

Artigos

Fenologia de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. em área de Caatinga, Boa Vista – PB

Phenology of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. in a Caatinga area, Boa Vista – Paraíba state

Flávio Ricardo da Silva Cruz^I , Rosemere dos Santos Silva^I ,
Edna Ursulino Alves^I , Caroline Marques Rodrigues^{II} 

^IUniversidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil

^{II}Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE, Brasil

RESUMO

Sideroxylon obtusifolium (Roem. & Schult.) T.D.Penn., da família Sapotaceae, é uma das mais importantes espécies de ocorrência na Caatinga. O conhecimento do seu ciclo reprodutivo por meio do estudo fenológico é importante porque possibilita a elaboração de estratégias para sua conservação e seu uso sustentável. O objetivo nesta pesquisa foi avaliar as fenofases de *Sideroxylon obtusifolium* e a sua relação com as condições ambientais locais. O estudo foi realizado na fazenda Santa Rosa do Espólio, localizada no município de Boa Vista, estado da Paraíba (PB), em 26 indivíduos da espécie, avaliados a cada quinze dias durante 30 meses. A partir do percentual de intensidade de Fournier e do índice de atividade, foram registradas a presença e ausência das fenofases brotamento, botão floral, floração, frutificação e senescência foliar. Pela correlação de Spearman, não houve efeito significativo entre os caracteres fenológicos avaliados e as variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, com forte oscilação na intensidade e no índice de atividade nos 30 meses de avaliações. A análise de correlação indicou efeito significativo entre a intensidade de brotamento com a precipitação pluviométrica. A senescência foi registrada em todos os indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium* durante todo o período de avaliação, com a máxima intensidade (88%) registrada nos meses de janeiro e fevereiro de 2017. As fases de botão floral, floração (flor em antese) e frutificação tiveram um padrão de ocorrência mais uniforme de agosto de 2014 até agosto de 2016, entretanto com intensidades e índices de atividades decrescentes. Os eventos fenológicos da *Sideroxylon obtusifolium* apresentaram irregularidade, o que pode ter sido influenciado pelo baixo índice pluviométrico registrado na área de estudo durante o período de avaliação.

Palavras-chave: Floresta tropical sazonalmente seca; Espécie florestal; Floração; Dados meteorológicos

ABSTRACT

Sideroxylon obtusifolium (Roem. & Schult.) T.D.Penn., belongs to the Sapotaceae family and is one of the most important species of the Caatinga biome. The knowledge of its reproductive cycle through the phenological study is important because it allows the elaboration of strategies for its conservation and its sustainable use. The objective of this study was to evaluate the phenological stages of *Sideroxylon obtusifolium* and their relationship with the local environmental conditions. The study was carried out at 'Santa Rosa do Espólio' farm, located in the municipality of Boa Vista – PB state - at 26 individuals of the species, evaluated every fifteen days for 30 months. From the percentage of Fournier intensity and the activity index the presence and absence of the stages of budding, floral bud, flowering, fruitification and leaf senescence were recorded. The Spearman correlation did not present a significant effect between the phenological characters evaluated and the environmental variables of temperature and relative humidity, with a strong oscillation in intensity and activity index in the 30 months of evaluations. The correlation analysis indicated a significant effect between budding intensity and rainfall. Senescence was recorded in all individuals of *Sideroxylon obtusifolium* during the entire evaluation period, with the highest intensity (88%) recorded in January and February of 2017. The flower bud, flowering (anthesis) and fruitification stages, a more uniform occurrence pattern was observed from August of 2014 until August of 2016. However, with decreasing intensities and activity indexes. The phenological events of *Sideroxylon obtusifolium* presented irregularities which may have been influenced by the low rainfall recorded in the study area during the evaluation period.

Keywords: Seasonally Dry Tropical Forest; Forest species; Flowering; Meteorological data

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos países mais ricos em biodiversidade e recursos hídricos do mundo, com potencial de ser referência em conservação ambiental e desenvolvimento sustentável, uma vez que possui grande parte de sua biodiversidade ainda preservada (AKASHI JUNIOR; CASTRO, 2010). Entretanto, o aumento das demandas por alimentos e matéria-prima oriundas das florestas, por espaço para a expansão de áreas urbanas, infraestrutura industrial e atividades agropecuárias (SHIMIZU, 2007) têm ocasionado grande pressão sobre o meio ambiente, resultando em perdas significativas. Inserida nesse contexto está a Caatinga, floresta tropical sazonalmente seca (FTSS), que se caracteriza por estar localizada em regiões com irregularidade na distribuição de chuvas, solos rasos e mineralmente ricos e diversidade de espécies vegetais com adaptações que permitem a sua sobrevivência no período seco (SANTOS *et al.*, 2012; FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

A quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.], pertencente à família Sapotaceae, é uma das espécies de ocorrência na Caatinga, cujas populações naturais vêm diminuindo ao longo do tempo. A altura das plantas pode variar de 7 a 18 metros (KIILL; LIMA, 2011), possui frutos do tipo drupa ricos em antocianinas (SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2013), podendo ser utilizados na alimentação humana, prevenção de doenças ou aplicados na indústria de alimentos como fonte de pigmentos naturais (FIGUEIREDO; LIMA, 2015). A extração da casca e a carência de medidas voltadas para o cultivo e o reestabelecimento de áreas com a espécie são as principais ameaças para a sua manutenção e conservação (BELTRÃO *et al.*, 2008).

A fenologia consiste no estudo científico do tempo sazonal dos eventos da vida de um vegetal e a sua relação com os fatores climáticos (YADAV; YADAV, 2008). As respostas desse estudo permitem conhecer o funcionamento dos ecossistemas, conservar outras espécies relacionadas com as plantas observadas, saber o período adequado para coleta de sementes de plantas e compreender a relação existente entre os padrões fenológicos observados com os fatores abióticos (SULISTYAWATI *et al.*, 2012). Isso porque o tempo e a duração dos eventos fenológicos interferem na estrutura das comunidades vegetais, regeneração, quantidade e qualidade de recursos disponíveis para os organismos consumidores (WILLIAMS *et al.*, 1999).

