

# Fenologia de três espécies arbóreas em um trecho de vegetação subcaducifólia no norte do Piauí, Brasil

Antonio Mauricio Silva Braga <sup>1\*</sup>

Graziela de Araujo Lima <sup>2</sup>

Mauro Sergio Teodoro <sup>3</sup>

Jesus Rodrigues Lemos <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Reis Velloso  
Avenida São Sebastião, 2819, CEP 64.202-020, Parnaíba – PI, Brasil

<sup>2</sup> Secretaria de Educação, Luís Correia – PI, Brasil

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Unidade de Execução de Pesquisa, Parnaíba – PI, Brasil

\* Autor para correspondência

mauri-phb@hotmail.com

Submetido em 05/08/2018

Aceito para publicação em 12/02/2019

## Resumo

A fenologia auxilia na compreensão da dinâmica dos ecossistemas florestais e é essencial para o estudo ecológico e evolutivo dos trópicos. Assim, torna-se necessário conhecer a periodicidade dos eventos vegetativos e reprodutivos para fornecer subsídios que auxiliem na complexa dinâmica dos ecossistemas. Considerando esses aspectos, foram realizadas observações quinzenais entre maio de 2015 a abril de 2016 de *Copaifera langsdorffii* Desf., *Lecythis lurida* Miers S.A.Mori e *Swartzia flaemingii* Raddi em um trecho de vegetação subcaducifólia no norte do Piauí. Nas três espécies, a queda foliar ocorreu na estação seca, com maior intensidade em setembro, seguida do brotamento, com o início da estação chuvosa, destacando-se entre maio e abril. *Copaifera langsdorffii* e *L. lurida* apresentaram a floração no final da estação chuvosa e início da estação seca, diferentemente de *S. flaemingii*, a qual apresentou floração no período chuvoso. A frutificação ocorreu em diferentes épocas do ano, com *C. langsdorffii* frutificando no período seco, enquanto *L. lurida* no final da estação chuvosa, assim como *S. flaemingii*, a qual se estendeu mais para o período seco. Este estudo permitiu descrever detalhes fenológicos da planta e suas relações com o ambiente, em diferentes períodos e locais, visando subsidiar estratégias para a implantação e o manejo dessas espécies.

**Palavras-chave:** Área de transição; Floração; Fatores abióticos; Frutificação

## Abstract

**Phenology of three tree species in an area of semideciduous vegetation in northern Piauí, Brazil.** Phenology helps explain the dynamics of forest ecosystems and is important for ecological and evolutionary studies of the tropics. Thus, it is necessary to know the frequency of vegetative and reproductive events to understand the intricate dynamics of ecosystems. Between May 2015 and April 2016, for fifteen days of each month, observations were made in an area of semideciduous vegetation in northern Piauí State where *Copaifera langsdorffii* Desf., *Lecythis lurida* (Miers) S.A.Mori and *Swartzia flaemingii* Raddi grow. Leaf fall occurred



during the dry season (peak in September), followed by budding at the beginning of the rainy season (peak in April and May). *Copaifera langsdorffii* and *L. lurida* flowered from the end of the rainy season to the beginning of the dry season, while *S. flaevingii* flowered in the rainy season. *Copaifera langsdorffii* fruited in the dry season, *L. lurida* fruited from the end of the rainy season to the beginning of the dry season, and *S. flaevingii* fruited from the end of the rainy season to further into the dry season (compared to *L. lurida*). The data from this study will contribute to the development of management strategies for the species.

**Key words:** Abiotic factors; Flowering; Fructification; Transition zone

## Introdução

As regiões tropicais apresentam grande diversidade biológica (BRASIL, 2018). Nos trópicos, o conhecimento das mudanças sazonais ocorrentes nas plantas tem sido considerado essencial para o estudo da ecologia, para compreender a dinâmica do desenvolvimento das plantas (FOURNIER, 1976). Os estudos fenológicos também são importantes para o entendimento da reprodução das plantas (MORELLATO et al., 2000). Assim, tais estudos produzem dados e informações úteis em todos os níveis da pesquisa ecológica (PEREIRA; AMARAL, 2008). Desse modo, por meio da fenologia, as causas e manifestações como quedas de folhas e brotação das plantas podem ser estudadas (FOURNIER, 1976; MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1990). Além disso, reúne informações sobre a disponibilidade de recursos para polinizadores e dispersores, bem como sobre a organização temporal dos recursos dentro das comunidades e ecossistemas (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1990; NEWSTROM et al., 1994), podendo estar associados a mudanças na qualidade e na abundância de seus recursos alimentares, como de luz e água (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992).

Os estudos fenológicos podem ser realizados com vários níveis de abordagem em populações ou comunidades (FOURNIER, 1974), com o intuito de esclarecer a influência de forças abióticas: ritmos de precipitação (OPLER et al., 1976), estresse hídrico (BORCHERT, 1980; REICH; BORCHERT, 1984), irradiação (WRIGHT; VAN SCHAİK, 1994), fotoperíodo (ABDULAI et al., 2012), e bióticos: atividade de polinizadores (AGUIAR; GAGLIANONE, 2008) e síndrome de dispersão (SNOW, 1965; MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992; SIQUEIRA FILHO et al., 2010).

Embora se observe um discreto aumento do crescimento de estudos nos últimos anos, os ciclos fenológicos são pouco estudados na região nordeste brasileira. Destacam-se algumas avaliações realizadas em áreas de Caatinga (BARBOSA et al., 1989; QUIRINO, 2006; AMORIM et al., 2009; NEVES et al., 2010; SIQUEIRA FILHO et al., 2010; SOUZA et al., 2014; SOUZA; FUNCH, 2015), no Cerrado (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; FIGUEIREDO, 2008; LIMA et al., 2009; MENDES et al., 2011), em áreas de transição (PIAULINI et al., 2012; BOTREL et al., 2015) e de restinga (MEDEIROS, 2005; ARAÚJO, 2009; ARAÚJO et al., 2014).

