

FENOLOGIA E SÍNDROMES DE DISPERSÃO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL

Washington Soares Ferreira Júnior^{1,2} e Flávia de Barros Prado Moura^{2,3}

¹Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq.

²Setor de Ecologia, Museu de História Natural da Universidade
Federal de Alagoas. Av. Aristeu de Andrade, 452 –
Farol – 57021-90 – Maceió – AL

³Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde
(ICBS), Universidade Federal de Alagoas.
Praça Afrânio Jorje, s/n – Prado – 57010-020 – Maceió – AL
E-mail: biodiversidade.ufal@gmail.com



RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo registrar o comportamento fenológico reprodutivo e vegetativo de espécies de plantas no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Boa Vista, pertencente à Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas. Neste fragmento foram marcadas vinte parcelas de 10 x 10 m, onde foram feitas observações fenológicas mensais no período de novembro de 2007 a outubro de 2008 e dezembro de 2008, através de binóculo e anotações em caderno de campo. Foram registrados os dados de atividade e intensidade das fenofases de queda foliar, formação de folhas novas, floração e frutificação, além do modo de dispersão de cada espécie. Testes de correlação de Spearman (rs) foram realizados, relacionando o número de espécies entre cada fenofase por mês e também entre as fenofases e os fatores climáticos (temperatura média mensal e precipitação total mensal). Nas observações, 31 espécies apresentaram a fenofase de floração ou frutificação. Nestas, as fenofases de frutificação, queda de folhas e formação de folhas novas tiveram um baixo valor de intensidade ao longo do período de estudo, embora altos valores de atividade concentraram os eventos fenológicos com o aumento na precipitação. Entretanto, nenhum teste mostrou correlação significativa. Muitas espécies apresentaram um modo de dispersão zoocórico e estas frutificaram principalmente com as primeiras chuvas. Assim, com estes resultados, demonstra-se a importância da precipitação sazonal para a emergência dos padrões fenológicos, mesmo que essas variáveis não tenham se correlacionado.

Palavras-chave: Floração. Frutificação. Mudança foliar. Floresta Atlântica alagoana.

PHENOLOGY AND DISPERSION SYNDROME IN A RAINFOREST FRAGMENT, ALAGOAS, BRAZIL

ABSTRACT

This study aimed to record the reproductive and vegetative phenological behavior of plant species in the fragment of Atlantic forest of Fazenda Boa Vista, owned by Usina Cachoeira S. A., Alagoas State. Twenty plots of 10 x 10 m were marked, where phenological observations were made monthly during the period of November/2007 to October/2008 and December/2008 as well, through binoculars and annotations in terms of field. Data of activity and intensity phenological values of leaf fall, flushing leaves, flowering and fruiting, and the dispersal syndrome of each species were all recorded for study area. Testing of the Spearman correlation (rs) was performed, relating the number of species in each phenophase per month with the climatic factors (monthly average temperature and total monthly precipitation) and between each phenophase. In the observations, 31 species showed the phenophases of flowering or fruiting. The phenophases of fruiting, leaf fall and flushing leaves had a low value of intensity over the period of study, although high values of the activity concentrated phenological events with the increase in precipitation. However, tests showed no significant correlation.

Many species had a zoochory dispersal way and they produced fruits mainly with the first rains. With these results, it becomes clear that the seasonal rainfall can be an important factor to the phenological patterns, although these variables did not show significant correlation.

Keywords: Flowering. Fruiting. Leaf change. Atlantic Forest of Alagoas.

1 INTRODUÇÃO

Fenologia se refere ao estudo dos padrões sazonais que ocorrem nos eventos do ciclo de vida de plantas, marcando as fases de dormência e os estágios ativos das plantas, em resposta a condições ambientais diversas (LIEBERMAN, 1982; KRAMER et al. 2000), buscando compreender as adaptações vegetais frente a fatores externos bióticos e abióticos que influenciam a disponibilidade de recursos para consumidores e garantem a estabilidade da comunidade (BAWA, 1990; SCHAIK et al., 1993; KRAMER et al., 2000). Fatores abióticos como o estresse hídrico e fatores bióticos como espécies ou guildas de espécies dispersoras e polinizadoras são bastante citados entre as pesquisas realizadas em florestas tropicais (OPLER et al., 1980, LIEBERMAN, 1982, REICH; BORCHERT, 1984; SCHAIK et al., 1993; BRODY, 1997), em que muitos padrões fenológicos se ajustam bem aos ciclos sazonais das condições climáticas, considerando a forte relação na adaptação do funcionamento de plantas ao clima local (FRANKIE et al., 1974; KRAMER et al., 2000).

Investigando os fatores bióticos, estudos direcionados às interações planta-animal fornecem informações importantes sobre o ciclo reprodutivo vegetal, indicando, por exemplo, períodos de frutificação quando há uma maior disponibilidade de dispersores (FRANKIE et al. 1974, HOWE; SMALLWOOD, 1982; REYS et al., 2005). As estratégias de dispersão de sementes em florestas tropicais podem explicar a distribuição de sementes em locais apropriados à germinação, garantindo a estrutura genética de populações de plantas (PIJL, 1969; BAWA, 1990; WENNY, 2001).

As florestas tropicais úmidas, conhecidas pelo grande número de espécies que abrigam, estão distribuídas de acordo com as condições climáticas, principalmente a umidade. No Brasil, a floresta tropical localizada ao longo da costa com alguns avanços para o interior, conhecida como Mata Atlântica, abriga uma grande riqueza de espécies mesmo sendo pouco estudada (MOORE, 1998; FURLAN; NUCCI, 1999; MORELLATO; HADDAD, 2000). Diversos fragmentos têm sido gerados pela histórica destruição desta floresta, o que pode ser visto como uma das maiores perdas da biodiversidade do planeta, gerando padrões microclimáticos diferentes dentro dos fragmentos e alterando o comportamento dos vegetais e animais frente a novas condições (BAWA, 1990; BIERREGAARD et al. 1992; TURNER; CORLETT, 1996; RANTA et al., 1998; STEVENS; HUSBAND, 1998; GALETTI et al., 2003).

No Estado alagoano, ainda são poucos os trabalhos publicados encontrados sobre estudos fenológicos de comunidades vegetais localizadas em fragmentos

de Mata Atlântica, com exceção de trabalhos monográficos em algumas áreas. Nesse sentido, a presente pesquisa tem como objetivo registrar o comportamento fenológico reprodutivo e vegetativo de espécies vegetais e suas síndromes de dispersão em um fragmento de Mata Atlântica no Estado de Alagoas, nordeste do Brasil. Além disso, a pesquisa investiga relações entre o comportamento fenológico e fatores abióticos tais como a precipitação e temperatura locais. A presente investigação contribui com o conhecimento ecológico de fragmentos florestais da Mata Atlântica em Alagoas através do estabelecimento das épocas de floração, frutificação e queda/produção de folhas, além do registro das síndromes de dispersão apresentadas pelas espécies de plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo – Esta pesquisa foi realizada em um fragmento de Floresta Atlântica conhecido como Mata da Boa Vista, localizado na Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas, localizado entre as coordenadas $09^{\circ}25'S - 09^{\circ}26'S$ e $35^{\circ}42'W - 35^{\circ}41'W$, sendo parte da região da Usina que se situa na divisa entre os municípios de Messias, Flexeiras e São Luís do Quitunde (Figura 1). O fragmento é caracterizado como Floresta Ombrófila, fazendo parte dos fragmentos deste tipo florestal que avança cerca de 60 km de largura, desde os seus limites com a baixada litorânea onde se inicia, até o interior na direção oeste, onde termina (ASSIS, 2000).

