (2017) Continental-scale patterns and climatic
498 drivers of fruiting phenology: A quantitative Neotropical review. *Global and Planetary*
499 *Change*, 148, 227–241.
- 500 Morellato L. P. C & H. F. LEITÃO FILHO. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra
501 do Japi. In L. P. C. Morellato (Ed.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação
502 de uma área florestal no Sudeste do Brasil, pp. 112–140. Editora da Unicamp/Fapesp,
503 Campinas, Brasil.
- 504 Morellato L. P. C. & Haddad C. F. B. (2000) The Brazilian Atlantic rainforest: Diversity,
505 ecology and conservation. *Biotropica* 32: 786–792.
- 506 Morellato L. P. C., Camargo M. G. G., Gressler E. (2013) A review of plant phenology in South
507 and Central America. In: Schwartz M.D. (Ed), Phenology: na integrative environmental
508 science. Springer; Dordrecht, Netherlands: 91-113.
- 509 Morellato L. P. C., Alberton B., Alvarado S. T., Borges B. D., Buisson E., Camargo M. G. G.,
510 et al. (2016) Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation*, 195,
511 60-72.
- 512 Mueller-Dombois D., Ellenberg H. (1974) Aims and methods of vegetation ecology. John
513 Wiley & Sons, New York.

- 514 Mulwa R. K., Neuschulz E. L., Böhning-Gaese K., Schleuning M. (2013) Seasonal fluctuations
515 of resource abundance and avian feeding guilds across forest–farmland boundaries in
516 tropical Africa. *Oikos*, 122(4), 524-532.
- 517 Nadia T. L., Morellato L. P. C., Machado I. C. (2012) Reproductive phenology of a northeast
518 Brazilian mangrove community: Environmental and biotic constraints. *Flora*.
- 519 Newstrom L. E., Frankie G. W., Baker H. G. (1994) A new classification for plant phenology
520 based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica.
521 *Biotropica* 26(2): 141-159.
- 522 Nunes Y. R. F., Bahia T. O., Avila M. A., Veloso M. D. M., Santos R. M. (2015) Florística e
523 fitossociologia das comunidades arbóreas de *veredas*: um estudo de caso no norte de Minas
524 Gerais, Brasil. In: Eisenlohr PV, Felfili JM, Melo MMRF, Andrade LA, Meira-Neto JAA
525 (org) Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos, vol 2. Editora UFV, Viçosa, pp.
526 264-287.
- 527 Nunes Y. R. F., Souza C. S., Azevedo I. F. P., Oliveira O. S., Frazão L. A., Fonseca R. S.,
528 Santos R. M., Neves W. V. (2022). Vegetation structure and edaphic factors in *veredas*
529 reflect different conservation status in these threatened areas. *Forest Ecosystems*.
- 530 Oksanen J., Blanchet F. G., Kindt R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara R. B., & Oksanen,
531 M. J. (2013). Package 'vegan'. Community ecology package, version, 2(9), 1-295.
- 532 Oliveira P. E. & Gibbs P. (2000) Reproductive biology of woody plants in a Cerrado community
533 of Central Brazil. *Flora*, 195, 311-324.
- 534 Oliveira-Filho A. T. & Ratter J. A. (2002) Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the
535 Cerrado Biome. In: Oliveira P. S. & Marquis, R. J. (ed.). The Cerrados of Brazil: ecology