Os ciclos fenológicos das plantas tropicais são complexos e de padrões irregulares, cujo reconhecimento é difícil, principalmente em estudos de curto prazo (BENCKE; MORELLATO, 2002a). Os fatores ambientais como precipitação, estresse hídrico, foto-período e temperatura podem influenciar na fenologia, especialmente em ambientes tropicais, onde nota-se alguma sazonalidade ao longo do ano (GUILHERME *et al.*, 2011). Os padrões fenológicos observados em uma determinada população representam ajustes dos ciclos vegetativos e reprodutivos da planta aos períodos favoráveis e desfavoráveis. Sendo assim, a abordagem correlativa entre o clima e a fenologia permite inferir sobre a influência das variáveis climáticas na duração e intensidade das diferentes fenofases (SILVA *et al.*, 2012).

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar as diferentes fenofases de *Sideroxylon obtusifolium* e sua correlação com as condições ambientais locais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na fazenda Santa Rosa do Espólio, sob as coordenadas 7°13'50" S, 36°13'57,7" W, localizada no município de Boa Vista – PB. O clima, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Bsh, ou seja, semiárido quente e seco, com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos, sendo a estação seca prolongada, podendo atingir 11 meses.

2.2 Seleção das plantas

Para o estudo fenológico, foram acompanhados 26 indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium*, que foram selecionados ao acaso (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008; ROCHA *et al.*, 2015), com uma distância mínima de 30 metros, marcados com fita TNT e plaquetas plásticas devidamente enumeradas e identificadas.

2.3 Caracteres fenológicos

As observações fenológicas de *Sideroxylon obtusifolium* foram realizadas a cada 15 dias, com auxílio de binóculo, entre a primeira quinzena de agosto de 2014 até a primeira quinzena de fevereiro de 2017, totalizando 30 meses de avaliações. Durante as observações, foram registrados o início e o término de cada evento, bem como os eventos ao longo das fenofases, sendo a descrição realizada por meio da interpretação da intensidade de Fournier e pelo índice de atividade (BENCKE; MORELLATO, 2002a, 2002b).

Em cada visita, foram avaliadas as seguintes fenofases: brotamento - caracterizado pela emissão de ramos novos, geralmente com coloração marrom claro e folhas novas, com coloração verde clara; botão floral - período compreendido entre o aparecimento das estruturas florais até o momento que antecedeu a antese; floração - compreendeu o período em que a planta estava com as flores em antese; frutificação - registrada com o aparecimento dos frutos após a fertilização das flores, sendo

considerados quando verdes e maduros; senescência - período que compreendeu a queda foliar determinada com base em galhos desfolhados e folhas caídas sobre o solo, embaixo da copa das árvores, bem como pela mudança na coloração das folhas de um verde escuro para um tom amarelado ou acinzentado.

2.4 Avaliação das características fenológicas

2.4.1 Percentual de intensidade de Fournier

Seguidas as indicações propostas por Fournier (1974), foi estimada a intensidade de cada fenofase a partir de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4), de acordo com a descrição a seguir: zero = ausência da fenofase, 1 = presença da fenofase com ocorrência atingindo entre 1 a 25% de cada planta, 2 = presença da fenofase com magnitude atingindo entre 26% a 50%, 3 = presença da fenofase com magnitude entre 51% a 75% e 4 = presença da fenofase com magnitude atingindo entre 76% a 100%.

2.4.2 Índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos)

Método quantitativo que consistiu no registro percentual de indivíduos da população com a presença ou ausência de determinado evento fenológico.

2.5 Dados climáticos e correlação com as características fenológicas

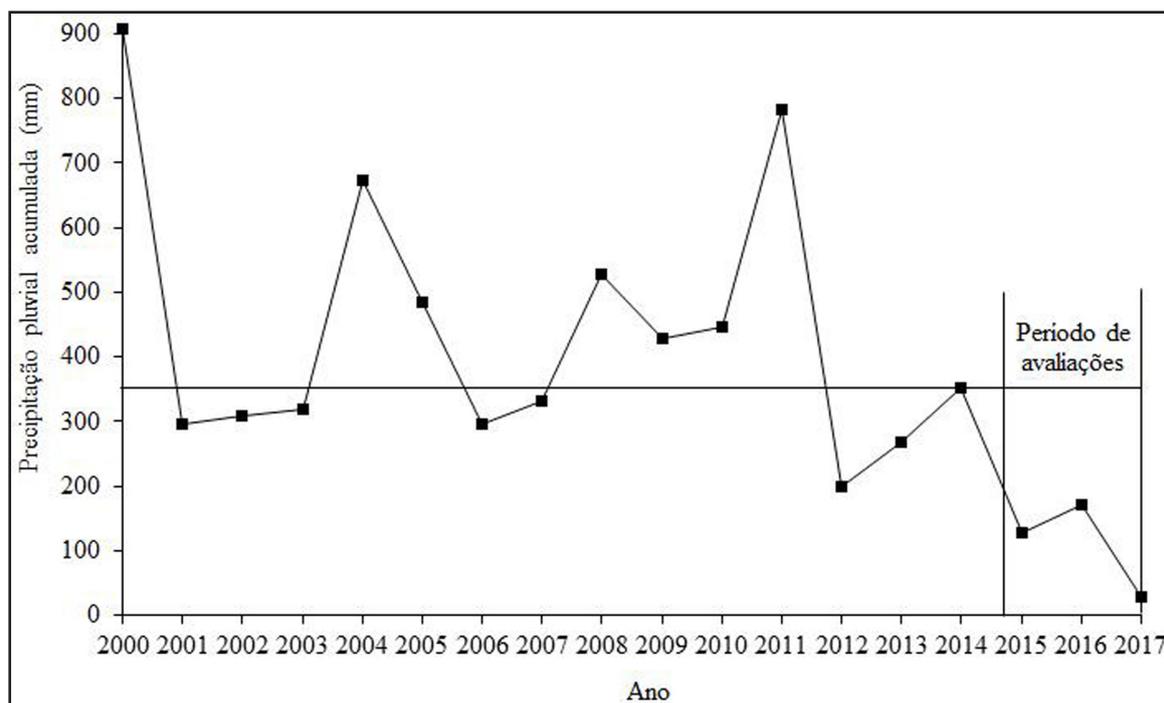
Durante a realização do estudo, foram obtidos os dados climáticos referentes à temperatura, umidade relativa do ar (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2017) e precipitação pluvial do município de Boa Vista - PB (AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2017). Os dados fenológicos foram correlacionados entre si e com a temperatura, precipitação e umidade relativa do ar através da correlação de Spearman (r_s) (SAS, 2011). Para observar a variação da precipitação pluviométrica ao longo do tempo no município, foram obtidos dados do acumulado anual do mês de janeiro do ano 2000 até fevereiro de 2017.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados climáticos