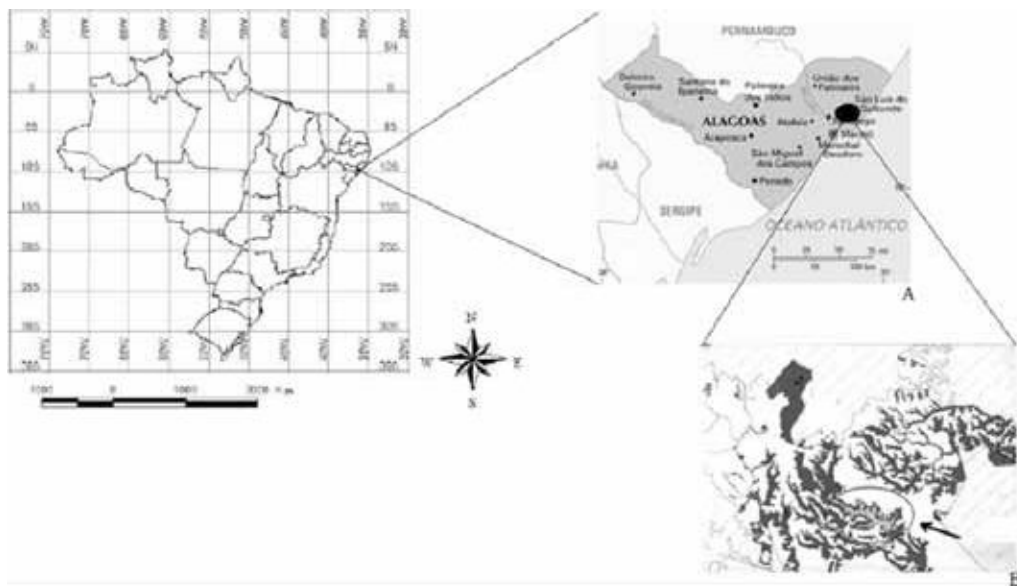


Figura 1 – Área de estudo, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira, estado de Alagoas. A – Estado de Alagoas, com uma elipse indicando uma localização próxima

da área de estudo. B – Conjunto de fragmentos de Mata Atlântica em território da Usina Cachoeira S.A., o fragmento estudado está indicado por uma seta e uma elipse.

Dados das variáveis climáticas, como a precipitação total mensal e a temperatura mensal média, foram obtidos através dos sites da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL) (<www.semarh.al.gov.br>) e Rede de Meteorologia da Aeronáutica (REDEMET) (<www.redemet.aer.mil.br>). Os valores de precipitação mensal no período de estudo (novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008), mostraram-se numa distribuição sazonal. Os meses de novembro/2007 a fevereiro/2008 e setembro/2008 a dezembro/2008 apresentaram os menores valores para a pluviosidade (caracterizando um período seco), principalmente em fevereiro/2008 com valor de precipitação em 2 mm para todo o mês. O período com maiores valores de precipitação foi de março a agosto/2008 (caracterizando um período chuvoso), obtendo-se 400 mm no mês de maio, o qual apresentou o maior pico de precipitação. Os valores mensais médios para a temperatura permaneceram constantes durante os registros climáticos, entre 23°C e 24°C, com única exceção durante o fim do período chuvoso quando os valores caíram levemente para 20°C e 21°C julho/2008 e agosto/2008, respectivamente (Figura 2).

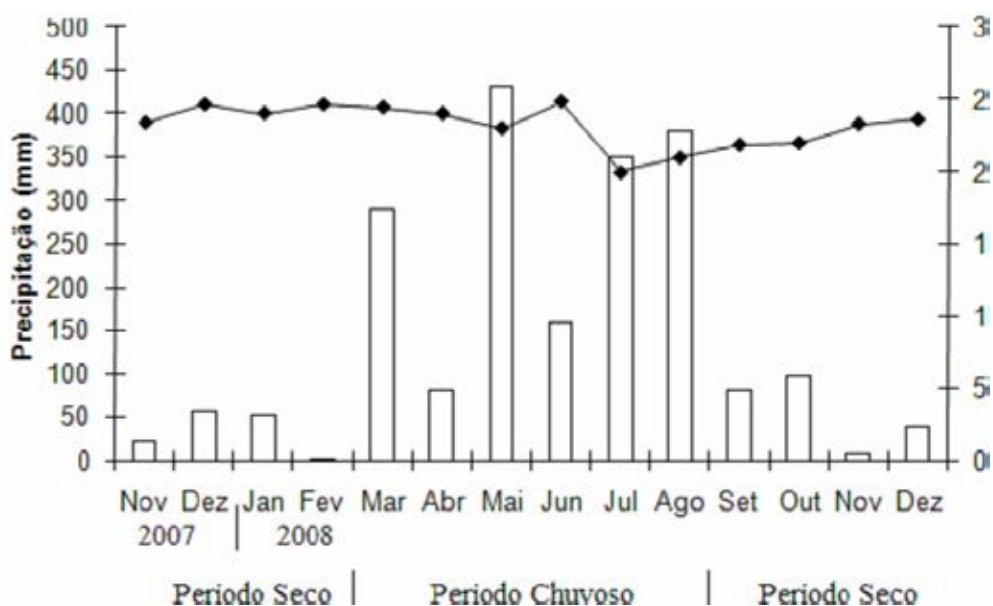


Figura 2 – Relação entre a precipitação e a temperatura nos períodos seco (novembro/2007 a fevereiro/2008 e setembro/2008 a dezembro/2008) e chuvoso (março/2008 a agosto/2008) no fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas.
 □ = Precipitação; ● = Temperatura.

Coleta de dados – Foram marcadas vinte parcelas de 10 x 10 m ao longo do fragmento, totalizando 0,2 ha, onde todas as plantas com um perímetro de base acima ou igual a 10 cm e com uma copa visível foram etiquetadas e com placas numeradas. Nestas plantas, as observações fenológicas foram efetuadas mensalmente dentro de cada parcela, e, mesmo espécies que continham um indivíduo marcado foram consideradas neste trabalho, de acordo com as recomendações de Fournier e Charpantier (1975) para estudos fenológicos em florestas tropicais. Os materiais utilizados para as observações mensais foram binóculo e caderno de campo, no período de novembro/2007 a outubro/2008, com observações também no mês de dezembro/2008 para fechar o ciclo anual de observações.

As fenofases acompanhadas no estudo foram: mudanças foliares (formação de folhas novas e queda foliar), floração, através da observação de botões florais ou flores abertas, e frutificação, através da observação de frutos maduros e imaturos. Caso um indivíduo de uma população estivesse em alguma das fenofases listadas acima em um determinado mês, a espécie teria o registro da fenofase para este mês, de acordo com a metodologia de Bencke & Morellato (2002a). Folhas que estavam finas, pequenas e coloridas, foram consideradas como folhas novas (LIEBERMAN, 1982).

Através da observação dos frutos em campo, as espécies foram agrupadas de acordo com modos de dispersão, tais como zoocórica, dispersão por animais, apresentando frutos carnosos, com cores vibrantes ou com a presença de ganchos; anemocóricos, dispersão pelo vento, apresentando frutos pequenos, leves e com a presença de alas e autocóricas, representada pela autodispersão (PIJL, 1982). As espécies que não frutificaram no período de estudo tiveram seu modo de dispersão definido por meio de observações na literatura.