- 536 and natural history of a neotropical savanna. New York: *Columbia University Press*, p. 91-
537 120.
- 538 Oliveira G. O., Araújo G. M., Barbosa A. A. A. (2009) Florística e zonação de espécies vegetais
539 em veredas no Triângulo Mineiro, Brasil. *Rodriguésia* 60 (4): 1077-1085.
- 540 Pilon N., Udulutsch R., Durigan G. (2015) Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em
541 condições de cultivo. *Hoehnea*. 42. 425-443.
- 542 Ramírez N. (2002) Reproductive phenology, life-forms, and habitats of the venezuelan central
543 plain. *American Journal of Botany*, v.89, n.5, p. 836-842.
- 544 Ramos M. V. V., Curi N., Motta P. E. F., Vitorino A. C. T., Ferreira M. M., Silva M. L. M.
545 (2006) Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. *Ciência e Agrotecnologia*
546 30(2):283-293.
- 547 Ribeiro J. F. & Walter B. M. T. (1998) Fitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.;
548 ALMEIDA, S. P. (Eds.) Cerrado: ambiente e flora. Brasília: Embrapa. p.89-166.
- 549 Rocha Filho L. C. & Lomônaco C. (2006) Variações fenotípicas em subpopulações de
550 *Davilla elliptica* A. St.-Hil. (Dilleniaceae) e *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae)
551 em uma área de transição cerrado-vereda. *Acta Botanica Brasilica* 20(3): 719-725.
- 552 Rubim P., Nascimento H. E. M., Morellato L. P. C. (2010) Variações interanuais na fenologia
553 de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta Botânica*
554 *Brasilica* 24:756-764.
- 555 Sarmiento G. (1984) The ecology of Neotropical savannas. Harvard University. Cambridge.

- 556 Silva G. B. M., Pedroni F. (2014) Frugivoria por aves em área de cerrado no município de
557 Uberlândia, Minas Gerais. *Revista Árvore*. 38(3) 433-442.
- 558 Silva I.A., Silva D. M., Carvalho G. H., Batalha M. A. (2011) Reproductive phenology of
559 Brazilian savannas and riparian forests: environmental and phylogenetic issues. *Annals of*
560 *Forest Science* 68: 1207-1215.
- 561 Silva D. M., Luna A. L. L., Souza C. S., Fonseca R. S., Azevedo I. F. P. (2022) submetido.
562 Sexual and reproductive systems of woody species in vereda are distributed according to the
563 life form and habitat. *Austral Ecology*.
- 564 Springate D. A., Kover P. X. (2014) Plant responses to elevated temperatures: a field study on
565 phenological sensitivity and fitness responses to simulated climate warming. *Global Change*
566 *Biology* 20, 456–465, doi: 10.1111/gcb.12430.
- 567 Studer S., Appenzeller C., Defila C. (2005) Inter-annual variability and decadal trends in alpine
568 spring phenology: a multivariate analysis approach. *Clim Change* 73:395–414.
- 569 Tannus J. L. S., Assis M. A., Morellato, L. P. (2006) Fenologia reprodutiva em campo sujo e
570 campo limpo numa área de cerrado no Sudeste do Brasil, Itapirina - SP. *Biota Neotropica*,
571 n. 3.
- 572 Van Schaik C. P., Terborgh J. W., Wright S. J. (1993) The phenology of tropical forests:
573 adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of ecology*
574 *and Systematics*, 24(1), 353-377.
- 575 Zimmerman J. K., Wright J. S., Calderón O., Pagan M. A., Paton S. (2007) Flowering and
576 fruiting phenologies of seasonal and aseasonal neotropical forests: the role of annual changes
577 in irradiance. *Journal of Tropical Ecology* 23: 231 – 25

578 **Legenda das figuras**

579 **Figura 1.** Precipitação total mensal (barras) e média mensal de temperaturas mínima, média e
580 máxima (linhas), no período de março de 2018 a fevereiro de 2021, coletados da estação
581 meteorológica instalada na área de estudo.

582

583 **Figura 2.** Caracterização das veredas estudadas: A) Com destaque vermelho, localização da
584 Vereda Almescla, na APA do Rio Pandeiros, município de Bonito de Minas e em amarelo, da
585 Vereda Peruaçu, no Parque Estadual Veredas do Peruaçu (PEVP), município de Conego
586 Marinho, norte do Estado de Minas Gerais/ Brasil. B e C) Vereda Peruaçu, com destaque para
587 a mortalidade de plantas D) Vereda Almescla, com destaque para formação do canal fluvial e
588 E) Ambientes de área aberta e floresta higrófila, que ocorrem na vereda Almescla.