Pelos dados do acumulado da precipitação pluviométrica média anual no município de Boa Vista - PB, do mês de janeiro do ano de 2000 até abril de 2017 (AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2017) verificou-se que os picos de precipitação acumulados ocorreram em 2000 (906,7 mm), 2004 (673,1 mm), 2008 (527,1 mm) e 2011 (781,9 mm) (Figura 1). A variação pluviométrica observada durante o período exposto reforça a irregularidade de chuvas na área semiárida da Caatinga. No período compreendido no estudo fenológico de *Sideroxylon obtusifolium*, outubro de 2014 até fevereiro de 2017, a ocorrência de chuvas foi reduzida em comparação aos anos anteriores.

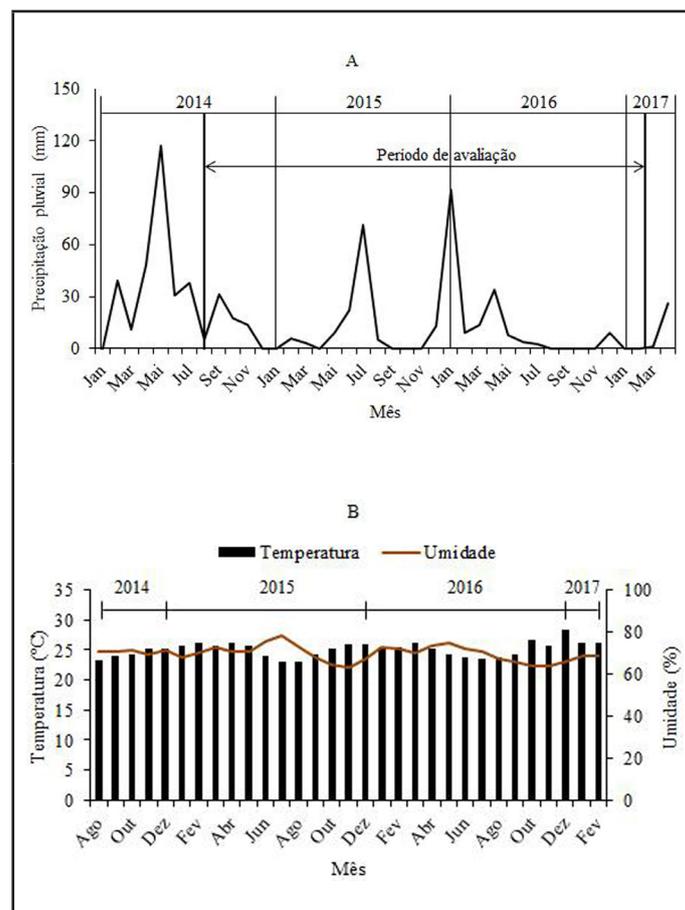
Figura 1 – Precipitação pluvial anual de 2000 (mm ano^{-1}) até o mês de fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB



Fonte: AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2017)

Nos anos de 2014 e 2015, a intensificação das chuvas foi de maio a julho (estação chuvosa), enquanto em 2016 o pico de precipitação ocorreu no mês de janeiro, sendo escassa até fevereiro de 2017. No primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 a julho de 2015), foi registrado um acumulado de precipitação pluvial de 185 mm e, no segundo (agosto de 2015 a julho de 2016), de 180 mm (Figura 2A). Na Figura 2B, constam a temperatura média e a umidade relativa do ar durante o período de observação fenológica. As temperaturas mais amenas foram registradas nos meses de maio a agosto dos anos 2015 e 2016, período no qual também ocorreram os maiores valores para a umidade relativa do ar.