As plantas marcadas nas parcelas foram coletadas caso apresentassem alguma fenofase reprodutiva, seja floração ou frutificação. O material coletado foi devidamente processado segundo as técnicas usuais para coleta de material botânico (FIDALGO; BONONI, 1989) e identificado no Instituto do Meio Ambiente (IMA), sendo depositado no herbário MAC-IMA, com cópia para o herbário do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (MHN/UFAL).

Análise dos dados – Foram utilizados dois métodos de análise, aplicados aos dados fenológicos coletados: um método semiquantitativo e um qualitativo. O método semiquantitativo, também conhecido como percentual de intensidade de Fournier, propõe uma escala semiquantitativa para avaliação da intensidade

de cada fenofase, de cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% para cada categoria: 0 – ausência de fenofase; 1 – 1-25% de ocorrência da fenofase; 2 – 26-50% de ocorrência da fenofase; 3 – 51-75% de ocorrência da fenofase e 4 – 76-100% de ocorrência da fenofase em um indivíduo (FOURNIER, 1974). Para obter informações sobre a intensidade das fenofases para a comunidade estudada, foi realizado o cálculo de intensidade de Bencke e Morellato (2002b) adaptado por Cara (2006), em que é calculado o somatório dos valores da escala de Fournier dos indivíduos ativos em um dado mês, dividindo-se este valor com o número total de indivíduos da comunidade multiplicado por 4. O valor final desta operação é multiplicado por 100, obtendo-se a intensidade da comunidade de uma dada fenofase para cada mês. No método qualitativo, conhecido como índice de atividade, constatou-se somente a presença ou ausência da fenofase no indivíduo em cada mês de observação.

Fenogramas ou gráficos circulares do tipo radar, adaptado de Locatelli e Machado (2004), foram feitos para as espécies consideradas de maior representatividade em relação ao número de indivíduos. Cada fenofase está indicada com uma cor e sua atividade apresentada num raio que varia de 0 a 100% de indivíduos por espécie, com intervalos mensais correspondendo a cada 30° da circunferência, com um total de 360°. Os gráficos circulares foram construídos a partir do programa Microsoft® Office Excel2003.

Testes de correlação de Spearman (rs) foram utilizados para buscar relações entre os padrões climáticos e as variáveis fenológicas, utilizando o programa estatístico STATISTICA, versão 5.5. No caso, relações foram testadas no número de espécies ativas entre cada uma das fenofases (floração, frutificação, queda de folhas e produção de folhas novas) e também entre as fenofases e valores de temperatura média mensal e a precipitação total mensal, através da metodologia adaptada de Morellato et al. (2000).

3 RESULTADOS

Floração e frutificação – Um total de 31 espécies botânicas distribuídas em 26 gêneros e 21 famílias foram registradas nas parcelas (Tabela 1). As famílias com maior número de espécies foram Melastomataceae e Myrtaceae, com quatro espécies cada; Euphorbiaceae, Mimosoideae, Sapindaceae e Sapotaceae, com duas espécies cada. As espécies com maior número de indivíduos foram *Bactris ferruginea* Burret. (n = 27); *Myrcia fallax* (A. Rich.) DC. (n = 26), *Pogonophora schomburgkiana* Miers ex. Benth. (n = 21) e *Paypayrola blanchetiana* Tull. (n = 11) (Tabela 1).

Tabela 1 – Época das fenofases de floração, frutificação, modo de dispersão e tipo de hábito das espécies estudadas no fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., estado de Alagoas, durante o período de novembro de 2007 a outubro de 2008 e dezembro de 2008. 07 – Ano de 2007; 08 – Ano de 2008
(Continua)

FAMÍLIAS/ESPÉCIES	FLORAÇÃO (Meses)	FRUTIFICAÇÃO (Meses)	MODOS DE DISPERSÃO	HÁBITO
Euphorbiaceae				
<i>Chaetocarpus</i> sp.	Mar 08	---	---	Arborescente
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex. Benth.	Mar 08 - Mai 08	Abr 08 - Ago 08	Zoocoria	Arborescente
Fabaceae				
<i>Inga subnuda</i> Salzm ex. Benth	Set 08 - Out 08	---	Zoocoria	Arborescente
<i>Inga</i> sp.	Jan 08 - Ago 08/Dez 08	Dez 07/Out 08	Zoocoria	Arborescente
<i>Anadira inermis</i> H.B.K.	Dez 08	---	Zoocoria	Arborescente
Flacourtiaceae				
<i>Casearia javitensis</i> H.B.K.	Abr 08	Abr 08 - Mai 08	Zoocoria	Arborescente
Lauraceae				
<i>Ocotea</i> sp.	Abr 08 - Mai 08/Set 08	Out 08	Zoocoria	Arborescente
Lecythidaceae				
<i>Eschweilera ovata</i> (Camb.) Miers	Mar 08 - Jun 08/Dez 08	Mai 08 - Jun 08	Autocoria	Arborescente
Melastomataceae				
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) A. DC.	Jan 08 - Mai 08	Mai 08 - Jul 08	Zoocoria	Arborescente
<i>Miconia amoena</i> Triana	---	Ago 08 - Out 08	Zoocoria	Arborescente
<i>Miconia multiflora</i> (Bonpl.) DC.	Jul 08 - Set 08	---	Zoocoria	Arbustivo
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Jan 08	---	Zoocoria	Arborescente

						(Conclusão)
Myristicaceae						
<i>Virola</i> sp.	Nov 07/Set 08 - Out 08	---	Zoocoria		Arborescente	
Moraceae						
<i>Cecropia pachystachia</i> Trécul.	Jan 08 - Fev 08	---	Zoocoria		Arborescente	
Myrtaceae						
<i>Myrcia fallax</i> (A. Rich.) DC.	Nov 07 - Mai 08/Set 08/ Dez 08	Jan 08 - Jul 08/Out 08	Zoocoria		Arborescente	
<i>Myrcia lasiopus</i> DC.	---	Abr 08 - Jun 08	Zoocoria		Arborescente	
<i>Myrcia</i> sp.	Dez 08	---	Zoocoria		Arborescente	
<i>Syzygium</i> sp.	Nov 07 - Jul 08	Abr 08 - Ago 08	Zoocoria		Arborescente	
Nyctaginaceae						
<i>Pisonia</i> sp.	Set 08 - Out 08/Dez 08/ Jan 08	---	Zoocoria		Arborescente	
Rubiaceae						
<i>Posoqueria longifolia</i> Aubl.	---	Jan 08 - Abr 08/Dez 08	Zoocoria		Arborescente	
Sapindaceae						
<i>Allophilus</i> cf. <i>edulis</i> (St. Hil.) Hadlk.	---	Mar 08 - Mai 08	Zoocoria		Arborescente	
<i>Cupania</i> sp.	Dez 07 - Jan 08/Out 08	Dez 08	Zoocoria		Arborescente	
Sapotaceae						
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	Mai 08	---	Zoocoria		Arborescente	
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.	Mai 08	Set 08/Dez 08	---		Arborescente	
Simaroubaceae						
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Set 08 - Out 08	Jan 08 - Fev 08/Dez 08	Zoocoria		Arborescente	
Violaceae						
<i>Paysonia blanchetiana</i> Tull.	Nov 07 - Mar 08/Set 08 - Out 08/Dez 08	Dez 07 - Jun 08/Dez 08	Autocoria		Arbustivo	

As fenofases de floração e frutificação ocorreram ao longo do período de estudo, mas a frutificação não apresentou atividade no mês de novembro de 2007, embora todos os meses restantes tenham apresentado atividade (Figura 3A). A maioria das espécies floresceu no final do período seco e no início do período chuvoso, com picos no mês de janeiro (35,4% das espécies) no final do período seco e em maio (32,2%) no período chuvoso. Uma queda foi observada na porcentagem de espécies em floração a partir da metade para o final do período chuvoso, com cerca de 13% a 16% de espécies nesta fenofase, seguindo-se um aumento em setembro (29%) no início do período seco (Figura 3A).