589

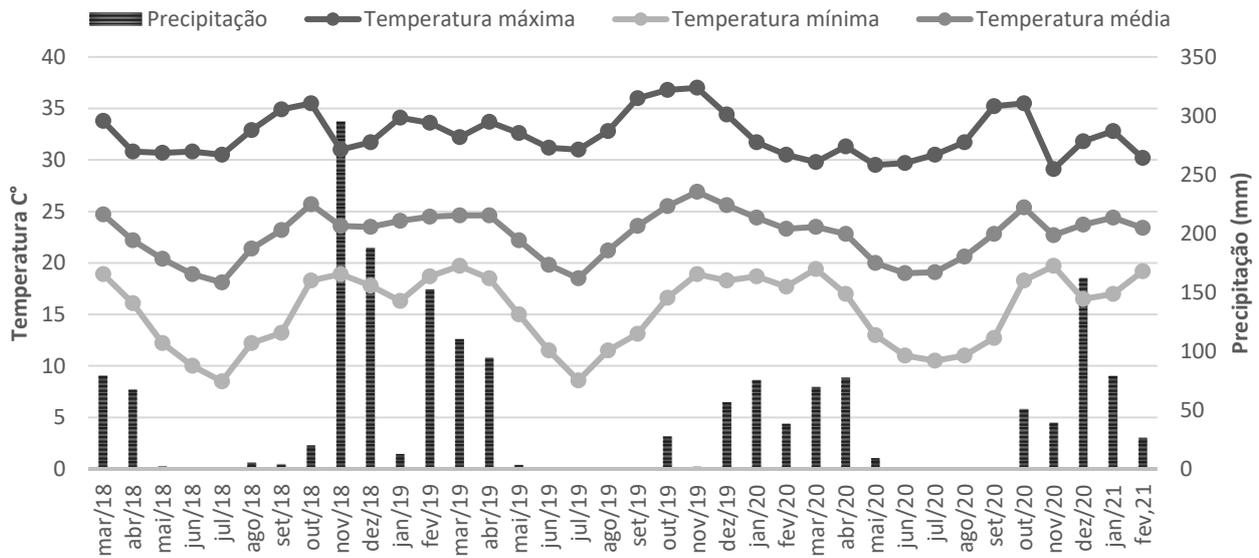
590 **Fig. 3.** Histogramas circulares das frequências de picos da intensidade de floração e frutificação
591 da vereda Almescla: A) floração e B) frutificação de mar/2018 a fev/2019. C) floração e D)
592 frutificação de mar/2019 a fev/2020. E) floração e F) frutificação de mar/2020 a fev/2021.

593

594 **Fig. 4.** Histogramas circulares das frequências de picos da intensidade de floração e frutificação
595 da vereda Peruaçu: A) floração e B) frutificação de ago/2018 a jul/2019. C) floração e D)
596 frutificação de ago/2019 a jul/2020.

