

Marcus E. B. Fernandes
(Organizador)

Fenologia Reprodutiva

ANTONIA A. M. NASCIMENTO, DANILO C. L. GARDUNHO & MARCUS E. B. FERNANDES*

Laboratório de Ecologia de Manguezal (LAMA) - Universidade Federal do Pará - UFPA - Campus de Bragança, Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Aldeia, Bragança, Pará, Brasil. CEP: 68.600-000. * mebf@ufpa.br

Introdução

As florestas de mangue têm um importante papel na região estuarino-costeira, pois proporcionam alta produção e exportação de matéria orgânica para os ecossistemas aquáticos adjacentes (GHOSH *et al.*, 1990; SESSEGOLO & LANA, 1991; CLOUGH, 1992). De fato, os manguezais apresentam elevada produtividade primária, cujos valores já foram registrados através de vários trabalhos sobre biomassa e serapilheira nos diferentes continentes (CHRISTENSEN, 1978; SASEKUMAR & LOI, 1983; ABBEY-KALIO, 1992; CLARKE & JOCABY, 1994; MACHEY & SMAIL, 1995).

Por outro lado, também é muito enfatizada a influência dos eventos fenológicos na produtividade dos bosques de mangue (CROAT, 1975). Esses estudos que focalizam a fenologia na floresta de mangue têm caracterizado e analisado detalhadamente o comportamento dos processos vegetativos e reprodutivos das espécies arbóreas desse sistema.

De acordo com Duke (1990), eventos fenológicos são caracterizados por períodos de brotamento de folhas, caducifolia, aparecimento de flores e frutos, sendo a fenofase considerada como um desses períodos, ao longo do ciclo fenológico. Além do mais, para Carvalho (2002), o estudo da fenologia das espécies de mangue caracteriza a produção dos seus órgãos reprodutivos e vegetativos, evidenciando alguns aspectos funcionais do ciclo biológico dessas espécies adaptadas à zona costeira.

Os eventos fenológicos desenvolvem-se de acordo com as características ambientais locais (FERNANDES, 1997). Assim, a caracterização das condições ambientais é relevante para avaliar os mecanismos, os quais influenciam a produção das fenofases, bem como para auxiliar no melhor entendimento dos mecanismos de adaptação e sobrevivência dessas espécies no manguezal. Assim, é importante ter em mente que os manguezais exercem forte influência na zona estuarino-costeira, sendo sua contribuição através da produtividade primária essencial para o entendimento das relações ecológicas entre esse sistema e as condições ambientais vigentes. Nesse contexto, o presente capítulo tem como objetivo descrever as

flutuações das fenofases ao longo dos ciclos estacionais característicos da região costeira da Amazônia brasileira, no intuito de melhor entender esse aspecto da produtividade primária das seguintes espécies arbóreas de mangue: *Rhizophora mangle* L.; *Rhizophora harrisonii* Leechman; *Rhizophora racemosa* G. F. W. Meyer; *Avicennia germinans* (L.) L.; *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman ex Moldenke e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn.

Vários estudos sobre a fenologia de plantas têm sido realizados em diferentes formações florestais (MORELLATO *et al.*, 2000; BENCKE & MORELLATO, 2002; MANTOVANI *et al.*, 2003; SAN MARTIN-GAJARDO & MORELLATO, 2003). Contudo, não são muitos aqueles desenvolvidos nas florestas de mangue, principalmente no cinturão de manguezal distribuído ao longo da costa amazônica brasileira (FERNANDES, 1999; MEHLIG, 2001; CARVALHO, 2002; BATISTA, 2003; FERNANDES *et al.*, 2005; RODRIGUES, 2005; SANTOS, 2005; SILVA, 2005; VIRGULINO, 2005; NASCIMENTO, 2006; MATNI, 2007; SILVA, 2008). No entanto, só foram encontrados registros referentes aos manguezais dos estados do Pará e do Amapá. Não foi encontrado trabalho que registrasse, ao longo de um ciclo anual, a fenologia reprodutiva e/ou vegetativa dessas espécies arbóreas de mangue no Estado do Maranhão.