O bioma Caatinga é considerado pelo Programa Nacional da Biodiversidade-PROBIO, como prioritário para estudos sobre diversidade biológica (VELLOSO et al., 2002), além de categorizar-se como área de Importância Biológica Extremamente Alta (PLANAP, 2006). Exclusivamente brasileiro, este bioma é considerado único, ocupando uma área de 844.453 km<sup>2</sup>, o equivalente a 11% do território nacional, abrangendo os nove estados nordestinos e o norte de Minas Gerais (BRASIL, 2018). O domínio da Caatinga apresenta forte irregularidade climática, com evapotranspiração potencial elevada (1500-2000 mm.ano<sup>-1</sup>), precipitação baixa (300-1000 mm.ano<sup>-1</sup>) e concentrada (3-5 meses), médias térmicas entre 26°C e 28°C e grande variabilidade espacial e temporal. A vegetação apresenta predominância de um estrato arbóreo ou arbustivo-arbóreo, com folhagens decíduas na estação seca e árvores com ramificação profusa, com espinhos ou acúleos (QUEIROZ, 2009).

No estado do Piauí, estudos com essa abordagem, na sua maioria, focam apenas em uma espécie por vez ou apresentam dados fenológicos de forma secundária, direcionando-se a aspectos da biologia floral e

reprodutiva. Assim, registram-se os estudos fenológicos de Lima et al. (2009), com *Curatella americana* L. (Dilleniaceae); Piauilini et al. (2012), sobre *Lafoensia replicata* Pohl. (Lythaceae); Brotel et al. (2015), sobre *Terminalia fagifolia* Mart.; Aguiar et al. (2016), estudando *Cenostigma macrophyllum* Tul.; e Lima e Lemos (2018), abordando a síndrome de dispersão de cinco espécies em um trecho transicional Caatinga-Restinga.

Diante desse cenário, torna-se necessário conhecer a periodicidade dos eventos fenológicos (vegetativos e reprodutivos) para fornecer subsídios que auxiliem na complexa dinâmica de ecossistemas florestais, buscando compreender seus padrões fenológicos e dar suporte a estudos futuros de manejo e conservação, em especial para áreas do Bioma Caatinga, em razão de sua riqueza e condição de ameaça (VELLOSO et al., 2002; PLANAP, 2006).

Nessa perspectiva, as seguintes perguntas nortearam este estudo: 1) Quais são os padrões fenológicos existentes no ambiente de ocorrência? 2) Quais são as variáveis abióticas (precipitação, temperatura e fotoperíodo) que influenciam nas fenofases? 3) As populações estudadas, por estarem em áreas de transição, apresentam adaptações fisiológicas diferentes das apresentadas por populações dessas espécies em outras formações vegetais de ocorrência? Dessa forma, o presente estudo visa: ao conhecimento fenológico de três espécies arbóreas em um trecho de vegetação subcaducifolia, no extremo Norte do Piauí, Brasil.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O presente estudo foi realizado em uma área pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA MEIO NORTE/Unidade de Execução de Pesquisa de Parnaíba (03°04'49" e 03°06'04"S e 41°46'50" e 41°48'18"O), situada a cerca de 17 km da cidade de Parnaíba, norte do Piauí, cobrindo uma área de 434,8 ha.

A vegetação presente na área estudada caracteriza-se como transicional caatinga-cerrado (CARVALHO et

al., 2018; LIMA et al., 2018). O solo é do tipo Latossolo amarelo distrófico (MELO et al., 2004), apresentando carência de fósforo (LEITE; GALVÃO, 2008). O clima caracteriza-se por dois períodos bem definidos, de janeiro a maio correspondendo ao período chuvoso e o restante do ano ao período seco. A maior precipitação pluviométrica média mensal ocorre em abril, com 187,9 mm.ano<sup>-1</sup>, e a precipitação total anual aproxima-se de 882,4 mm.ano<sup>-1</sup> (LIMA et al., 2018).

### Coleta e identificação do material botânico

As três espécies arbóreas monitoradas foram: *Copaifera langsdorffii* Desf., *Lecythis lurida* S.A.Mori e *Swartzia flaemingii* Raddi. Seguindo a metodologia adotada por Rotta et al. (2008), foram coletados ramos férteis das referidas espécies, os quais foram herborizados de acordo com a metodologia descrita em Silva et al. (1989). As exsiccatas foram depositadas no herbário “HDelta” da Universidade Federal do Piauí/Campus Ministro Reis Velloso e a classificação botânica seguiu a proposta do *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016).

A escolha das espécies priorizou a importância ecológica, a representatividade e abundância de indivíduos. As espécies *C. langsdorffii* e *L. lurida* apresentaram maior representatividade em valor de importância e em valor de cobertura na área de estudo, em um levantamento fitossociológico realizado por Lima et al. (2018). A escolha dos indivíduos considerou os seguintes critérios: diâmetros ao nível do solo (DNS) maior ou igual a 3 cm e altura total (AT) maior ou igual a 1 m (SANTOS; TAKAKI, 2005).

*Copaifera langsdorffii* é uma espécie nativa não endêmica do Brasil (FLORA DO BRASIL, 2018), popularmente conhecida como copaíba, bálsamo e copaúba (CARVALHO, 2003). Apresenta potencial oleífero, amplamente explorado para uso na medicina popular como antisséptico, cicatrizante expectorante e diurético. Espécie comum em florestas decíduas e cerradão. São árvores de 4-12 m de altura, tronco com casca rugosa, amarronzada, entrecasca alaranjada, com exsudado. Possuem folhas paripinadas,

de 3 a 5 pares de folíolos, subopostos a alternos, coriáceos, base obtusa ou oblíqua, ápice arredondado, margem neviforme, discolor, glabros, nervura principal ligeiramente excêntrica, pontuações numerosas, amarelas translúcidas. Inflorescências em panículas axilares. Flores monoclamídeas, sépalas amarelo-esverdeadas, estames 10, anteras rimosas; ovário tomentoso, estilete curvado no ápice. Frutos do tipo legume, elíptico, ligeiramente comprimido, assimétrico, mucronado, estipitado, valvas lenhosas, glabras; arilo carnoso róseo-avermelhado (QUEIROZ, 2009).