597

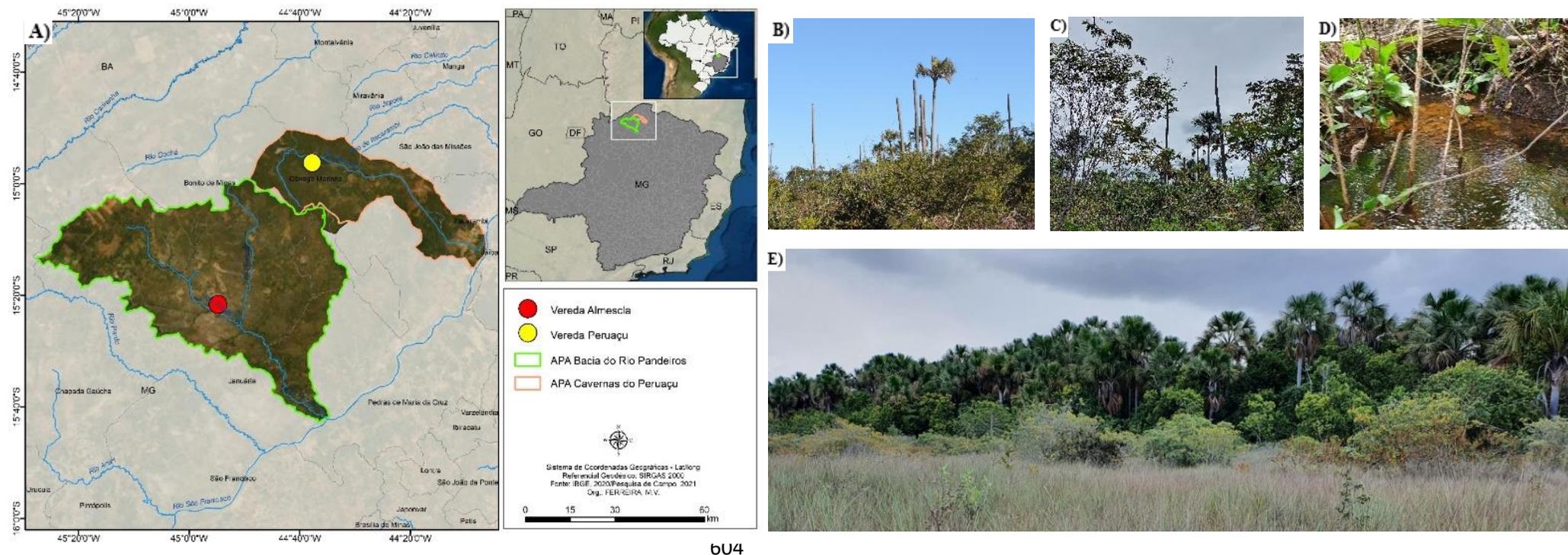
598



599

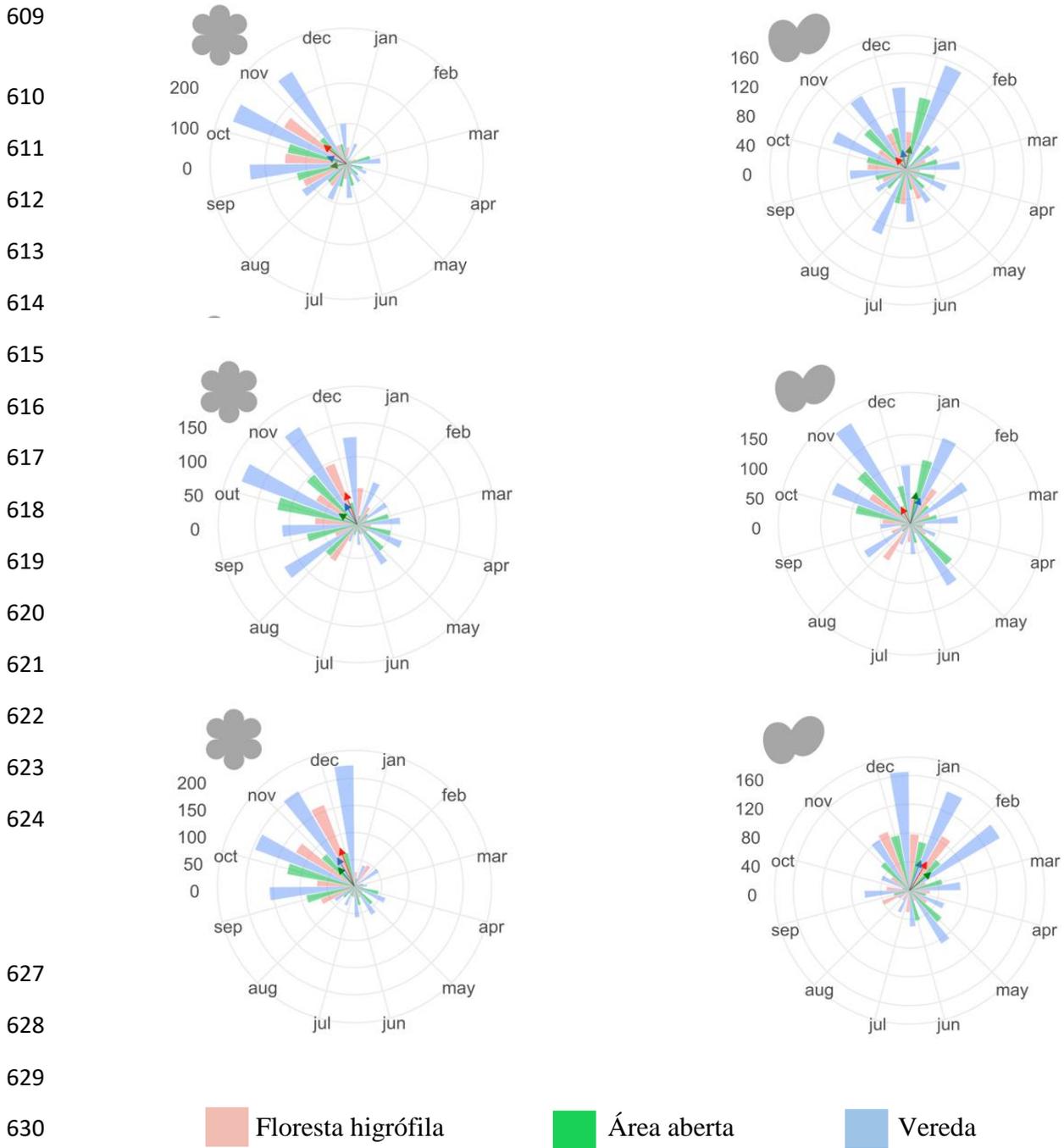
600 **Fig. 1.** Precipitação total mensal (barras) e média mensal de temperaturas mínima, média e
 601 máxima (linhas), no período de março de 2018 a fevereiro de 2021, coletados da estação
 602 meteorológica instalada na área de estudo.