Figura 2 – Precipitação pluvial acumulada (mm m-1) de janeiro de 2014 a fevereiro de 2017 (A), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) de agosto de 2014 a fevereiro de 2017 (B), no município de Boa Vista – PB



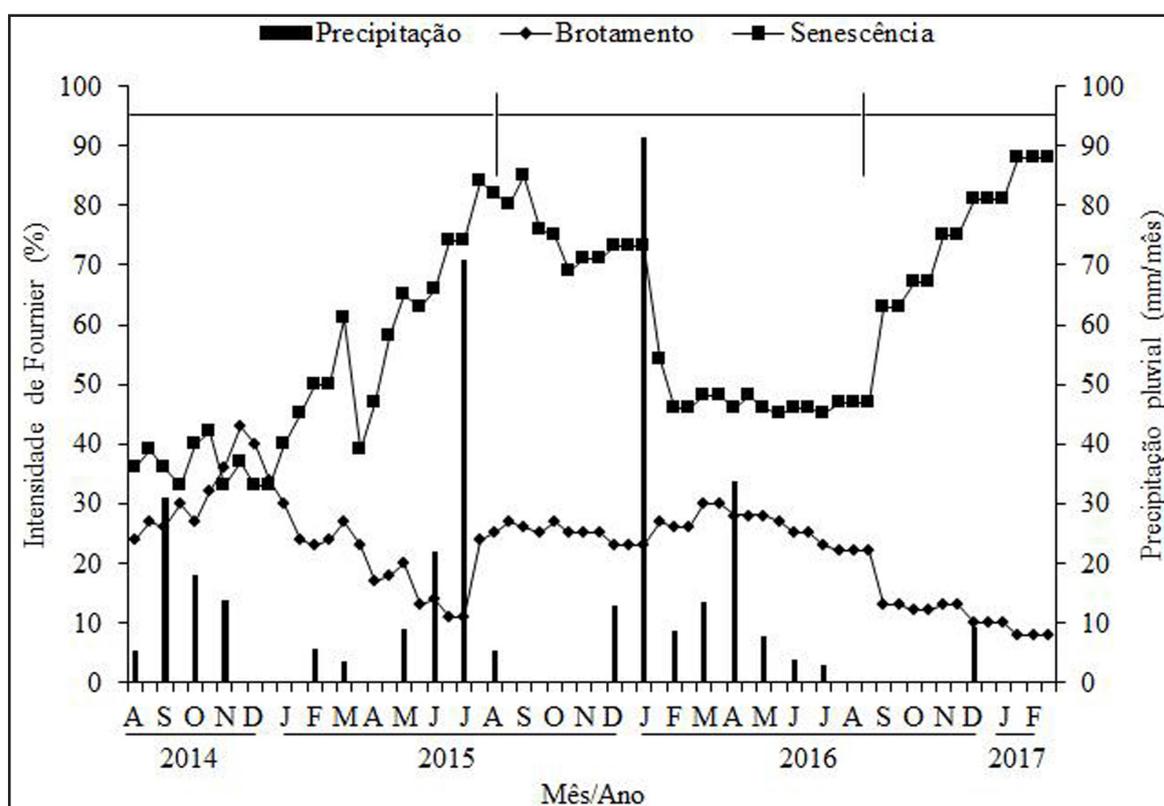
Fonte: AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2017); INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (2017)

3.2 Percentual de intensidade de Fournier

3.2.1 Brotamento e senescência

A partir do percentual de intensidade de Fournier, observou-se que durante todo o período de avaliação (agosto de 2014 a fevereiro de 2017) foi registrado o brotamento em indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium*, sendo que no primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 a julho de 2015) o pico de brotamento ocorreu no mês de novembro de 2014 (43%). De dezembro de 2014 a julho de 2015, houve uma diminuição no surgimento de ramos e folhas nas plantas da espécie, seguida por um pequeno aumento e estabilização de intensidade dessa fenofase de julho de 2015 até agosto de 2016, com posterior queda no surgimento de brotações (Figura 3).

Figura 3 – Intensidade de Fournier de *Sideroxylon obtusifolium* nas fenofases de brotamento e senescência, registrada quinzenalmente e acumulado de precipitação pluvial mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB



Fonte: Autores (2017)

A análise de correlação indicou efeito significativo entre a intensidade de brotamento com a precipitação pluvial ($r_s = 0,43$; $p = 0,0165$) (Tabela 1), no entanto o mesmo não ocorreu entre a referida fenofase com as demais variáveis ambientais consideradas. Esse dado indica que a precipitação influencia no brotamento, uma vez que durante as observações foi constatado que, após a ocorrência de chuvas, houve um incremento no número de ramos e folhas.

Tabela 1 – Correlação de Spearman (r_s) entre a intensidade das fenofases de *Sideroxylon obtusifolium* avaliadas e as variáveis climáticas precipitação pluvial (mm), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) ($\alpha = 0,05$)

	Agosto de 2014 - Fevereiro 2017												
	Brotamento		Botão floral		Flor		Fruto		Senescência		Precipitação		
	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	
Brotamento	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botão Floral	0,26	0,1563	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flor	0,28	0,1254	0,96	<,0001	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruto	0,40	0,0257	0,56	0,001	0,67	<,0001	1	-	-	-	-	-	-
Senescência	-0,61	0,0003	-0,10	0,5833	-0,13	0,4741	-0,40	0,0243	1	-	-	-	-
Precipitação	0,43	0,0165	-0,01	0,9551	0,03	0,8520	0,28	0,1158	-0,31	0,0881	1	-	-
Temperatura	-0,21	0,2639	-0,04	0,8532	0,03	0,8891	0,15	0,426	0,28	0,1284	-	-	-
Umidade	0,26	0,1621	-0,16	0,4000	-0,11	0,5580	0,26	0,1532	-0,29	0,1102	-	-	-

Fonte: Autores (2017)

Algumas espécies de florestas tropicais secas têm o seu crescimento vegetativo estimulado na estação chuvosa e florescem na estação seca, uma vez que nesta as flores ficam mais visíveis para os polinizadores (BAWA; KANG; GRAYUM, 2003). Embora tenha sido registrada a presença de brotamento durante todo o período de avaliação (agosto de 2014 a fevereiro de 2017), a sua intensidade em indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium* foi sempre inferior a 50%. Resultado semelhante foi observado para a mesma espécie durante a estação seca na região semiárida da Bahia, onde a precipitação não foi fator limitante para a produção de folhas e ramos, sendo registradas ao longo da estação seca taxas de brotamento de 50 a 80% (KIILL; MARTINS; SILVA, 2014). Correlação