Material e métodos

As observações das fenofases foram realizadas mensalmente ou quinzenalmente segundo a metodologia de cada trabalho consultado (Tabela 1). Fernandes *et al.* (2005) discutiu as diferentes técnicas utilizadas para acessar as tendências da fenologia em árvores de mangue na região amazônica brasileira, sendo mencionados os seguintes métodos: i) método de contagem na copa, no qual se registra o número de categorias pertencentes a uma escala ordinal, ii) método de contagem no galho, no qual é quantificado o número absoluto de cada item por galho em cada árvore e iii) método de contagem na serapilheira, onde se renumera cada item presente nas cestas de coleta de serapilheira. De acordo com Fernandes (1999), todas as árvores marcadas pelo método de contagem na copa foram visitadas mensalmente para a observação das fenofases: Flor e Fruto, cujo registro foi feito na seguinte escala ordinal:

0 = nenhum item (ex. flor, fruto, etc.);

1 = 1 a 10 itens;

2 = 11 a 50 itens;

3 = 51 a 100 itens e

4 = mais de 100 itens

Tabela 1 - Métodos de coleta dos dados fenológicos. MCC= método de contagem na copa; MCG= método de contagem no galho; MCS= método de contagem na serapilheira.

Local	Método	Fonte	Observações
Amapá	MCC	Fernandes (1999)	Mensal
Pará	MCC	Rodrigues (2005)	Mensal
Pará	MCC	Matni (2006)	Mensal
Pará	MCC	Silva (2007)	Mensal
Pará	MCC	Virgulino (2001)	Mensal
Pará	MCG	Virgulino (2001)	Mensal
Pará	MCG	Macêdo (2005)	Quinzenal
Pará	MCG	Lobato (2005)	Quinzenal
Pará	MCS	Mehlig (2006)	Quinzenal
Pará	MCS	Batista (2003)	Quinzenal
Pará	MCS	Nascimento (2004)	Quinzenal

Nos trabalhos realizados nos manguezais da península de Ajuruteua, município de Bragança, Pará, as observações das fenofases foram realizadas com o auxílio de um binóculo, pois as árvores de mangue nessa região apresentam altura média de 10,3 m. Mas, por outro lado, as árvores mais desenvolvidas da península chegam a atingir até 25 m (*A. germinans*) e 24 m (*R. mangle*) (Seixas *et al.*, 2005).

As observações feitas pelo método de contagem na cesta coletora da serapilheira e pelo método de contagem no galho foram realizadas quinzenalmente, com exceção do trabalho de Fernandes *et al.* (2005) que foi realizado mensalmente. Em ambos os métodos utilizados as fenofases observadas referiam-se à produção de Flor e Fruto.

Resultados

Floração e Frutificação

Considerando cada táxon separadamente, observou-se que as espécies *R. mangle*, *R. harisonii* e *R. racemosa* produziram Flor e Fruto em todos os meses ao longo do ciclo anual (Figura 1). Contudo, apesar de *R. mangle* apresentar produção contínua ao longo de todo o ano, essa espécie apresenta sua maior produção de Flor no período de transição

entre as estações chuvosa e seca (principalmente no mês de junho). No que se refere à produção de Fruto, o gênero *Rhizophora* embora tenha apresentado registros de produção o ano todo, sabe-se que os meses de maior produção na região amazônica são aqueles da estação chuvosa. Ao contrário, Gill & Tomlinson (1971) e Jiménez (1988), em outras regiões tropicais da América, mostraram que a produção de frutos de *R. mangle* e *R. racemosa* foi maior na estação seca. Contudo, é importante ressaltar que embora a produção de Flor e Fruto seja registrada ao longo de todo o ciclo anual, é muito provável que as árvores das espécies de mangue, observadas ao longo da costa amazônica brasileira, utilizem uma estratégia no qual o pico da produção de flores possa coincidir com a estação mais seca, dessa forma proporcionando mais tempo para o amadurecimento de um maior número de frutos/propágulos na estação mais chuvosa.