603



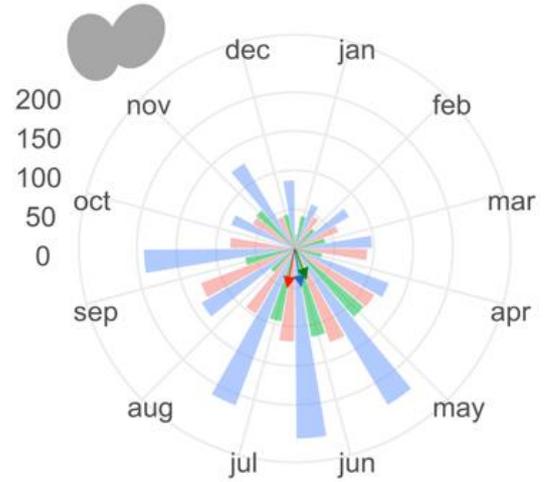
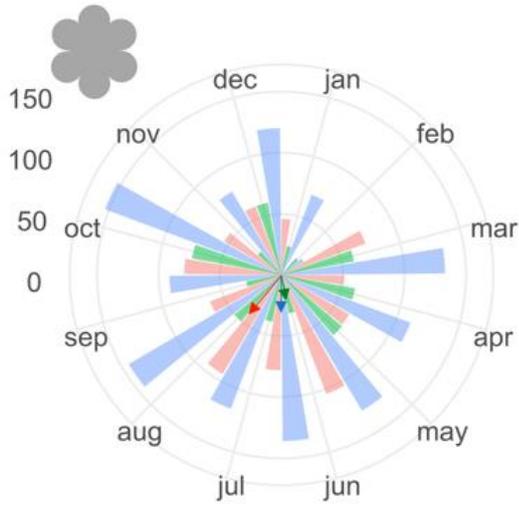
bU4

605 **Fig. 2.** Caracterização das veredas estudadas: A) Com destaque vermelho, localização da Vereda Almescla, na APA do Rio Pandeiros, município
606 de Bonito de Minas e em amarelo, da Vereda Peruaçu, no Parque Estadual Veredas do Peruaçu (PEVP), município de Conego Marinho, norte do
607 Estado de Minas Gerais/ Brasil. B e C) Vereda Peruaçu, com destaque para a mortalidade de plantas D) Vereda Almescla, com destaque para
608 formação do canal fluvial e E) Ambientes de área aberta e floresta higrófila, que ocorrem na vereda Almescla.