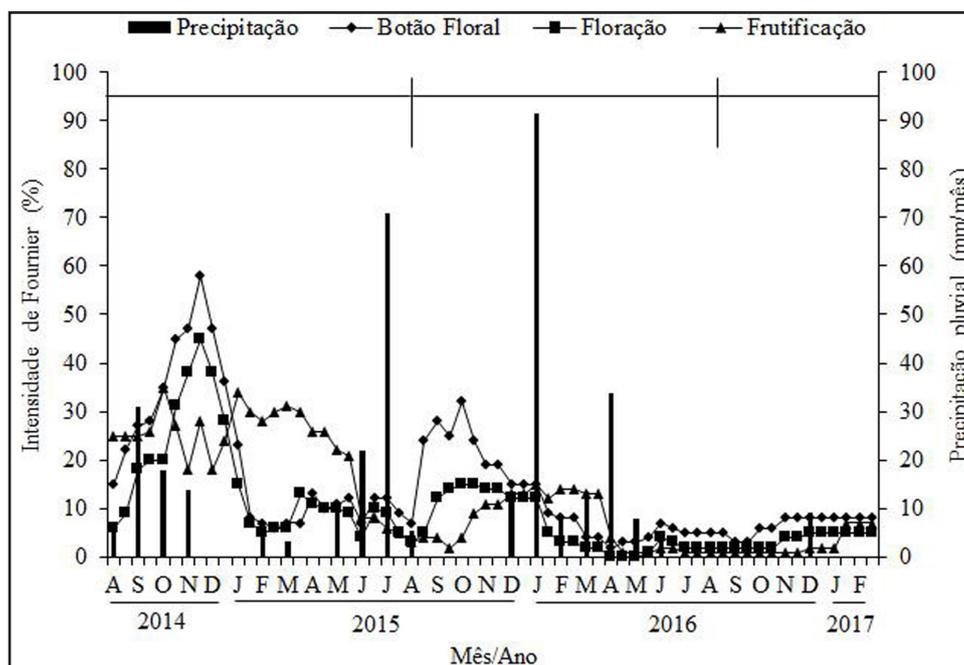
positiva significativa entre o brotamento foliar e a precipitação foi constatada para seis espécies da Caatinga no estado do Rio Grande do Norte, a exemplo do cumaru [*Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f.], catingueira [*Cenostigma pyramidale* (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis] e pau-branco (*Cordia oncocalyx* Allemão) (SOUZA *et al.*, 2014).

Durante todo o período de avaliação fenológica, foi observada queda de folhas com intensidade superior a 30% nos indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium*, com as mínimas e máximas registradas em setembro e dezembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2017, respectivamente (Figura 3) e não foi constatada correlação significativa entre a senescência e as variáveis ambientais, temperatura ($r_s = 0,28$; $p = 0,1284$), umidade relativa do ar ($r_s = -0,29$; $p = 0,1102$) e a precipitação pluviométrica ($r_s = -0,31$; $p = 0,0881$). Para a senescência, o comportamento foi oposto ao observado para o brotamento, ocorrendo entre elas uma correlação negativa e significativa ($r_s = -0,61$; $p = 0,0003$), indicando que a produção de brotos compensa rapidamente a queda de folhas. A maior intensidade na senescência ocorreu de junho de 2015 a janeiro de 2016, com posterior redução na sua manifestação, mantendo-se estável de fevereiro até agosto de 2016. A partir daí houve aumento da intensidade de senescência até fevereiro de 2017, coincidindo com o período seco. Em muitas florestas tropicais, a exemplo da Caatinga, o aumento na queda de folhas está correlacionado com o início da estação seca (REICH; BORCHERT, 1982), sendo uma estratégia da vegetação para minimizar as perdas de água por transpiração (IZIDIO *et al.*, 2013). Para muitas espécies, a exemplo de *Sideroxylon obtusifolium*, o brotamento e a precipitação pluvial estão diretamente relacionados. O maior ou menor efeito da referida variável climática sobre as características fenológicas sobre as espécies vegetais vai depender da intensidade das chuvas, capacidade e do período de retenção da água no solo, de modo que a planta possa responder fisiologicamente com a emissão de brotos, produção de folhas e consequente compensação da senescência.

3.2.2 Botão floral, flor e fruto

No primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 a julho de 2015), foi observado que a produção de botões florais concentrou-se de setembro a dezembro de 2014, com pico no mês de novembro, alcançando 58% das copas da população. No segundo ano de observação (agosto de 2015 a julho de 2016), a intensidade de manifestação de botões florais nos indivíduos da espécie foi menor que a registrada no primeiro ano, entretanto também foi mais intensa de setembro a dezembro de 2015, com pico no mês de outubro (Figura 4).

Figura 4 – Intensidade de Fournier de *Sideroxylon obtusifolium* nas fenofases de botão floral, floração e frutificação, registradas quinzenalmente e precipitação pluviométrica mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista – PB



Fonte: Autores (2017)

A ocorrência de flores em antese acompanhou a manifestação do surgimento dos botões florais, também havendo semelhança nos meses de pico, tanto no primeiro quanto no segundo ano de avaliação, sendo constatada uma correlação positiva e significativa entre as fenofases mencionadas ($r_s = 0,96$; $p = <0,0001$) durante todo

o período de avaliação fenológica, de agosto de 2014 até fevereiro de 2017 (Tabela 1). Importante destacar que no segundo ano de avaliação fenológica, a floração e a frutificação também foram inferiores à registrada no primeiro ano, o que está relacionado com o fato de que muitos botões florais não chegaram à fase de antese.