As espécies *A. germinans* e *A. schaueriana* produziram flor em praticamente todos os meses, com exceção de abril e maio. Segundo Abreu (2007), *A. germinans* apresenta uma distribuição ampla ao longo da costa amazônica brasileira tendo registros desde o Amapá até o Maranhão. Já *A. schaueriana* tem distribuição mais restrita sendo, até o momento, registrada apenas para os estados do Pará e Maranhão. Embora *A. germinans* tenha produzido flores em quase todos os meses do ano, os picos de produção ocorreram no período seco. Esses resultados coincidem com os descritos para as espécies de mangue em diferentes áreas da península de Ajuruteua (MEHLIG, 2001; CARVALHO, 2002; RODRIGUES, 2005; NASCIMENTO, 2005). Fernandes (1999) no seu trabalho desenvolvido na Ilha de Maracá, no Estado do Amapá, também evidenciou que a maior intensidade da produção de flores para *A. germinans* ocorreu também no período, considerado para esta região, de menor precipitação pluviométrica. Saenger & Bellan (1995), em estudos realizados na África, ressaltaram também que a produção dessa fenofase ocorreu no período de estação seca. Por outro lado, a produção de frutos foi contínua para esta espécie ao longo do ciclo anual, sendo que a maior produção de frutos foi evidenciada em meses de alta pluviosidade (FERNANDES, 1999; MEHLIG, 2006). Considerando a ocorrência de todos os pontos da área amostrada *L. racemosa*, a exemplo do gênero *Rhizophora*, produziu flores e frutos ao longo de todo o ciclo anual. Por outro lado, Fernandes *et al.* (2005) e Matni (2007), analisando pontos separados da costa amazônica brasileira, verificaram que embora *L. racemosa* possua produção contínua ao longo do ciclo anual (Figura 1), as árvores monitoradas dessa espécie não apresentam sincronia na sua produção. Considerando a espécie associada *Conocarpus erectus*, o trabalho de Araújo & Sousa (2012) mostrou que a floração e frutificação foram contínuas, com exceção da primeira fenofase, onde nos meses de dezembro e janeiro não foi registrado nenhuma flor nas árvores monitoradas (Figura 1). Os mesmos autores também

apresentaram a distribuição dessas fenofases ao longo de um ciclo anual, sendo o período de março a setembro o de maior produção de flor, combinando com meses de bastante pluviosidade e início do período menos chuvoso, ao passo que o período de setembro a janeiro (período menos chuvoso) foi o período de maior produção de frutos. Por fim, é importante acrescentar que os dados da produção de flores e frutos para essa espécie associada mostrou-se inverso àqueles das espécies características do manguezal, que seguem a tendência das florestas tropicais, onde a produção de flores e frutos ocorre em maior quantidade nos períodos de menor e maior pluviosidade, respectivamente.