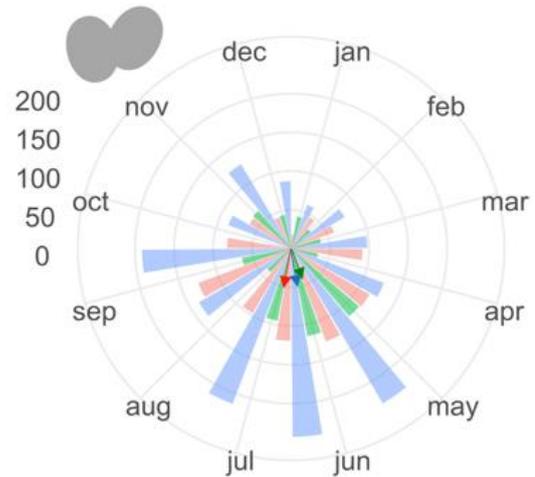
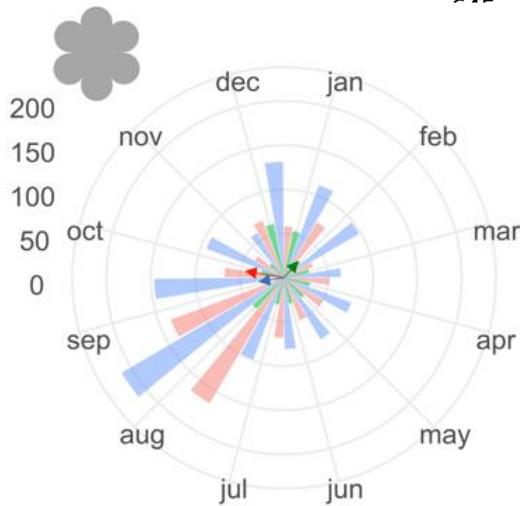
632 **Fig. 3.** Histogramas circulares das frequências de picos da intensidade de floração e frutificação
633 da vereda Almescla: A) floração e B) frutificação de mar/2018 a fev/2019. C) floração e D)
634 frutificação de mar/2019 a fev/2020. E) floração e F) frutificação de mar/2020 a fev/2021.

635



644

645



651

652



653

Fig. 4. Histogramas circulares das frequências de picos da intensidade de floração e frutificação

654

da vereda Peruaçu: A) floração e B) frutificação de ago/2018 a jul/2019. C) floração e D)

655

frutificação de ago/2019 a jul/2020.

656

657 **Tabela 1.** Correlações entre as fenofases de floração e frutificação e as variáveis ambientais (fotoperíodo, temperatura média, precipitação total e
658 lençol freático) da floresta higrófila, área aberta e vereda da comunidade vegetal da vereda Almescla e Peruaçu.

Vereda	Fenofases	N	AIC inicial	AIC final	R2	F	p	Intercepto	Fotoperíodo (hours)	Temperatura média (°C)	Precipitação total (mm)	Lençol freático (m)
Almescla	Floração – floresta higrófila	36	252,02	272,06	0,55	14,96	0,00	-450,56	22,41	8,17	-	98,095
	Frutificação – floresta higrófila	36	213,33	211,45	0,29	5,77	0,00	-245,05	19,13	2,75	-0,10	-
	Floração – área aberta	36	244,70	242,83	0,32	9,30	0,00	151,85	-26,89	7,18	-	46,81
	Frutificação – área aberta	36	226,98	223,99	0,46	15,87	0,00	-384,93	29,32	3,75	-	-
	Floração – vereda	36	288,95	285,14	0,53	21,09	0,00	-185,22	-	14,45	-	185,48
	Frutificação – vereda	36	247,93	246,06	0,55	15,49	0,00	-661,55	50,06	7,16	-0,16	-
Peruaçu	Floração – floresta higrófila	24	238,24	233,93	0,04	2,16	0,15	86,90	-	-	-0,17	-
	Frutificação – floresta higrófila	24	217,91	214,06	0,23	5,36	0,01	102,62	-	-	-0,19	8,36
	Floração – área aberta	24	184,03	179,03	-	-	-	38,23	-	-	-	-
	Frutificação – área aberta	24	209,51	205,05	0,06	2,96	0,10	132,60	-	-3,81	-	-
	Floração – vereda	24	242,32	236,71	-	-	-	116,97	-	-	-	-
	Frutificação – vereda	24	248,84	243,37	0,08	3,59	0,05	150,06	-	-	-0,26	-

659

660

- 661 **APÊNDICE S1** – Análises Circulares das fenofases de floração da Vereda Almescla e comparação do padrão fenológico entre áreas. FH = Floresta
662 higrófila; AB = Área aberta; V = Vereda.