*Lecythis lurida* é uma espécie arbórea decídua, conhecida popularmente como jarana, inhaíba, inhaíba ou inhaíba-gigante, com grande potencial madeireiro, pode ser utilizada na construção civil em vigas, caibros, batentes e tacos, peças torneadas, embalagens pesadas, carrocerias, cabos de ferramentas e similares (SOUZA et al., 1997). Possuem folhas elípticas/largamente elíptica/oblonga estreitamente ovadas; margem crenada/crenulada/inteira. Inflorescência na posição terminal axilar. Flor em hipanto com superfícies glabras; cálices lobos cor verde/avermelhado; pétalas cor branca/rósea/vermelha; estames número menos de 1000. Fruto indeiscente (FLORA DO BRASIL, 2018). Ocorre ao longo da costa brasileira, em florestas maduras não sujeitas a alagamento, florestas secundárias e cerrados (MORI; PRANCE, 1990).

*Swartzia flaemingii*, espécie endêmica do Brasil, possui distribuição nos estados do Pará, Tocantins, Maranhão, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (MANSANO et al., 2010), popularmente conhecida como jacarandá-branco, com grande potencial madeireiro, principalmente para produção de energia (CNC FLORA, 2012). Apresenta caule com ramos estrigosos pilosos ou tomentosos. Folhas com estípulas caducas/lineares lanceoladas ou lanceoladas agudas; pecíolos cilíndricos/estrigosos a tomentosos; pecíolulos estrigosos a tomentosos; 21 a 25 folíolos oposto ou raramente subopostos. Inflorescência racemosas/ou panículas racemosas; brácteas caducas a persistentes. Flor com bractéolas persistentes; cálices com quatro segmentos irregulares em tamanho e forma/ glabros internamente; corola com pétala vilosa serícea externamente; androceu com estames maiores glabros

com anteras oblongas/estames menores glabros; gineceu unicarpelar ou bicarpelar. Frutos elipsoides ou ovoides (FLORA DO BRASIL, 2018).

## Fenologia das espécies

Foram selecionados 10 indivíduos de cada espécie, seguindo o que foi preconizado por Frankie et al. (1974) e Fournier e Charpentier (1975). A amostragem foi concentrada em uma pequena área e os indivíduos escolhidos com distância mínima de 5 m entre si, sendo identificados e recebendo uma numeração definitiva (com tinta), para controle do acompanhamento durante as observações das fenofases. Todos os indivíduos marcados foram monitorados em visitas quinzenais, entre maio de 2015 a abril de 2016, observando a ocorrência das seguintes fenofases (KOPTUR et al., 1988; MORELLATO et al., 1989): brotamento – período em que ocorre o aparecimento de brotos foliares até a expansão das folhas novas; queda foliar – período de perda foliar; floração – dividida em período com produção de botões e de flores; frutificação – presença e ausência de frutos.

## Intensidade de Fournier e análises estatísticas

A intensidade das fenofases foi determinada através do método semiquantitativo, sugerido por Fournier (1974), o qual propôs uma escala intervalar com cinco categorias (0 a 4) com intervalos de 25% entre cada uma: 0 = ausência de evento fenológico; 1 = presença de evento fenológico na magnitude entre 1% e 25%; 2 = presença de evento fenológico na magnitude entre 26% e 50%; 3 = presença de evento fenológico na magnitude entre 51% e 75%; e 4 = presença de evento fenológico na magnitude entre 76% e 100%. Essas categorias permitem estimar percentualmente a intensidade da fenofase em cada indivíduo. Fez-se o somatório dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos dentro de cada espécie e dividiu-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido, que corresponde a uma proporção, é então multiplicado por 100, transformando-o em um valor percentual (BENCKE; MORELLATO, 2002).

As fenofases das espécies selecionadas foram correlacionadas com as variações climáticas (precipitação, temperatura média e fotoperíodo), por meio do coeficiente de Correlação de Spearman ( $r$ ), recomendado para dados que não apresentam distribuição normal (ZAR, 1999), por meio do programa estatístico *BioEstat 5.3*. Os valores de referência que classificam as correlações seguiram Callegari-Jacques (2003):  $0 < r < 0,3$  (fracas),  $0,3 \leq r < 0,6$  (moderadas) e  $r \geq 0,6$  (fortes). Quanto mais próximos os valores forem de 1 (independentemente do sinal), maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis, oposto a isso, quanto mais próximos de zero, menor é a força dessa relação. Os dados do ano em estudo para precipitação e temperatura foram obtidos da Estação Meteorológica Embrapa/Meio-Norte/UEP-Parnaíba e para o fotoperíodo, obtidos em Tabua de Marés (<http://www.tabuademares.com.br/piaui/parnaiba>). Os dados climáticos utilizados incluem uma média de 27 anos, sendo que as correlações ocorreram entre os dados fenológicos de 2015/2016.