De agosto a dezembro de 2015, a frutificação acompanhou a emissão de botão floral e flores, estendendo-se de janeiro a junho de 2016, mesmo com a diminuição da intensidade da fase de botão floral e floração. No segundo ano, a presença de botão floral foi mais intensa de setembro de 2015 a janeiro de 2016, com pico em outubro de 2015 (32%), porém muito inferior ao registrado em novembro de 2014 (58%), enquanto no intervalo entre agosto de 2016 e fevereiro de 2017 o comportamento da frutificação foi distinto dos anos anteriores (Figura 4).

No primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 até julho de 2015), foi constatado que a frutificação da *Sideroxylon obtusifolium* ocorreu por um período mais prolongado e intenso em comparação com o segundo ano (agosto de 2015 a julho de 2016), entretanto com intensidade máxima inferior a 40% durante todo o período de avaliação (agosto de 2014 até fevereiro de 2017), podendo ser considerada baixa. Essa constatação pode estar relacionada com a baixa precipitação registrada durante todo o período de avaliação fenológica.

As variáveis ambientais, temperatura e precipitação pluviométrica, influenciaram, de maneira distinta, no comportamento fenológico reprodutivo de espécies da família Sapotaceae em área de restinga de Maricá - RJ, dentre elas *Sideroxylon obtusifolium*, para a qual houve correlação significativa entre a precipitação, a temperatura e o desenvolvimento dos frutos, assim como entre temperatura e floração. O mesmo não ocorreu entre a precipitação e a floração e entre a precipitação, a temperatura e a dispersão das sementes (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008).

Considerando as diferenças observadas durante todo o período de avaliação (30 meses) é possível destacar que a frutificação foi registrada de outubro a abril (estação seca). Ao avaliarem a fenologia da carnaúba [*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore]

em uma área de Caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Rocha *et al.* (2015), semelhantemente aos resultados obtidos para *Sideroxylon obtusifolium*, também constataram pouca produção de frutos e, conseqüentemente, baixa dispersão de sementes. A produção de frutos de uma espécie pode ser resultado de diversos fatores, como reduzida taxa de polinização, ocorrência de aborto do fruto imaturo, além das características físico-químicas do solo, que influenciam diretamente na sua fertilidade (MILLER, 2002).

A baixa intensidade na frutificação registrada nas plantas de *Sideroxylon obtusifolium* pode estar diretamente relacionada com o baixo acumulado de chuvas ao longo das avaliações, em comparação com os anos anteriores à pesquisa, com efeitos diretos sobre o comportamento da espécie. Além disso, cabe ressaltar que muitos frutos foram abortados na sua fase inicial, o que pode ser reflexo da limitação de recursos que seriam captados pela árvore (STEPHENSON, 1980). Na família Sapotaceae, um alto índice de aborto de frutos também foi constatado para aboirana [*Pouteria venosa* (Mart.) Baehni], maçaranduba [*Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard] e quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008).

Diante dos resultados obtidos, com exceção para a correlação significativa entre a intensidade de brotamento e a precipitação, em nenhum evento fenológico avaliado para *Sideroxylon obtusifolium* foi constatada correlação significativa com as variáveis ambientais precipitação, temperatura e umidade relativa do ar. Ao acompanharem os eventos fenológicos de cachaporra-do-gentio (*Terminalia fagifolia* Mart.) em uma área de transição entre a Caatinga e o Cerrado, Botrel *et al.* (2015) não observaram correlação significativa entre as variáveis ambientais (temperatura, umidade e precipitação) e os eventos fenológicos avaliados (desfolhamento, brotação, frutificação e floração), indicando localmente uma independência entre as variáveis analisadas.

Quanto à relação entre os eventos fenológicos avaliados para a *Sideroxylon obtusifolium*, foi constatada uma correlação positiva significativa entre as ocorrências de botões florais e de frutos ($r_s = 0,56$; $p = 0,001$) e entre flor e fruto ($r_s = 0,67$; $p < 0,0001$)

(Tabela 1). Nesse último caso, a correlação mais forte se explica pelo fato de que o período entre a fase de botão e de fruto é mais extenso que a fase de flor e de frutificação. Ainda de acordo com os dados da Tabela 1, constatou-se efeito significativo também para a correlação entre o brotamento e a ocorrência de frutos ($r_s = 0,40$; $p = 0,0257$), podendo estar relacionado com a necessidade de maior eficiência fotossintética em função da translocação de fotoassimilados da fonte (folhas) para os drenos (frutos), o que é reforçada pela correlação negativa e significativa entre a fase fenológica de frutificação e a senescência ($r_s = -0,40$; $p = 0,0243$). Quando se considera a grande extensão da Caatinga e suas particularidades, variações nos padrões fenológicos podem ser observadas em distintas espécies das diferentes comunidades vegetais.