Período Floração	Mar/2018 a fev/19			Mar/2019 a fev/2020			Mar/2020 a fev/2021		
	FH	AB	V	FH	AB	V	FH	AB	V
Número de Observações	722	744	1466	491	597	1088	592	564	1156
Dados agrupados?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Largura do Grupo (& Número de Grupos)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)
Vetor Médio (μ)	285.484°	260.638°	275.953°	317.06°	280.713°	300.262°	320.2°	280.299°	304.652°
Grupo médio	Outubro	Setembro	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Novembro	Outubro	Novembro
Comprimento do Vetor Médio (r)	0,557	0,339	0,436	0,389	0,276	0,311	0,527	0,36	0,42
Mediana	285°	255°	285°	315°	285°	315°	315°	285°	315°
Grupo mediano	Outubro	Setembro	Outubro	Novembro	Outubro	Novembro	Novembro	Outubro	Novembro
Concentração	1,343	0,72	0,968	0,844	0,575	0,654	1,235	0,771	0,925
Varição Circular	0,443	0,661	0,564	0,611	0,724	0,689	0,473	0,64	0,58
Desvio Padrão Circular	62.028°	84.324°	73.821°	78.745°	91.904°	87.586°	64.832°	81.932°	75.471°
Erro padrão da média	2.466°	4.255°	2.303°	4.513°	5.884°	3.852°	2.919°	4.581°	2.704°
Teste Rayleigh (Z)	223,636	85,29	278,735	74,261	45,558	105,138	164,538	72,98	203,908
Teste Rayleigh (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

663

Período Comparação entre áreas	Mar/2018 a fev/2019			Mar/2019 a fev/2020			Mar/2020 a fev/2021		
	FH	AB	V	FH	AB	V	FH	AB	V
Floresta higrófila	--	0	3,48E-04	--	0	3,49E-06	--	0	4,16E-06
Área aberta	98,312	--	5,96E-04	130,2	--	1,16E-05	142,348	--	2,45E-07
Vereda	34,103	32,664	--	45,814	42,844	--	45,378	52,258	--

- 664 **APÊNDICE S2** - Análises Circulares das fenofases de frutificação da Vereda Almescla e comparação do padrão fenológico entre áreas. FH =
665 Floresta higrófila; AB = Área aberta; V = Vereda.

Período	Mar/2018 a fev/2019			Mar/2019 a fev/2020			Mar/2020 a fev/2021		
	FH	AB	V	FH	AB	V	FH	AB	V
Número de Observações	415	602	1017	517	655	1172	497	462	959
Dados agrupados?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Largura do Grupo (& Número de Grupos)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)
Vetor Médio (μ)	300.985°	347.934°	331.418°	318.262°	352.535°	341.723°	8.395°	32.682°	19.384°
Grupo médio	Novembro	Dezembro	Dezembro	Novembro	Dezembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Janeiro
Comprimento do Vetor Médio (r)	0,171	0,21	0,179	0,176	0,295	0,233	0,338	0,349	0,347
Mediana	285°	345°	315°	315°	15°	345°	15°	15°	15°
Grupo mediano	Outubro	Dezembro	Novembro	Novembro	Janeiro	Dezembro	Janeiro	Janeiro	Janeiro
Concentração	0,347	0,43	0,365	0,358	0,618	0,48	0,718	0,746	0,739
Varição Circular	0,829	0,79	0,821	0,824	0,705	0,767	0,662	0,651	0,653
Desvio Padrão Circular	107.666°	101.202°	106.2°	106.766°	89.506°	97.749°	84.421°	83.082°	83.39°
Erro padrão da média	11.538°	7.769°	7.021°	10.033°	5.242°	5.001°	5.22°	5.221°	3.671°
Teste Rayleigh (Z)	12,148	26,586	32,753	16,05	57,067	63,809	56,69	56,424	114,225
Teste Rayleigh (p)	5,30E-06	2,84E-12	0	1,07E-07	0	0	0	0	0