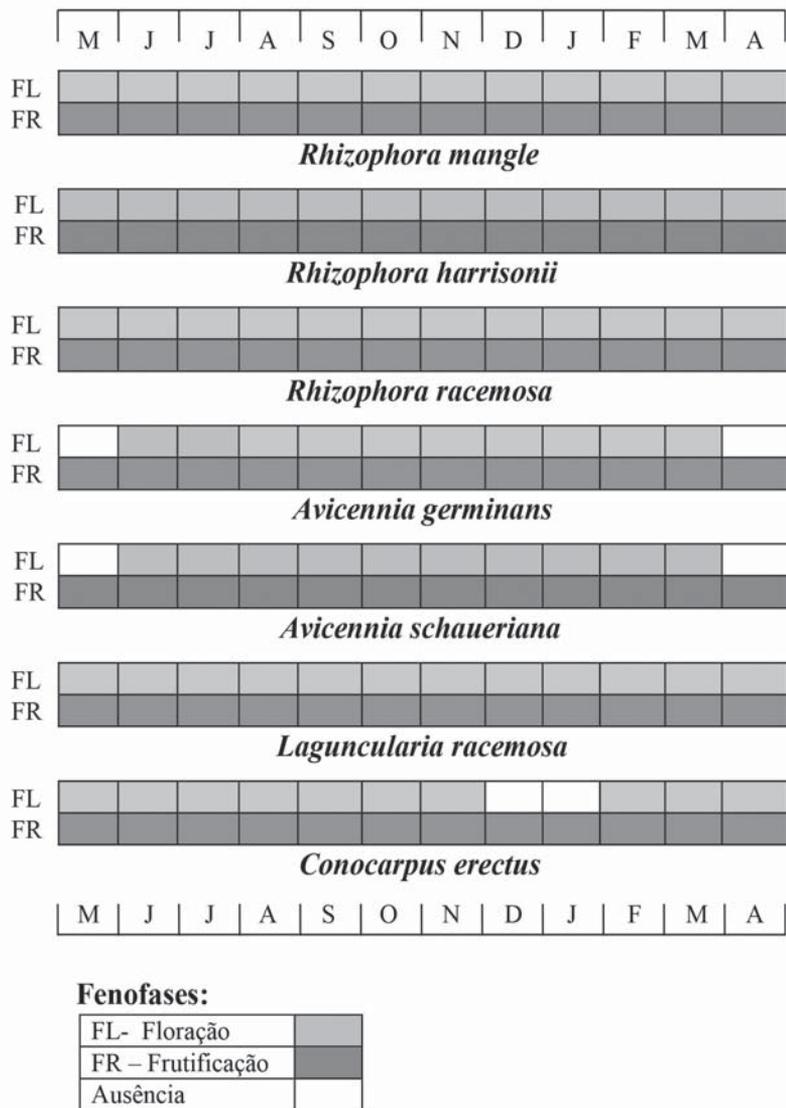


Figura 1 - Fenograma das espécies arbóreas de mangue e da espécie associada *Conocarpus erectus* para a costa amazônica brasileira.

Considerações Finais e Perspectivas

De acordo com Steinke (1988), as árvores típicas de mangue apresentam influência sazonal significativa, tanto nos períodos de produção quanto nos períodos de abscisão de suas partes vegetativas e reprodutivas. Fernandes (1999), por exemplo, registrou no seu estudo realizado na Ilha de Maracá-AP que o pico da floração de *A. germinans* e *R. mangle* ocorreu no período considerado como menos chuvoso (julho a novembro). Esta tendência também se repetiu nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho (2002) e Mehlig (2006) com espécimes de *A. germinans* nos manguezais da península de Ajuruteua, Bragança-PA.

Em geral, a produção das diferentes fenofases é um evento sazonal e que pode ser regulado por fatores endógenos e exógenos (BROOKE *et al.*, 1996). No manguezal, por exemplo, a relação entre o tempo de produção dessas diferentes fenofases pode ser fruto da presença/ausência de sincronismo promovido por tais fatores. Os gêneros *Rhizophora* e *Laguncularia*, por exemplo, parecem adotar a estratégia cuja eficiência está em manter a produção contínua da espécie ao longo do ciclo anual, através da alternância de indivíduos produtivos, ou seja, da assincronia de produção da fenofase entre os indivíduos dispersos ao longo do manguezal. Da mesma forma, o gênero *Avicennia* também apresenta essa assincronia entre os indivíduos, alternando a produção das distintas fenofases, mas, no entanto, apresenta uma segunda estratégia, na qual todas as árvores param de produzir simultaneamente por alguns meses, sugerindo, ao contrário, uma sincronia na parada da produção dos itens reprodutivos (flor e fruto). Adicionalmente, é relevante enfatizar que tanto os fatores endógenos (ex., fisiológicos), os quais podem estar regulando tal comportamento de sincronia/assincronia, quanto os fatores exógenos (ex., ambientais) parecem interagir para assegurar o ciclo reprodutivo, promovendo a sucessão e a dominância dessas espécies nas áreas de manguezal.

Em geral, observa-se através da flutuação das fenofases reprodutivas uma tendência na direção de se produzir mais flores no período menos chuvoso e frutos no período chuvoso. Assim, é importante enfatizar que tais tendências também correspondem àqueles eventos fenológicos descritos por outros autores para os manguezais do Amapá (FERNANDES, 1999) e Pará (CARVALHO, 2002; MEHLIG, 2001; FERNANDES *et al.*, 2005; RODRIGUES, 2005; SANTOS, 2005 e SILVA, 2005), indicando uma tendência para os manguezais da costa amazônica brasileira, faltando apenas confirmação através de monitoramento de pelo menos um ciclo anual para as espécies arbóreas de mangue do Estado do Maranhão.