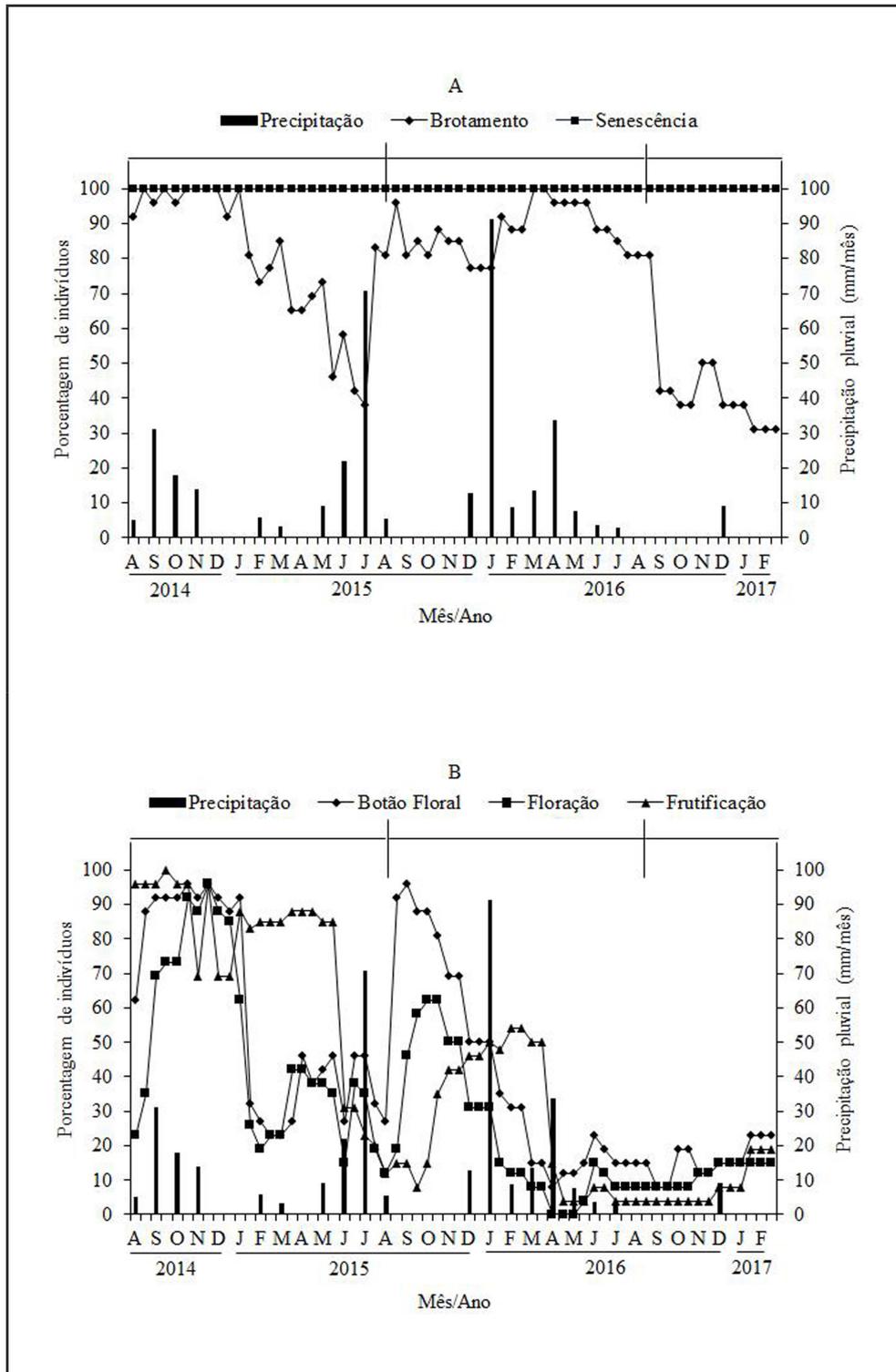
3.3 Índice de atividade (porcentagem de indivíduos)

3.3.1 Brotamento, senescência, botão floral, floração e frutificação

Durante todo o período de avaliação da espécie *Sideroxylon obtusifolium*, houve senescência e brotamento, sendo esta última a que oscilou ao longo do tempo. De modo semelhante ao registrado para a intensidade no brotamento, o percentual de indivíduos nessa fenofase acompanhou a variação das chuvas na área de estudo (Figura 5A). A diminuição da ocorrência de chuvas intensificou a queda do percentual de indivíduos com a referida fenofase, enquanto as chuvas esporádicas estimularam o brotamento e emissão de folhas.

Nos meses de setembro a novembro de 2014, a baixa, porém sequencial precipitação, permitiu que o índice de atividade de brotamento fosse elevado (maior que 90%), com posteriores oscilações, as quais resultaram em um decréscimo até julho de 2015, mês em que foi registrado um volume de chuvas de 70,9 mm, que somado aos registros pluviométricos dos meses de maio e junho do mesmo ano (9,1 e 22,1 mm, respectivamente), estimulou o percentual de plantas com brotamento em agosto de 2015.

Figura 5 – Porcentagem de indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium* nas fenofases de brotamento e senescência (A), botão floral, floração e frutificação (B), registradas quinzenalmente e precipitação pluvial mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista – PB



Fonte: Autores (2017)

Diante dessas oscilações, ficou constatada a falta de sincronia para o brotamento da *Sideroxylon obtusifolium*. O sincronismo pode ser compreendido como a expressão do maior número de indivíduos de uma população expressando uma determinada fenofase (BENCKE; MORELLATO, 2002a). Para a espécie cachaporra-dogentio (*Terminalia fagifolia*), também foi observada falta de sincronia para a brotação, sendo um indicativo de que não somente o conteúdo de água disponível no solo, mas também o conteúdo de água existente na própria planta poderia estar regulando a brotação nos indivíduos da espécie (BOTREL *et al.*, 2015).

A senescência foi registrada em 100% das plantas de *Sideroxylon obtusifolium* avaliadas durante todo o período de estudo, indicando que sua ocorrência é constante e independente do período do ano. O comportamento registrado para essa variável fenológica não foi compensado pelo brotamento, o que concorda com Botrel *et al.* (2015) quando relataram que em ambientes com forte restrição hídrica, a exemplo da Caatinga, a perda de folhas é uma estratégia fisiológica das plantas para reduzir a quantidade de água eliminada pela transpiração.

A presença de botão floral em indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium* (Figura 5B) foi mais frequente entre agosto e dezembro de 2014 e agosto e novembro de 2015, sendo que esse comportamento não foi constatado no mesmo período do ano de 2016. Entre setembro de 2014 a janeiro de 2015, mais de 80% dos indivíduos da espécie encontravam-se com botão floral, coincidindo também com um percentual significativo de indivíduos com flores e frutos simultaneamente. A partir de janeiro de 2015, com a queda na emissão de botão e abertura das flores, mais de 80% das plantas avaliadas se encontravam na fase de frutificação, a qual se estendeu até maio do mesmo ano. No segundo ano de avaliação (agosto de 2015 a julho de 2016), foi observada uma diminuição na porcentagem de indivíduos com a presença de botão floral, floração e em frutificação.