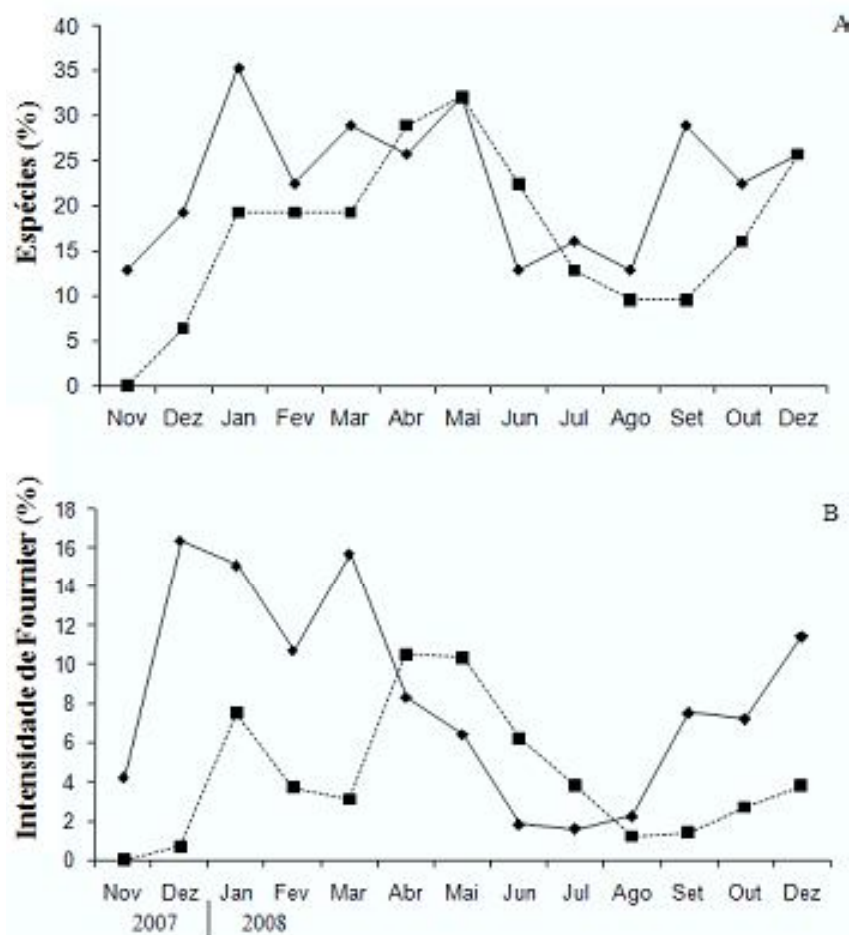


Figura 3 – Variação nos valores mensais de atividade (A) e intensidade (B) para floração e frutificação no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008, fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., estado de Alagoas
 —◆— = Floração; - -■- - = Frutificação.

Os maiores valores de porcentagem de espécies apresentando a fenofase de frutificação ocorreram no início do período chuvoso, com pico no mês de maio (32,2% de espécies). A partir da metade para o final do período chuvoso, houve uma diminuição na porcentagem de espécies para 9,6% em agosto e setembro, com aumento no início do período seco, atingindo 25,8% de espécies nesta fenofase em dezembro de 2008, coincidindo com o gráfico de atividade para a floração (Figura 3A).

Para os valores de intensidade obtidos na comunidade, a floração apresentou maiores valores no final do período seco e no início do período chuvoso, com picos em dezembro de 2007 (16,4% de intensidade) no período seco e em março (15,7%) no início do período chuvoso. A partir da primeira metade para o final do período chuvoso, após o mês de março, há uma queda na intensidade de floração para 1,6% e 2,2% em julho e agosto, respectivamente, aumentando em seguida no início do período seco, chegando a 11,4% em dezembro de 2008 (Figura 3B).

Para a frutificação, a comunidade apresentou baixos valores de intensidade no período de estudo (Figura 3B). Maiores valores ocorreram no início do período chuvoso, em abril e maio (10,5% e 10,3%, respectivamente), seguindo-se uma queda nos valores de intensidade a partir da segunda metade para o final do período chuvoso, com 1,2% de intensidade em agosto, voltando a aumentar levemente no início do período seco, chegando a 3,8% em dezembro de 2008.

Síndromes de Dispersão – Para as 31 espécies estudadas, 26 são zoocóricas (83,8%), duas são autocóricas (6,4%) e uma é anemocórica (3,2%) (Figura 4). Durante o período de estudo, a espécie anemocórica *Himatanthus phagedaenicus* (Mart.) R. E. Woodson não frutificou, como consequência, picos de frutificação foram observados para as espécies zoocóricas e autocóricas. Os picos de frutificação para as espécies zoocóricas ocorreram em abril e maio no início do período chuvoso, com 29% e 25,8% de espécies, respectivamente (Figura 5). As espécies autocóricas *Eschweilera ovata* (Camb.) Mierse *Paypayrola blanchetiana* frutificaram juntas no período chuvoso, nos meses de maio e junho. A espécie *P. blanchetiana* frutificou também nos meses de dezembro/2007 e dezembro/2008.

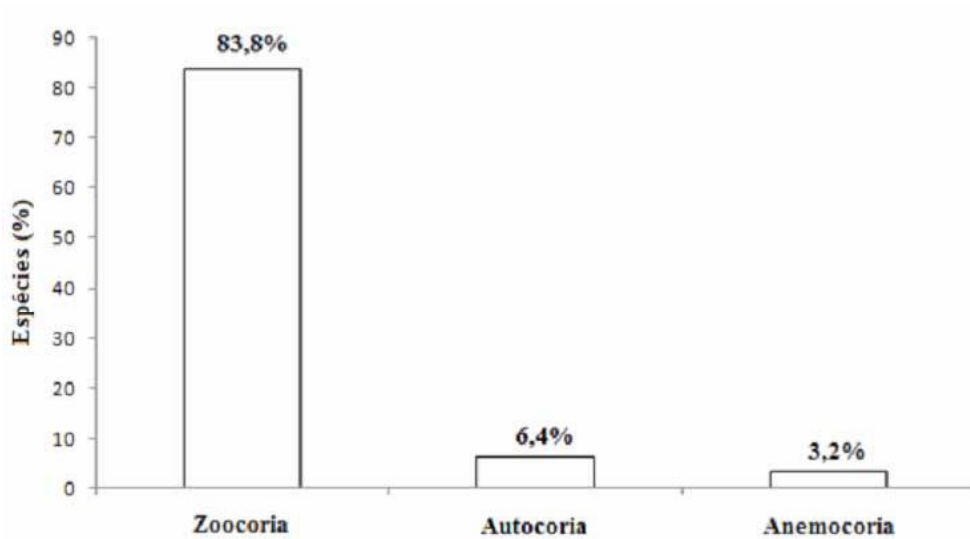


Figura 4 – Proporção de espécies por síndrome de dispersão encontrada no fragmento de Mata Atlântica estudado, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas, no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008