666

Período	Mar/2018 a fev/2019			Mar/2019 a fev/2020			Mar/2020 a fev/2021		
	FH	AB	V	FH	AB	V	FH	AB	V
Comparação entre áreas									
Floresta higrófila	--	8,38E-06	0,059	--	0	4,78E-07	--	0	0,006
Área aberta	43,647	--	0,435	142,561	--	2,82E-06	92,857	--	5,73E-05
Vereda	19,142	11,102	--	50,651	46,338	--	26,313	38,8	--

- 667 **APÊNDICE S3** - Análises Circulares das fenofases de floração da Vereda Peruaçu e comparação do padrão fenológico entre áreas. FH =
668 Floresta higrófila; AB = Área aberta; V = Vereda.

Período Floração	Ago/2018 a jul/2019			Ago/2019 a jul/2020		
	FH	AB	V	FH	AB	V
Número de Observações	768	537	1305	862	395	1257
Dados agrupados?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Largura do Grupo (& Número de Grupos)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)
Vetor Médio (μ)	207.651°	156.163°	169.944°	243.316°	16.951°	252.1°
Grupo médio	Julho	Junho	Junho	Setembro	Janeiro	Setembro
Comprimento do Vetor Médio (r)	0,2	0,056	0,133	0,231	0,094	0,14
Mediana	225°	135°	195°	255°	15°	255°
Grupo mediano	Agosto	Maiο	Julho	Setembro	Janeiro	Setembro
Concentração	0,409	0,111	0,269	0,476	0,189	0,283
Varição Circular	0,8	0,944	0,867	0,769	0,906	0,86
Desvio Padrão Circular	102.742°	137.767°	115.018°	98.042°	124.614°	113.639°
Erro padrão da média	7.223°	31.459°	8.374°	5.884°	21.653°	8.128°
Teste Rayleigh (Z)	30,823	1,656	23,2	46,119	3,485	24,599
Teste Rayleigh (p)	0	0,191	8,41E-11	0	0,031	2,07E-11

669

Período Comparação entre áreas	Ago/2018 a jul/2019			Ago/2019 a jul/2020		
	FH	AB	V	FH	AB	V
Floresta higrófila	--	2,47E-10	0	--	0	0,118
Área aberta	68,391	--	0	91,237	--	4,50E-07
Vereda	157,77	122,285	--	16,665	50,795	--

670

- 671 **APÊNDICE S4** - Análises Circulares da fenofase de frutificação da Vereda Peruaçu e comparação do padrão fenológico entre áreas. FH =
672 Floresta higrófila; AB = Área aberta; V = Vereda.

Período Frutificação	Ago/2018 a jul/2019			Ago/2019 a jul/2020		
	FH	AB	V	FH	AB	V
Número de Observações	991	690	1681	1180	445	1628
Dados agrupados?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Largura do Grupo (& Número de Grupos)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)	30° (12)
Vetor Médio (μ)	191.673°	166.659°	151.92°	287.422°	262.701°	276.41°
Grupo médio	Julho	Junho	Junho	Outubro	Setembro	Outubro
Comprimento do Vetor Médio (r)	0,286	0,264	0,271	0,152	0,309	0,189
Mediana	195°	165°	165°	285°	255°	255°
Grupo mediano	Julho	Junho	Junho	Outubro	Setembro	Setembro
Concentração	0,596	0,548	0,562	0,308	0,65	0,385
Variação Circular	0,714	0,736	0,729	0,848	0,691	0,811
Desvio Padrão Circular	90.697°	93.499°	92.645°	111.146°	87.779°	104.554°
Erro padrão da média	4.41°	5.736°	3.583°	7.696°	6.056°	5.259°
Teste Rayleigh (Z)	80,878	48,12	123,051	27,391	42,561	58,275
Teste Rayleigh (p)	0	0	0	1,27E-12	0	0

673

Período Comparação entre áreas	Ago/2018 a jul/2019			Ago/2019 a jul/2020		
	FH	AB	V	FH	AB	V
Floresta higrófila	--	6,95E-06	0,8	--	0	0
Área aberta	44,11	--	0,008	110,032	--	0
Vereda	6,991	25,568	--	92,367	154,408	--

674



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS
Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada
PPGBot