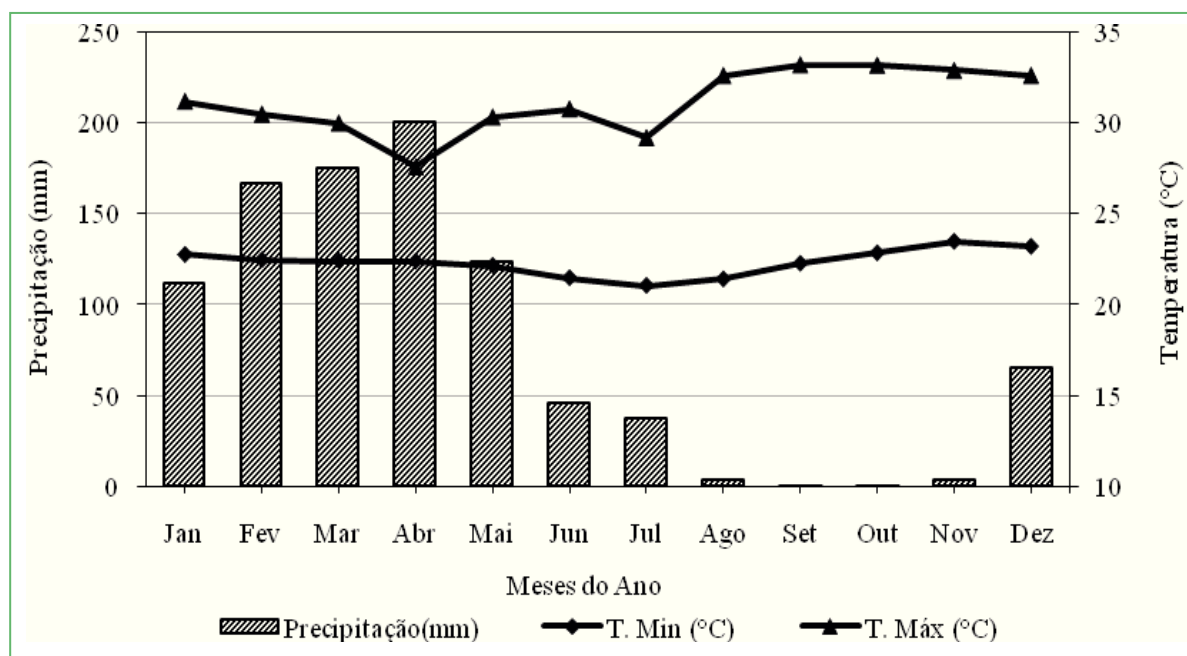
## Resultados e Discussão

### Caracterização das condições meteorológicas da região

O climograma, construído para um período de 27 anos (1990-2016), demonstra que nos meses de junho a agosto ocorrem as temperaturas mais baixas e nos meses de setembro a novembro registram-se as mais elevadas (Figura 1).

Entre os meses de janeiro a maio ocorrem os maiores índices de precipitação média mensal (Figura 1), atingindo valores mensais entre  $112 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$  e  $200,5 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$ . A precipitação pluviométrica apresentou maior intensidade durante o mês de abril, enquanto os menores índices foram registrados entre os meses de agosto a novembro. Assim, ocorrem na região dois períodos distintos. De janeiro a maio corresponde ao período chuvoso e o restante do ano à estação seca, entre os meses de junho a dezembro, corroborando com resultados já obtidos por Lima et al. (2018), em estudo fitossociológico realizado na mesma área.

FIGURA 1: Climograma das médias mensais de precipitação e temperatura mínima e máxima estimadas, de um período de registro de 27 anos (1990-2016), em uma área de vegetação transicional caatinga-cerrado no norte do Piauí.



## Fenologia

As fenofases vegetativas, floração e frutificação, não transcorreram da mesma maneira para todos os indivíduos (Tabela 1). A baixa sincronização entre os indivíduos deste estudo foi semelhante aos dados encontrados nos estudos de Piauilini et al. (2012), observando *Lafoensia replicata* Pohl. em uma área de transição cerrado-caatinga, no município de Bom Jesus, Piauí; de Botrel et al. (2015), estudando *Terminalia fagifolia* Mart. em ecótono caatinga-cerrado no sul do Piauí; e de Lima e Lemos (2018), analisando cinco espécies em uma área transição caatinga-restinga no litoral do Piauí.

### Queda foliar e brotamento de novas folhas

Considerando o conjunto de espécies, a queda foliar ocorreu predominantemente entre agosto e dezembro (Tabela 1), período que corresponde à estação seca e ao déficit hídrico na região (Figura 1). A fenofase de brotação ocorreu logo em seguida e aumentou gradativamente com o início da estação chuvosa no mês de janeiro, prolongando-se até abril.

A queda foliar, registrada nos indivíduos amostrados, foi considerada alta, assim como observado por Lima

et al. (2009), em um estudo fenológico de *Curatella americana* L. em área de cerrado no município de Castelo do Piauí. Gouveia e Felfili (1998) relatam que a queda foliar no período mais seco é uma estratégia para evitar a perda de água nessa ocasião, resultando em redução da intensidade de trocas gasosas e em economia de água.

*Swartzia flaemingii* ( $r = 0,67$ ;  $p < 0,00$ ), *C. langsdorffii* ( $r = 0,43$ ;  $p < 0,03$ ) e *L. lurida* ( $r = -0,35$ ;  $p < 0,08$ ) apresentaram correlações moderadas e fortes entre a queda foliar e a temperatura (Tabela 2); contrariamente, tiveram correlações fracas e não significativas para precipitação, apresentando, respectivamente:  $r = -0,13$ ;  $p < 0,54$ ;  $r = 0,27$ ;  $p < 0,18$  e  $r = -0,07$ ;  $p < 0,71$  para as espécies citadas acima. Em relação ao fotoperíodo, somente *C. langsdorffii* apresentou correlação moderada tanto para a queda foliar ( $r = 0,50$ ;  $p < 0,01$ ) quanto para o brotamento ( $r = 0,31$ ;  $p < 0,12$ ) (Tabela 2). Contudo, para esta última, a significância foi baixa.

Pedroni et al. (2002) observaram fato diferente em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil, *C. langsdorffii* apresentou queda foliar correlacionada significativa e negativamente com a precipitação mensal total ( $r = -0,58$ ;  $p < 0,01$ ), com a precipitação ( $r = -0,47$ ;  $p < 0,01$ ) e com as temperatura médias ( $r = -0,37$ ;  $p < 0,03$ ).

TABELA 1: Fenologia vegetativa (queda foliar e brotamento) e reprodutiva (floração e frutificação) de três espécies avaliadas quinzenalmente, entre maio/2015 a abril/2016, em uma área de vegetação transicional caatinga-cerrado no norte do Piauí.

Família/Espécie	Fase vegetativa		Fase reprodutiva	
	Queda foliar	Brotação	Floração	Frutificação
FABACEAE				
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	out-dez	jan-abr	mai-ago	jun-out
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi.	ago-nov	jan-abr	mai-jul	mai-set
LECYTHIDACEAE				
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	mai-out	jan-abr fev-abr	mai-ago out-dez	mai-jul

TABELA 2: Correlação de Spearman ( $r$ ) entre os fatores abióticos (Precip. = precipitação mensal, Fotop. = fotoperíodo e Temp. = temperatura média) e as fenofases (brotamento, queda foliar, floração e frutificação) de três espécies observadas quinzenalmente entre maio/2015 a abril/2016, em área de vegetação transicional caatinga-cerrado no norte do Piauí. Os valores em negrito mostram que houve correlação significativa para a variável ( $p < 0,05$ ).