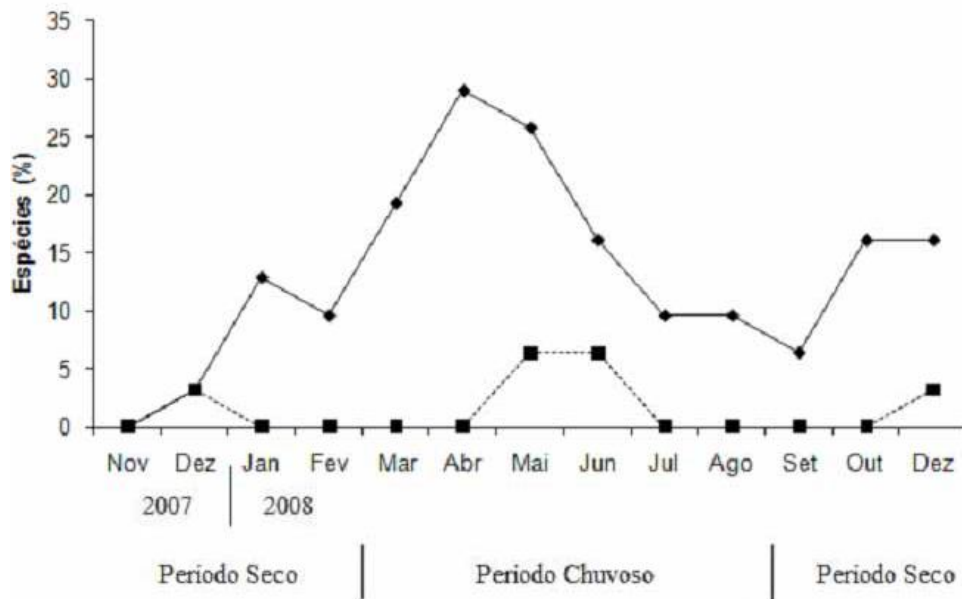


Figura 5 – Variação nos valores mensais da proporção de espécies por síndrome de dispersão no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008, fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas.
 —◆— = Zoocoria; ----■---- = Autocoria.

As espécies zoocóricas *Anaxagorea dolichocarpa* Sprague & Sandw., *Bactris ferruginea*, *Myrcia fallax*, *Posoqueria longifolia* Aubl. e *Simarouba amara* Aubl. frutificaram em dois momentos distintos em um único ano (ver Tabela 1), tornando-se espécies importantes como fontes de recursos para animais dispersores. No início do período chuvoso, altos valores de intensidade para frutificação foram encontrados para as espécies *Myrcia fallax* (11,5% de intensidade em abril), *Pogonophora schomburgkiana* (26,1% e 34,5% em abril e maio, respectivamente) e *Syzygium* sp. (12,5% em maio e junho), contribuindo com o pico de intensidade de frutificação da comunidade e com a abundância de recursos para dispersores neste período, destacando a espécie *P. schomburgkiana* (Figura 6).

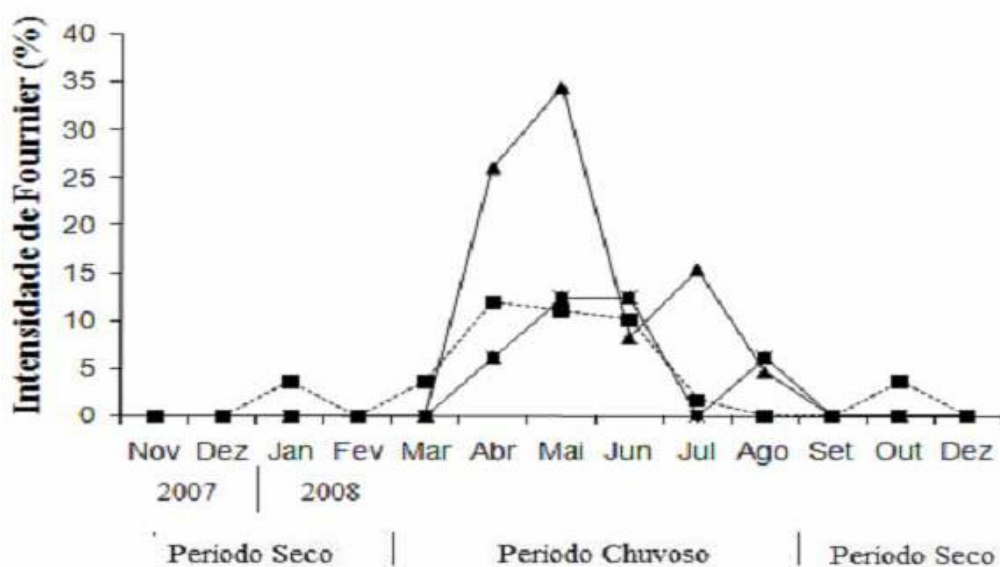


Figura 6 – Variação nos valores mensais de intensidade para frutificação das principais espécies que contribuíram com o pico de intensidade para esta fenofase na comunidade, fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas, no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008

---■--- = *M. fallax*; —▲— = *P. schomburgkiana*; —■— = *Syzygium* sp.

Formação de Folhas Novas e Queda Foliar – Os valores de atividade para as fenofases de formação de folhas novas e queda foliar ocorreram ao longo do período de estudo, embora a maioria das espécies tenha apresentado as fenofases foliares no período chuvoso (Figura 7A e Tabela 2). O pico de formação de folhas novas ocorreu nos meses de março e abril no início do período chuvoso, com 25,8% das espécies nesta fenofase, seguindo-se uma queda na porcentagem de

espécies ao longo do período chuvoso restante para 9,6% em agosto e setembro, voltando a aumentar em outubro para 22,5% no início do período seco. O registro dos maiores valores de porcentagem de espécies para a fenofase de queda foliar ocorreu no mês de junho em meados do período chuvoso, com 32,2%. Os meses restantes do período chuvoso também apresentaram valores altos de porcentagem de espécies na fenofase de queda foliar, com 25% de espécies. No período seco, após uma queda em setembro, há um aumento para 25,8% e 29% em outubro e dezembro, respectivamente, para o ano de 2008 (Figura 7A).

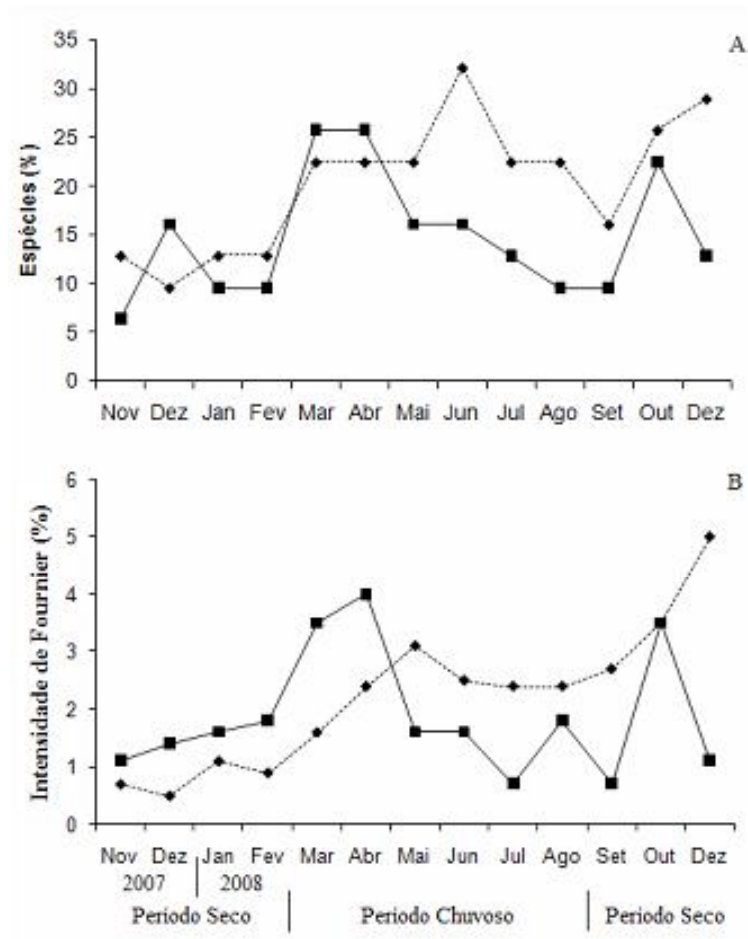


Figura 7 – Variação nos valores mensais de atividade (A) e intensidade (B) para as fenofases de queda foliar e formação de folhas novas no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008, fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., estado de Alagoas
 —■— = Formação de folhas novas; —■— = Queda foliar.