4 CONCLUSÃO

O brotamento e a senescência da espécie *Sideroxylon obtusifolium* são as variáveis fenológicas com a maior irregularidade no período de avaliação;

A intensidade dos eventos fenológicos senescência, botão floral, floração (flor em antese) e frutificação da espécie mostram-se independentes das variáveis ambientais avaliadas (temperatura, umidade e precipitação pluvial);

O comportamento fenológico registrado na área de estudo durante o período de avaliação reforça a necessidade da avaliação fenológica da espécie *Sideroxylon obtusifolium* frente às particularidades de outras áreas com o intuito de alimentar um banco de dados que possa servir de base para comparação do comportamento da espécie às variações do clima.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

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

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Paraíba). **AESA**. João Pessoa, 2017. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarMesesChuvadasMensais>. Acesso em: 16. set. 2017.

AKASHI JUNIOR, J.; CASTRO, S. S. Corredores de biodiversidade como meios de conservação ecossistêmica em larga escala no Brasil: uma discussão introdutória ao tema. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 20-28, 2010.

BAWA, K. S.; KANG, H.; GRAYUM, M. H. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest tree. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 90, n. 6, p. 877-887, 2003.

BELTRÃO, A. E. S. *et al.* *In vitro* biomass production of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18, supl., p. 696-698, 2008.

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, n. 3, p. 269-275, 2002a.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002b.

BOTREL, R. T. *et al.* 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.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

FIGUEIREDO, F. J.; LIMA, V. L. A. G. Antioxidant activity of anthocyanins from quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) fruits. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 473-479, 2015.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

GOMES, R.; PINHEIRO, M. C. B.; LIMA, H. A. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de Sapotaceae na restinga de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 679-687, 2008.

GUILHERME, F. A. G. *et al.* Fenologia de *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae) na região urbana de Jataí, Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 138-147, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Inmet**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 20 fev. 2017.

IZIDIO, N. S. C. *et al.* Interceptação da chuva pela vegetação da caatinga em microbacia no semiárido cearense. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 44-52, 2013.

KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F. **Plano de manejo para espécies da caatinga ameaçadas de extinção na reserva legal do projeto salitre**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 55 p. (Documentos, 243).

KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V. D.; SILVA, P. P. Biologia reprodutiva de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (Sapotaceae) na região semiárida da Bahia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1015-1025, 2014.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

MILLER, C. Fruit production of the unguurahua palm (*Oenocarpus bataua* subsp. *bataua*, Arecaceae) in an indigenous managed reserve. **Economic Botany**, New York, v. 56, n. 2, p. 165-176, 2002.

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology**, New York, v. 63, n. 2, p. 294-299, 1982.

ROCHA, T. G. F. *et al.* Fenologia da *Copernicia prunifera* (Arecaceae) em uma área de Caatinga do Rio Grande do Norte. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 673-682, 2015.

SANTOS, R. M. *et al.* Identity and relationships of the Arboreal Caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (SDTFs) of north-eastern and Central Brazil. **Ecology and Evolution**, Hoboken, v. 2, p. 409-428, 2012.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT 9.3**. User's Guide. Cary, 2011. 8621 p.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em florestas estacionais decíduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 241-254, 2013.

SHIMIZU, J. Y. Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 27, n. 54, p. 7-35, 2007.

SILVA, A. G. *et al.* Fenologia de *Anadenanthebra macrocarpa* (Benth.) Brenan em uma floresta estacional semidecidual no sul do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 938-945, 2012.

SOUZA, D. N. N. *et al.* Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014.

STEPHENSON, A. G. Fruit set, herbivory, fruit reduction, and the fruiting strategy of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). **Ecology**, New York, v. 61, n. 1, p. 57-64, 1980.

SULISTYAWATI, E. *et al.* Flowering and fruiting phenology of tree species in Mount Papandayan Nature Reserve, West Java, Indonesia. **Tropical Life Sciences Research**, George Town, v. 23, n. 2, p. 81-95, 2012.

WILLIAMS, R. J. *et al.* Reproductive phenology of woody species in a North Australian Tropical savanna. **Biotropica**, Washington, v. 31, n. 4, p. 626-636, 1999.

YADAV, R. K.; YADAV, A. S. Phenology of selected woody species in a tropical dry deciduous forest in Rajasthan, India. **Tropical Ecology**, Cambridge, v. 49, n. 1, p. 25-34, 2008.

Contribuição de Autoria

1 – Flávio Ricardo da Silva Cruz

Engenheiro Agrônomo, Dr.

<https://orcid.org/0000-0002-3757-6703> • flricardocruz@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Análise Formal, Investigação, Curadoria de dados, Visualização de dados (tabela, gráficos), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Rosemere dos Santos Silva

Bióloga, Dra.

<https://orcid.org/0000-0003-1838-6362> • rosyufpbio@hotmail.com

Contribuição: Investigação, Visualização de dados (tabela, gráficos), Escrita – revisão e edição

3 – Edna Ursulino Alves

Engenheira Agrônoma, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0002-7709-3204> • ursulinoalves@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Supervisão, Validação, Administração do projeto, Recursos, Escrita – revisão e edição

4 – Caroline Marques Rodrigues

Engenheira Agrônoma, Ma.

<https://orcid.org/0000-0003-1219-2890> • marxcarol48@gmail.com

Contribuição: Visualização de dados (tabela, gráficos), Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

Cruz, F. R. S.; Silva, R. S.; Alves, E. U.; Rodrigues, C. M. Fenologia de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. em área de Caatinga, Boa Vista – PB. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 653-672, 2022. DOI 10.5902/1980509844038. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509844038>.