Espécies	Queda foliar			Brotamento			Floração			Frutificação		
	Precip.	Fotop.	Temp.	Precip.	Fotop.	Temp.	Precip.	Fotop.	Temp.	Precip.	Fotop.	Temp.
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	$r_s = 0,27$ $p^b = 0,18$	$r_s = 0,50$ <b><math>p^b = 0,01</math></b>	$r_s = 0,43$ <b><math>p^b = 0,03</math></b>	$r_s = 0,31$ $p^b = 0,12$	$r_s = 0,30$ $p^b = 0,14$	$r_s = -0,46$ <b><math>p^b = 0,02</math></b>	$r_s = -0,13$ $p^b = 0,53$	$r_s = -0,76$ <b><math>p^b = 0,00</math></b>	$r_s = -0,35$ $p^b = 0,09$	$r_s = -0,15$ $p^b = 0,46$	$r_s = -0,02$ $p^b = 0,89$	$r_s = -0,61$ <b><math>p^b = 0,00</math></b>
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	$r_s = -0,07$ $p^b = 0,71$	$r_s = -0,05$ $p^b = 0,79$	$r_s = -0,35$ $p^b = 0,08$	$r_s = -0,14$ $p^b = 0,50$	$r_s = 0,07$ $p^b = 0,72$	$r_s = -0,58$ <b><math>p^b = 0,00</math></b>	$r_s = -0,11$ $p^b = 0,57$	$r_s = -0,21$ $p^b = 0,30$	$r_s = 0,10$ $p^b = 0,63$	$r_s = -0,15$ $p^b = 0,46$	$r_s = -0,06$ $p^b = 0,76$	$r_s = -0,57$ <b><math>p^b = 0,00</math></b>
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	$r_s = -0,13$ $p^b = 0,54$	$r_s = 0,16$ $p^b = 0,43$	$r_s = 0,67$ <b><math>p^b = 0,00</math></b>	$r_s = -0,14$ $p^b = 0,50$	$r_s = 0,07$ $p^b = 0,72$	$r_s = -0,58$ <b><math>p^b = 0,00</math></b>	$r_s = -0,18$ $p^b = 0,39$	$r_s = -0,53$ <b><math>p^b = 0,00</math></b>	$r_s = -0,44$ <b><math>p^b = 0,03</math></b>	$r_s = -0,22$ $p^b = 0,30$	$r_s = -0,06$ $p^b = 0,76$	$r_s = -0,05$ $p^b = 0,80$

Para correlações de *C. langsdorffii* e *S. flaemingii* com a temperatura, sugere-se que tais resultados tenham sido influenciados pela alta sincronia para queda foliar, com cerca de 70% dos indivíduos de *C. langsdorffii* e 60% dos indivíduos de *S. flaemingii* perdendo suas folhas no período mais quente. Vale salientar que as copas dos espécimes não ficaram completamente desfolhadas, apesar de perderem grande parte de suas folhas durante esse período. Tais observações coincidem com dados disponíveis para uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil, onde *C. langsdorffii* perdeu grande proporção de folhas, mas em nenhum momento as copas ficaram completamente desfolhadas (PEDRONI et al., 2002).

Quanto à emissão de novas folhas, todas as espécies tiveram comportamentos decíduos, ou seja, apresentaram brotações no início do período chuvoso, de janeiro a abril (Tabela 1), aumentando gradativamente com o início das primeiras chuvas. No entanto, quando se observam os valores da Tabela 2, verifica-se que as correlações de *C. langsdorffii* são positivas e para *S. flaemingii* negativas e não significativas entre brotação e precipitação, indicando apenas respostas à queda da temperatura média (Tabela 2). Esses dados corroboram com outros estudos no que se refere à época de renovação foliar de *C. langsdorffii*, tanto em áreas de floresta estacional semidecidual (DIAS; OLIVEIRA-FILHO, 1996; PEDRONI et al., 2002) como em áreas de cerrado e cerradão (FREITAS; OLIVEIRA, 2002; ALMEIDA

et al., 2006), contudo, divergem quanto à causa, que foi relacionada ao aumento do índice de precipitação.

Em área de Caatinga também verificou-se maior sincronismo na fenofase de brotamento foliar, como no estudo de Amorim et al. (2009). Esses autores observaram ainda que a fenofase de brotamento foi mais curta do que todas as outras fenofases na área, pois as espécies da Caatinga apresentam uma rápida resposta fisiológica ao serem estimuladas pela chuva, dados semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Os padrões fenológicos vegetativos, no que se refere à época e ao período de queda foliar e brotação, também foram similares aos apresentados por outras espécies em estudos realizados no Nordeste brasileiro, em áreas de caatinga (SIQUEIRA FILHO et al., 2010; SOUZA et al., 2014; SILVA et al., 2017), cerrado (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; PIRANI et al., 2009), transição cerrado-caatinga (PIAUILINI et al., 2012; BROTEL et al., 2015) e transição caatinga-restinga (LIMA; LEMOS, 2018).

Diante desses resultados, pode-se inferir que o brotamento das novas folhas ocorreu em sequência à queda foliar e quase que simultaneamente em alguns indivíduos das espécies estudadas. O brotamento coincidiu com os meses mais chuvosos, as correlações para a precipitação foram fracas; todavia, assim como para a queda foliar, apresentaram, de maneira geral, correlações em sua maioria moderadas com a temperatura, demonstrando influência dos fatores abióticos nas fenofases.

## Floração e frutificação

*Copaifera langsdorffii* floresceu entre maio e agosto (Tabela 1), mas nem todos os indivíduos apresentaram sincronia, registrando-se 50% dos indivíduos nessa fenofase, assim como para a frutificação. Resultados obtidos foram semelhantes aos observados por Amorim et al. (2009) em ambiente de caatinga, onde *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz e *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm. apresentaram pouca sincronia.