Tabela 2 – Época das fenofases de queda de folhas e produção de folhas novas das espécies estudadas no fragmento de Mata Atlântica na Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas, durante o período de novembro de 2007 a outubro de 2008 e dezembro de 2008

(Continua)

FAMÍLIAS/ESPÉCIES	QUEDA DE FOLHAS (Meses)	PRODUÇÃO DE FOLHAS NOVAS (Meses)
Fabaceae		
<i>Inga subnuda</i> Salzm ex. Benth	Abr 2008 - Out 2008	---
<i>Inga</i> sp.	---	Out 2008/Dez 2008
<i>Anátria inermis</i> H. B. K.	---	Mai 2008
Lauraceae		
<i>Ocotea</i> sp.	---	Abr 2008
Lecythidaceae		
<i>Eschweilera ovata</i> (Camb.) Miers	Mar 2008	---
Melastomataceae		
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) A. DC.	Dez 2008	---
<i>Miconia amoena</i> Triana	Fev 2008 - Mar 2008/Jun 2008 - Out 2008/Dez 2008	Dez 2007
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	---	Dez 2007
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Mar 2008 - Ago 2008/ Dez 2008	Mar 2008
Moraceae		
<i>Cecropia pachystachia</i> Trécul.	Fev 2008 - Ago 2008/Out 2008/Dez 2008	Jan 2008/Mar 2008/Jun 2008 - Jul 2008/Dez 2008
Myrtaceae		
<i>Myrcia fallax</i> (A. Rich.) DC	Ano todo	Mar 2008 - Jun 2008/Set 2008 - Out 2008
<i>Myrcia lasiopus</i> DC.	---	Ago 2008 – Out 2008
<i>Myrcia alagoensis</i>	Nov 2007	Abr 2008/Out 2008

FAMÍLIAS/ESPÉCIES	QUEDA DE FOLHAS (Meses)	PRODUÇÃO DE FOLHAS NOVAS (Meses)	(Conclusão)
<i>Syzygium</i> sp.	---	---	
Nyctaginaceae			
<i>Pisonia</i> sp.	---	---	
Rubiaceae			
<i>Posoqueria longifolia</i> Aubl.	Jun 2008	---	
Sapindaceae			
<i>Allophillus</i> cf. <i>edulis</i> (St. Hil.) Hadlk	---	Fev 2008 - Mar 2008	
<i>Cupania</i> sp.	Mai 2008 - Jun 2008/Dez 2008	Abr 2008	
Sapotaceae			
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	---	Mar 2008/Out 2008	
Simaroubaceae			
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	---	Mar 2008	
Violaceae			
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tull.	Jan 2008	Abr 2008 - Out 2008/Dez 2008	

Os valores de intensidade foram baixos ao longo do ano, com um pico de 4% de intensidade para a formação de folhas novas em abril, no início do período chuvoso, e outro pico menor em outubro (3,5%), no início do período seco. A intensidade para queda foliar apresentou maior valor em dezembro de 2008, com 5% de intensidade no período seco, embora no período chuvoso o maior valor obtido foi 3,1% em maio (Figura 7B). A partir da segunda metade do período chuvoso, os valores de intensidade para as duas fenofases diminuíram para 0,7% a 1,8% na formação de folhas novas e 2,4% na queda foliar, seguindo-se um aumento dos valores nas duas intensidades no início do período seco, coincidindo com os gráficos de atividade (Figura 7B).

Análises de correlação – Os coeficientes de correlação de Spearman não foram significativos para as fenofases reprodutivas em relação com a precipitação ($r_s = -0,0083$; $p = 0,978$ para floração e $r_s = 0,1814$; $p = 0,553$ para frutificação) e temperatura ($r_s = 0,0333$; $p = 0,913$ para floração e $r_s = 0,2912$; $p = 0,334$ para frutificação) e entre a floração e as fenofases de mudança foliar ($r_s = 0,2170$; $p = 0,476$) (ver Tabela 3), embora as fenofases de frutificação e produção de folhas novas tenham se mostrado pouco relacionadas ($r_s = 0,5064$; $p = 0,077$) (Tab. 4). Da mesma forma, não houve significância nos testes para a queda foliar e formação de folhas novas com a precipitação ($r_s = 0,4696$; $p = 0,105$ para queda foliar e $r_s = 0,4248$; $p = 0,147$ para folhas novas) e temperatura ($r_s = -0,1339$; $p = 0,662$ para queda foliar e $r_s = 0,2775$; $p = 0,358$ para folhas novas) (Tabela 3). A não significância também foi obtida quando as fenofases de mudança foliar foram testadas entre si ($r_s = 0,4738$; $p = 0,101$) (Tabela 4).

Tabela 3 – Correlações de Spearman (r_s) entre as fenofases (floração, frutificação, formação de folhas novas e queda foliar) e as variáveis climáticas (precipitação e temperatura) no fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas, no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008

FENOFASES	Precipitação	Temperatura
Floração	$r_s = -0,0083$; $p = 0,978$	$r_s = 0,0333$; $p = 0,913$
Frutificação	$r_s = 0,1814$; $p = 0,553$	$r_s = 0,2912$; $p = 0,334$
Formação de Folhas Novas	$r_s = 0,4248$; $p = 0,147$	$r_s = 0,2775$; $p = 0,358$
Queda de Folhas	$r_s = 0,4696$; $p = 0,105$	$r_s = -0,1339$; $p = 0,662$

Tabela 4 – Correlações de Spearman (rs) das fenofases estudadas (floração, frutificação, formação de folhas novas e queda foliar) entre si no fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas, no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008.

FENOFASES	Floração	Frutificação	Folhas Novas	Queda Foliar
Floração	---	rs = 0,4986; p = 0,828	rs = 0,2170; p = 0,476	rs = -0,1119; p = 0,715
Frutificação	rs = 0,4986; p = 0,828	---	rs = 0,5064; p = 0,077	rs = 0,5352; p = 0,594
Folhas Novas	rs = 0,2170; p = 0,476	rs = 0,5064; p = 0,077	---	rs = 0,4738; p = 0,101
Queda Foliar	rs = -0,1119; p = 0,715	rs = 0,5352; p = 0,594	rs = 0,4738; p = 0,101	---

Fenogramas circulares – As espécies mais representativas em relação ao número de indivíduos, em que foram construídos gráficos circulares para apresentar suas fenofases, foram *Bactris ferruginea* (n = 27), *Myrcia fallax* (n = 26), *Pogonophora schomburgkiana* (n = 21) e *Paypayrola blanchetiana* (n = 11). Os indivíduos das espécies *Myrcia fallax*, *Paypayrola blanchetiana* e *Pogonophora schomburgkiana* apresentaram uma maior sincronia intraespecífica para a fenofase de floração (Figura 8). Para a frutificação, os indivíduos das espécies *Bactris ferruginea*, *Pogonophora schomburgkiana*, *Syzygium* sp. e *Henriettea succosa* apresentaram maior sincronia intraespecífica. Em relação às fenofases de mudança foliar, uma maior sincronia intraespecífica ocorreu nos indivíduos da espécie *Paypayrola blanchetiana* para a formação de folhas novas. A baixa sincronia para as fenofases de mudança foliar se justifica pela baixa atividade e intensidade obtidas nas espécies da comunidade durante o período de estudo.