Diferentemente deste trabalho, em que a floração ocorreu no final da estação chuvosa e início da estação seca, os estudos de Dias e Oliveira-Filho (1996) observaram a espécie florescendo no período chuvoso em uma floresta estacional semidecídua Montana; nos de Almeida et al. (2006), a floração com a antese ocorreu no período das chuvas e a frutificação na estação seca. Pereira et al. (2008), em área de Floresta Atlântica, observaram em *Copaifera langsdorffii* apenas a fenofase de botão floral e consideraram que os primórdios florais se encontram em estado de descanso imposto pelo período de seca, podendo ser quebrado com o aumento da umidade do ambiente.

*Swartzia flaemingii* apresentou cerca de 60% dos indivíduos florescendo entre maio e julho (Tabela 1), coincidindo como o final do período chuvoso e início do período seco. *Lecythis lurida* apresentou o maior grau de sincronismo, com cerca de 90% dos indivíduos florescendo duas vezes no período de estudo, entre maio e agosto e outubro e dezembro, coincidindo com o final do período de chuvas e a estação seca. Esses dados vão de encontro às observações de Muniz (2008), que registrou a floração na espécie durante o período seco na Amazônia Maranhense; entretanto, divergem do observado por Sousa et al. (1995) em vegetação secundária no nordeste paraense, onde a floração ocorreu no final da estação seca e no início da chuvosa; bem como dos dados de Aguiar e Gaglianone (2008), que observaram o florescimento durante o período chuvoso em remanescentes de mata de tabuleiro. Essa divergência pode ser justificada pelo desenvolvimento tardio das espécies e pela disponibilidade de nutrientes no solo.

No que diz respeito às correlações entre as variáveis climáticas e a fenofase de floração

(Tabela 2), o fotoperíodo apresentou correlações negativas e significativas para *C. langsdorffii* ( $r = -0,76$ ;  $p < 0,00$ ) e *S. flaemingii* ( $r = -0,53$   $p < 0,00$ ), a qual também teve a sua floração correlacionada à temperatura ( $r = -0,44$ ;  $p < 0,03$ ). A precipitação não se relacionou com a floração em nenhuma das espécies estudadas (Tabela 2). A ausência de correlação entre floração e precipitação também foi observada por Pedroni et al. (2002), estudando a fenologia de *C. langsdorffii* em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Pereira et al. (2008) relatam que o aumento do número de espécies em floração está correlacionado às altas pluviométricas.

Nesse panorama, Janzen (1967) menciona que a floração na seca seria vantajosa, pois não há chuvas pesadas que danifiquem e/ou ocasionam a queda das flores, o desfolhamento mais intenso facilita a visualização das flores pelos polinizadores, muito ativos nessa época e a herbivoria é reduzida. Além disso, segundo Figueiredo (2008), a autonomia das espécies arbóreas com relação à disponibilidade hídrica é uma consequência da maior capacidade de absorção e/ou retenção de água na seca.

É possível deduzir que o sincronismo das fenofases poderia justificar as correlações significativas para precipitação, assim como, de maneira oposta, apresentar menores estímulos ao aumento da temperatura e do fotoperíodo. Nesse sentido, Bergamaschi (2007) diz que a temperatura tem influência direta na fenologia das plantas. Temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento vegetal, enquanto baixas temperaturas prolongam o ciclo.

Esse mesmo autor cita ainda que a indução ao florescimento é o principal mecanismo de resposta ao fotoperíodo negativo, pois determina a passagem da planta do crescimento vegetativo ao processo reprodutivo, indispensável à produção de frutos e sementes. Por sua vez, a duração do ciclo está relacionada à ocorrência do florescimento. Assim, para muitas espécies, o seu ciclo pode ser alterado em diferentes épocas ou latitudes.

O aumento da temperatura, da precipitação e do fotoperíodo pode influenciar as espécies na floração (MORELATTO; LEITÃO FILHO, 1992). Esses fatores



abióticos influenciam diretamente as fenofases, no entanto, algumas espécies não dependem primariamente da precipitação para iniciar suas fenofases, pois estas apresentam características próprias de acúmulo de água e podem, inclusive, iniciar sua floração no período menos favorável (LIMA; RODAL, 2010).

A precipitação não foi um fator limitante para emissão de flores, já que grande parte da floração ocorreu no final da estação chuvosa e início do período de estiagem.

Quanto à frutificação, *C. langsdorffii* frutificou no período seco (junho a outubro – Tabela e Figura 1), enquanto *L. lurida* frutificou no final da estação chuvosa (maio a julho), assim como *S. flaemingii*, a qual se estendeu mais para o período seco (maio a setembro), corroborando com estudos realizados por Figueiredo (2008), em área de cerrado, onde o principal período de frutificação ocorreu durante a seca e outro de menor intensidade durante o período chuvoso; Piauilini et al. (2012), em uma área de transição entre cerrado e caatinga, observaram a frutificação de *Lafoensia replicata* Pohl. entre julho e dezembro. Botrel et al. (2015), em uma população natural de *Terminalia fagifolia* Mart., localizada também nesse ecótono, registraram a fenofase de frutificação entre março e outubro, coincidindo com a estação seca.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Lima (2007), Amorim et al. (2009) e Souza et al. (2014), em áreas de caatinga com diferentes espécies; e no estudo de Lima e Lemos (2018), em uma área de transição caatinga-restinga no litoral do Piauí, em que a frutificação ocorreu no final da estação chuvosa para o início da estação seca.

*Copaifera langsdorffii*, ao expressar a maturação e a dispersão dos frutos na estação seca, aumenta a probabilidade de germinação e crescimento das plântulas ainda no período chuvoso seguinte, quando é beneficiada pela umidade e pela abundância temporária de nutrientes, em virtude da decomposição da serrapilheira acumulada na estação seca nesses ambientes (GOUVEIA; FELFILI, 1998; FELFILI et al., 1999). No bioma Cerrado, a maturação dos frutos antes do início das chuvas é favorável porque as sementes terão melhores condições

de dispersão e de desenvolvimento durante a estação chuvosa (OLIVEIRA, 1994).