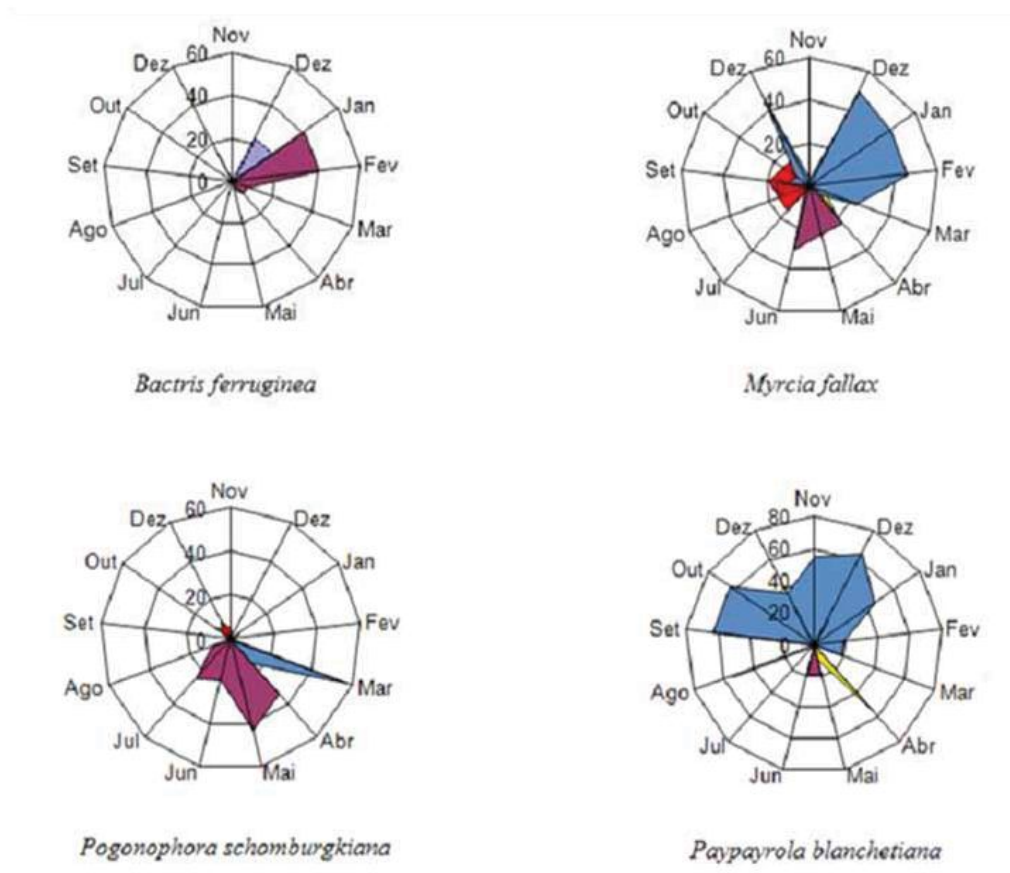


Figura 8 – Fenogramas circulares do tipo radar para as espécies de maior representatividade em relação ao número de indivíduos, no período de novembro/2007 a outubro/2008 e dezembro/2008, fragmento de Mata Atlântica, Fazenda Boa Vista, Usina Cachoeira S. A., Estado de Alagoas. Cada fenofase está indicada por uma cor e sua atividade representada num raio que varia de 0 a 100%, com intervalos mensais de 30°

■ = Floração; ■ = Frutificação; ■ = Formação de folhas novas; ■ = Queda de folhas.

4 DISCUSSÃO

Floração, frutificação e síndromes de dispersão –

Os períodos de ocorrência de floração para o fragmento da Boa Vista, no final da estação seca e no início da estação úmida, foram semelhantes aos encontrados para outros trabalhos, como Opler et al. (1980) e Reich e Borchert (1984) em

floresta decídua e floresta seca tropicais na Costa Rica, respectivamente, e Reys et al. (2005) em uma mata ciliar, Mato Grosso do Sul.

Para Frankie et al. (1974), Schaik et al. (1993) e Griz e Machado (2001), a umidade pode desempenhar um importante papel no controle da floração em árvores tropicais, o que também se torna válido para outros trabalhos em florestas chuvosas e semidecíduais tropicais, afirmando que as chuvas após o período de estresse hídrico parecem ser o estímulo indutor da floração (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; MORELLATO, 1991). Outros fatores, como a temperatura e o fotoperíodo, podem também influenciar o comportamento de floração de espécies tropicais (TALORA; MORELLATO, 2000, REICH; BORCHERT, 1984; REYS et al., 2005) e de florestas temperadas (SMITH-RAMIREZ; ARMESTO, 1994), o que pode explicar a queda na porcentagem de espécies em floração no final do período chuvoso no fragmento da Boa Vista, quando ocorre uma diminuição nos valores de temperatura, podendo também estar relacionada à alta frequência da cobertura de nuvens durante os dias na estação chuvosa, o que restringe a radiação e a temperatura (SMITH-RAMIREZ; ARMESTO, 1994). Corroborando com os resultados de Talora e Morellato (2000) em floresta de planície litorânea no sudeste do Brasil, a floração iniciou-se a partir do período mais quente e com aumento no fotoperíodo, diminuindo no período mais frio, sugerindo que, no fragmento da Boa Vista, a variação da temperatura pode ser tão importante quanto o regime sazonal de chuvas, embora a temperatura não tenha variado sazonalmente durante o período de estudo e não tenham sido encontradas correlações significativas entre a floração e as variáveis climáticas. Mesmo com os resultados das correlações, pode-se pontuar que os valores de temperatura no final do período seco aliados ao aumento da precipitação se tornam fatores importantes para o pico de floração.

Para o período de frutificação encontrado no fragmento da Boa Vista, com pico no início do período chuvoso, foram encontrados autores que obtiveram resultados semelhantes, tais como Morellato (1991) em uma floresta tropical semidecidual úmida, no sudeste do Brasil e Locatelli e Machado (2004) em um brejo de altitude composto de floresta perenifolia úmida. Mesmo com a importância do fator precipitação para o pico de frutificação (LIEBERMAN, 1982), alguns autores sugerem que as interações planta-animal, como a dispersão, também estejam envolvidas (FRANKIE et al., 1974; HOWE; SMALLWOOD, 1982; REYS et al., 2005).

Para o fragmento da Boa Vista estudado, a maioria das espécies em frutificação apresentaram uma dispersão zoocórica, seguida da autocoria e da anemocoria, resultado corroborado por diversos autores em diferentes regiões de estudo, como

Howe e Smallwood (1982) em uma revisão da dispersão em florestas tropicais; Talora e Morellato (2000) em uma floresta de planície litorânea, no sudeste do Brasil; Griz e Machado (2001) em uma floresta tropical seca, na Caatinga; Locatelli e Machado (2004) em um brejo de altitude composto de floresta perenifolia úmida e Reys et al. (2005) em uma mata ciliar, Mato Grosso do Sul. O principal período de frutificação das espécies zoocóricas ocorreu no início da estação chuvosa, chegando a 29% de espécies em um único mês. Muitos autores encontraram resultados semelhantes em florestas tropicais secas e chuvosas (FRANKIE et al., 1974; HOWE; SMALLWOOD, 1982; LIEBERMAN, 1982; GRIZ; MACHADO, 2001), em brejo de altitude (LOCATELLI; MACHADO, 2004) e também em mata ciliar (REYS et al., 2005). Embora outros fatores possam estar presentes, sugere-se que as primeiras chuvas são importantes à disponibilidade de recursos para dispersores no fragmento da Boa Vista.