*Copaifera langsdorffii* ( $r = -0,57$ ;  $p < 0,00$ ) e *L. lurida* ( $r = -0,61$ ;  $p < 0,00$ ) apresentaram correlação negativa moderada para a temperatura e frutificação (Tabela 2), enquanto para precipitação e fotoperíodo não apresentaram correlações significativas. Já a frutificação de *S. flaemingii* não apresentou correlação a nenhuma das variáveis climáticas analisadas (Tabela 2).

Neste estudo foram observadas as estratégias reprodutivas de três espécies de grande representatividade em valor de importância econômica e cobertura na Floresta Estacional Semidecidual. Contudo, há necessidade de novas pesquisas, buscando compreender os padrões fenológicos dessas e de outras espécies de áreas de transição e os impactos abióticos sobre essa região. Dados como estes possibilitarão a formulação de novos conhecimentos e estratégias para a implantação e o manejo das espécies.

## Referências

- ABDULAI, A. L.; KOURESSY, M.; VAKSMANN, M.; ASCHI, F.; GIESE, M; HOLGER, B. Latitude and date of sowing influence the phenology of sorghum sensitive to photoperiod. **Journal of Agronomy and Agrarian Sciences**, Herndon, v. 198, p. 340-348, 2012.
- AGUIAR, B. A. S.; SOARES, E. S. S.; MASRUA, M. L. A.; OLIVEIRA, M. C. P.; LOPES A. V. F.; SOUSA, G. M. Biologia floral e reprodutiva de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) em áreas de remanescente de floresta estacional semidecídua do Parque Zoobotânico de Teresina – PI. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 1, n. 1, p. 84-95, 2016.
- AGUIAR, W. M.; GAGLIANONE, M. C. Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lurida* (Lecythidaceae) no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 52, n. 2, p. 277-282, 2008.
- ALMEIDA, C. I. M.; LEITE, G. L. D.; ROCHA, S. L.; MACHADO, M. M. L.; MALDONADO, W. C. H. Fenologia e artrópodes de *Copaifera langsdorffii* Desf. no cerrado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 64-70, 2006.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 491-499, 2009.
- APG IV – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. Date of classification of Angiosperm Phylogeny Group for animals and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.
- ARAÚJO, R. R. **Fenologia e morfologia de plantas e biometria de frutos e sementes de muricizeiro (*Byrsonima verbascifolia* L.**

- Dc.) do Tabuleiro Costeiro de Alagoas.** 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró. 2009.
- ARAÚJO, R. R.; SANTOS, E. D.; LEMOS, E. E. P. Fenologia do muricizeiro *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich em zona de tabuleiro costeiro do nordeste brasileiro. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2014.
- BARBOSA, D. C. A.; ALVES, J. L. H.; PRAZERES, S. M.; PAIVA, A. M. A. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha – PE). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 109-117, 1989.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 269-275, 2002.
- BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, C. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. (Org.). **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. p. 291-310.
- BORCHERT, R. Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, New York, v. 61, n. 5, p. 1065-1074, 1980.
- BOTREL, R. T.; BRITO, D. R. S.; SOUSA, W. C.; SOUZA, A. M.; HOLANDA, A. C. Fenologia de uma espécie arbórea em ecótono Caatinga/Cerrado no sul do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 3, p. 7-12, 2015.
- BRASIL – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biomass**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomass>>. Acesso em: 25 out. 2018.
- BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 361-369, 2002.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.
- CARVALHO, E. G. A.; TEODORO, M. S.; LEMOS, J. R. Inventário florístico de uma área ecotonal caatinga-cerrado no norte do Piauí, nordeste do Brasil. In: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas botânicas e ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018. p. 35-53.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 2003. 639 p.
- CNC FLORA. *Swartzia flaeingii*. In: **Lista vermelha da flora brasileira versão 2012.2**. Centro Nacional de Conservação da Flora. 2012. Disponível em: <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Swartzia flaeingii](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Swartzia%20flaeingii)>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. **Cerne**, Lavras, v. 2, p. 66-88, 1996.
- FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; DIAS, B. J.; REZENDE, A. V. Estudo fenológico de *Stryphnodendrom adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 83-90, 1999.
- FIGUEIREDO, P. S. Fenologia e estratégias reprodutivas das espécies arbóreas em uma área marginal de cerrado, na transição para o semiárido no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadina, v. 2, n. 2, p. 8, 2008.
- FLORA DO BRASIL. **Flora do Brasil 2020**. 2018. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 25 out. 2018.
- FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas enárboles. **Turrialba**, San José, v. 24, p. 422-423, 1974.
- FOURNIER, L. A. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **Turrialba**, San José, v. 26, p. 54-59, 1976.
- FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, San José, v. 25, p. 45-48, 1975.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v. 62, p. 881-913, 1974.
- FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, 2002.
- GOUVEIA, G. P.; FELFILI, J. M. Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil Central. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, p. 443-450, 1998.
- JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central América. **Evolution**, London, v. 21, p. 620-637, 1967.
- KOPTUR, S.; HABER, W. A.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. Phenological studies of shrub and tree species in tropical cloud forests of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 4, p. 347-359, 1988.
- LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S. Matéria orgânica do solo: funções, interações e manejo. In: ARAÚJO, A. S. F.; LEITE, L. F. C.; NUNES, L. A. L. P.; CARNEIRO, R. F. V. (Org.). **Matéria orgânica e organismos do solo**. Vol. 1. Teresina: EDUFPI, 2008. p. 13-48.
- LIMA, A. L. A. **Padrões fenológicos e espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semiárido do Nordeste do Brasil**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007.
- LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N. Phenology and density of plants grown in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, London, v. 74, n. 11, p. 1363-1373, 2010.
- LIMA, A. S.; BARBEIRO, S. M. C.; CASTRO, A. A. J. F. Fenologia de *Curatella americana* L. em uma área de cerrado marginal no município de Castelo do Piauí, Brasil. **Publicações Avulsas Conservação do Ecossistema**, Teresina, v. 26, p. 1-23, 2009.
- LIMA, G. A.; LEMOS, J. R. Fenologia e síndrome de dispersão de cinco espécies em um trecho de vegetação transicional caatinga-restinga no litoral do Piauí, Brasil. In: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas botânicas e ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018. p. 105-122.