Griz e Machado (2001), ao estudar o ecossistema da Caatinga, pontuam que as estratégias de germinação e o estabelecimento de plântulas são diversos, já que não há previsão de chuvas. Para o fragmento estudado, a frutificação de espécies zoocóricas em período úmido estabelecido e, especificamente no início do período chuvoso, produz vantagens quanto à germinação de sementes e para o estabelecimento de plântulas, as quais dependem da umidade do solo para o seu desenvolvimento (WENT, 1973; SCHAİK et al., 1993; LOCATELLI; MACHADO, 2004).

Mudança foliar – A formação de folhas novas ocorreu ao longo do período de estudo, embora o início do período chuvoso tenha apresentado o maior número de espécies nesta fenofase. Alguns autores confirmam este resultado em outras áreas de estudo, como em floresta tropical seca (FRANKIE et al., 1974) e floresta decídua (OPLER et al. 1980).

O aumento da precipitação após um período de seca pode ser o principal fator para o brotamento de espécies (LIEBERMAN, 1982; KRAMER et al., 2000; LOCATELLI; MACHADO, 2004), enquanto outros fatores podem estar presentes, como o aumento do fotoperíodo e as altas temperaturas (TALORA; MORELLATO, 2000; LOCATELLI; MACHADO, 2004), ou mesmo a queda de folhas como indutora do brotamento (MORELLATO, 1991). Entretanto, a temperatura, o fotoperíodo e a queda de folhas exercem pouca influência no fragmento da Boa Vista, dado o pico de formação de folhas novas ter ocorrido no início do período chuvoso, logo no primeiro mês de alta precipitação. A queda do número de espécies em brotamento a partir da segunda metade do período chuvoso pode estar relacionada com a diminuição da temperatura e com uma maior disponibilidade de água no solo, assim como já discutido para a floração.

Os valores de atividade de queda foliar das espécies do fragmento da Boa Vista mostram dois picos, em meados do período chuvoso e do período seco. A maioria dos autores corrobora com a idéia de que a estação seca é crucial para a queda de folhas, através da diminuição da precipitação, o que favoreceria a fenofase (FRANKIE et al., 1974; LIEBERMAN, 1982; REICH; BORCHERT, 1984; LOCATELLI; MACHADO, 2004). Embora o resultado com pico de queda de folhas no período seco tenha corroborado com muitos estudos em florestas tropicais, o pico em meados do período chuvoso corrobora com o estudo de Talora & Morellato (2000), em uma planície litorânea úmida, o que relaciona altas temperaturas em período úmido como favorecedores da fenofase.

No início do período seco, setembro/2008, não há necessidade de queda foliar, já que ainda há alta disponibilidade de água e grande quantidade de nutrientes no solo, resultante da queda de folhas no período chuvoso, o que favorece a produção de folhas novas (FRANKIE et al., 1974). Quando os valores de temperatura se restabelecem em novembro e dezembro de 2008, diminuindo a disponibilidade de água no solo, há um novo aumento na queda de folhas, sugerindo uma relação importante com a temperatura e a precipitação, mesmo com a não significância dos testes de correlação entre a queda de folhas e as variáveis climáticas. Entretanto, este resultado assim como os pontuados anteriormente podem ser relativizados, uma vez que as observações se limitaram no período de um ano, o qual poderia ser um ano de comportamento atípico da comunidade estudada ou de condições climáticas. Serão necessários futuros estudos em outros fragmentos com uma duração maior de observações para confirmação dos resultados aqui encontrados.

REFERÊNCIAS

ASSIS, J.S. **Biogeografia e conservação da biodiversidade**: projeções para Alagoas. Maceió: Catavento, 2000.

BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in Tropical Rain Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p. 399-422, 1990.

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**, v.25, n. 3, p. 269-275, 2002a.

_____; _____. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n. 3, p. 237-248, 2002b.

- BIERREGAARD, R.O. et al. The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. **BioScience**, v. 42, n. 11, p. 859-866, 1992.
- BRODY, A.K. Effects of pollinators, herbivores, and seed predators on flowering phenology. **Ecology**, v. 78, n. 6, p. 1624-1631, 1997.
- CARA, P. A. A. **Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e a dispersão de sementes de uma comunidade arbórea na Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco**. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. **Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo, 1989. (Série Documentos).
- FOURNIER, L.A. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. **Turrialba**, v. 24, n.4, p. 422-423, 1974.
- _____; 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**, v. 25, n.1, 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. **The Journal of Ecology**, v. 62, n. 3, p. 881-919, 1974.
- FURLAN, S.A.; NUCCI, J.C. **A conservação das florestas tropicais**. São Paulo: Atual, 1999.
- GALETTI, M.; ALVES-COSTA, C.P.; GAZETTA, E. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological Conservation**, v. 111, p. 269-273, 2003.
- GRIZ, L.M. S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry Forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 303-321, 2001.
- HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982.
- KRAMER, K.; LEINONEN, I.; LOUSTAU, D. The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and mediterranean forests ecosystems: an overview. **International Journal of Biometeorology**, v. 44, p. 67-75, 2000.

LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **The Journal of Ecology**, v. 70, n. 3, p. 791-806, 1982.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I.C. 2004. Fenologia das espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: PÔRTO, K.C.; CABRAL, J.J.; TABARELLI, M. (Ed.). **Brejos de altitude: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: MMA/PROBIO, 2004. p. 255-276.

MOORE, P.D. Did forests survive the cold in a hotspot? **Nature**, v. 391, p. 124-125, 1998.

MORELLATO, L.P.C. **Estudos da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, 1991.

_____; HADDAD, C.F. B. Introduction: the brazilian atlantic forest. **Biotropica**, v.32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

_____ et al. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v.32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M.A. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v.32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H. G. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **The Journal of Ecology**, v. 68, n.1, p. 167-188, 1980.

PIJL, L. van der. Evolutionary action of tropical animals on the reproduction of plants. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 1, p. 85-96, 1969.

_____. **Principles of dispersal in higher plants**. New York: Springer Verlag, 1982.

RANTA, P et al. The fragmented atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 385-403, 1998.

REICH, B. P.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **The Journal of Ecology**, 72, n. 1, p. 61-74, 1984.

REYS, P. et al. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2005.

SCHAIK, C.P. van; TERBORGH, J.W.; WRIGHT, S.J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 353-377, 1993.

SMITH-RAMIREZ, C.; ARMESTO, J.J. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloe, Chile: ecologies and climatic constraints. **The Journal of Ecology**, v. 82, n. 2, p. 353-365, 1994.

STEVENS, S.M.; HUSBAND, T.P. The influence of edge on small mammals: evidence from brazilian atlantic forest fragments. **Biological Conservation**, v. 85, p. 1-8, 1998.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n.1, p. 13-26, 2000.

TURNER, I.M.; CORLETT, R.T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 330-333, 1996.

WENT, F.W. Competition among plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 70, n.2, p. 585-590, 1973.

WENNY, D.G. Advantages of seed dispersal: a re-evaluation of directed dispersal. **Evolutionary Ecology Research**, v. 3, p. 51-74, 2001.