- LIMA, G. A.; TEODORO, M. S.; LEMOS, J. R. Estrutura de um trecho de vegetação subcaducifólia no extremo Norte do Piauí, Brasil. In: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas botânicas e ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018. p. 77-103.
- MANSANO, V. F.; PINTO, R. B.; TORKE, B. M. **Lista de espécies da flora do Brasil** – *Swartzia*. 2010. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB023178>>. Acesso em: 25 out. 2018.
- MEDEIROS, D. P. W. **Fenologia e síndromes de dispersão na floresta de restinga da RPPN Nossa Senhora do Outeiro de Maracaípe, Ipojuca, Pernambuco**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2005.
- MELO, F. B.; CAVALCANTE, A. C.; ANDRADE, J. A. S.; BASTOS, E. A. **Levantamento detalhado de solos da área Embrapa Meio-Norte/UEP de Parnaíba**. Teresina: EMBRAPA MEIO-NORTE, 2004. 26 p. (Documento, 89).
- MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 103-115, 2011.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila da Serra do Japi. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 50, p. 163-173, 1990.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp/FAPESP, 1992. p. 111-140.
- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.
- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Malden, v. 32, p. 811-823, 2000.
- MORI, S.A.; PRANCE, G. T. Lecythidaceae – Part II: The zygomorphic-flowered New World genera (Bertholletia, Corythophora, Couratari, Couroupita, Eschweilera, and Lecythis). **Flora Neotropica Monographs**, New York, v. 21, n. 2, p. 1-376, 1990.
- MUNIZ, F. H. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 617-626, 2008.
- NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, p. 155-166, 2010.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. E.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Malden, v. 26, p. 141-159, 1994.
- OLIVEIRA, P. E. Aspectos da reprodução de plantas do cerrado e conservação. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 1, p. 34-45, 1994.
- OPLER, P. A.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. Precipitation as a factor in time, timing and synchronization of these is by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, New York, v. 3, p. 231-236, 1976.
- PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia de copaíba *Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinoideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.
- PEREIRA, S. G.; AMARAL, A. F. Fenologia das espécies arbóreas do bosque do Parque Municipal do Mocambo, Patos de Minas – MG. **Revista Eletrônica da Pesquisa**, Pato de Minas, v. 5, n. 5, 2008.
- PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N.; MORAES, L. F. D.; LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 329-339, 2008.
- PIAULINI, S. A. C.; BOTREL, R. T.; MANCINI, A. C.; SOUSA, A. M. Estudo fenológico de *Lafoensia replicata* Pohl. no município de Bom Jesus, Piauí. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 8, p. 1-5, 2012.
- PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 23, n. 4, p. 1096-1109, 2009.
- PLANAP. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba: atlas da bacia do Parnaíba**. Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda., 2006. 96 p.
- QUIRINO, Z. G. M. **Fenologia, síndrome de polinização e dispersão e recursos florais de uma comunidade de caatinga no Cariri paraibano**. 2006. 158 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2006.
- QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 467 p.
- REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v. 72, p. 61-74, 1984.
- ROTTA, E.; BELTRAMI, L. C. C.; ZONTA, M. **Manual de prática de coleta e herborização de material botânico**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 31 p.
- SANTOS, D. L.; TAKAKI, M. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 625-632, 2005.
- SILVA, A. C. C.; PRATA, A. P. N.; MELLO, A. A. Floração e frutificação da vegetação lenhosa na Caatinga em Sergipe. **Natureza Online**, Santa Teresa, v. 16, n. 1, p. 10-18, 2017.
- SILVA, A. T.; MUNIZ, C. F. S.; WANDERLEY, M. G. L.; KIRIZAWA, M.; SENDULSKY, T.; SILVA, T. S.; MALUF, A. M.; SILVESTRE, M. S. F.; CHIEA, S. A. C.; CUSTÓDIO-FILHO, A.; MANTOVANI, W.; JUNG, S. L.; BARROS, F.; OLIVEIRA, L. C. A. Pteridófitas e fanerógamas. In: FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. (Coord.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização**

- de material botânico.** São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. p. 31-45.
- SIQUEIRA FILHO, J. A. S.; SEIDO, C. L.; CAMPELO, M. J. A.; SANTOS, F. S. E.; PEQUENO, I. D. Fenologia e síndromes de dispersão de espécies lenhosas em áreas prioritárias para a conservação da Caatinga – Afrânio, Pernambuco. In: ALBUQUERQUE, U. P.; MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L. (Ed.). **Biodiversidade potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos.** Vol. 2. Bauru: Canal6/Recife: NUPEEA, 2010. p. 465-483.
- SNOW, D. W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, Copenhagen, v. 15, p. 274-281, 1965.
- SOUSA, D. B.; MAUÉS, M. M.; LEÃO, N. V. M. Fenologia reprodutiva de espécies arbustivas e arbóreas em vegetação secundária no nordeste paraense. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5, 1995, Belém. **Resumos...** Belém: FCAP, Unidade de Apoio à Pesquisa, 1995. p. 58.
- SOUZA, D. N. N.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M. de; ROCHA, L. N. G.; SILVA, N. F. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de Caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014.
- SOUZA, M.; FUNCH, L. S. Fenologia e modos de polinização e dispersão de Fabaceae em floresta ciliar, Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 15, p. 1-10, 2015.
- SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras.** Brasília: IBAMA, 1997. 198 p.
- VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga (Resultados do Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga).** 1 ed. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76 p.
- WRIGHT, S. J.; VAN SCHAİK, C. P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist**, Chicago, v. 143, p. 192-199, 1994.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** New Jersey, Prentice Hall, 1999. 663 p.