Por fim, é importante ressaltar que o método de observação na serapilheira não

consegue descrever resultados referentes ao fenômeno da sincronia da produção das fenofases, já que não monitora árvores individualmente, mas sim a presença da flor, fruto ou folha na cesta coletora da serapilheira do bosque. No caso da produção de folhas, Fernandes *et al.* (2005) mostraram que o método de contagem na copa não consegue detectar essa produção. Isto está relacionado com o fato das árvores de mangue serem do tipo “sempre verde”, ou seja, a produção de broto vegetativo é constante e, por isso, não sendo possível sua contagem com base nas escalas ordinais (número ou percentual de brotos), o que só é possível através do método de contagem direta desses brotos diretamente nos galhos.

Referências

ABBEY-KALIO, N. J. A pilot study of mangrove litter production in Bonny Estuary of Southern Nigéria. In: *Discovery and Innovation*. V. 4, 1992.

ABREU, M. M. O. Os Manguezais da costa amazônica brasileira: uma análise da composição florística, distribuição de espécies arbóreas e estrutura de bosque. 99 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2007.

ARAÚJO, F. P. & SOUSA, N. A. S. Fenologia reprodutiva em *Conocarpus erectus* Linnaeus, 1753 na península de Ajuruteua (Bragança, Pará). 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Capanema, Pará, Brasil, 2012.

BATISTA, B. S. Produção de serapilheira de um bosque de *Avicennia* sob um gradiente de inundação e salinidade da península Bragantina. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2003.

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*, v. 25, n.2, p. 237-248, 2002.

BROOKE, L. M.; JONES J. P.; VICKERRY J. A. AND WALDREN, S. Seasonal patterns of leaf growth and loss, flowering and fruiting on a subtropical In Central Pacific island. *Biotropica*, v.28, p. 164-179, 1996.

CARVALHO, M. L. Aspectos da produtividade primária dos bosques de mangue do Furo Grande, Bragança-Pará. 55 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Bragança, Pará, Brasil, 2002.

- CHRISTENSEN, B. Biomass and primary production of *Rhizophora apicula* L. In mangrove in southern Thailand. Aquatic Botany, V. 4, p. 43-52, 1978.
- CLARKE, P. J. & JACOBY, C. A. Biomass and above-ground productivity of salt-marsh plants in south-eastern Australia. Aust. J. Mar. Freshwater Res., V. 45 p. 1521-1528, 1994.
- CLOUGH, B. F. Primary productivity and growth of mangrove forests. In: ROBERTSON, A. I., ALONGI, D. M. (Orgs). Tropical mangrove ecosystems coastal and estuarine studies. American Geophysical Union, Washington, v. 41, p. 225-249, 1992.
- CROAT, T. B. Phenology behavior of habit and classes on Barro Colorado Island (Panama canal Zone). Biometria, v. 7, p. 270-277, 1975.
- DUKE, N. C. Phenological trends with latitude in the mangrove tree *Avicennia marina*. Journal Ecology, v.78, p. 113-133, 1990.
- FERNADES, M. E. B. The Ecology and productivity of mangrove in the Amazon region, Brazil. 214 f. Tese (Doutorado). University of York, England, 1997.
- FERNANDES, M. E. B. Phenological patterns of *Rhizophora* L., *Avicennia* L. and *Laguncularia* Gaert. f. in Amazonian mangrove swamps. Hydrobiologia, v. 413, p. 53-62, 1999.
- FERNANDES, M. E. B.; VIRGULINO, A. R.; NASCIMENTO, A. A. M.; RODRIGUES, L. F. P. Padrões de Floração e Frutificação em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.: uma avaliação metodológica. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, v.18, p. 33-38, 2005.
- GHOSH, P. B.; SINGH B. N.; CHAKRABARTY C.; SAHAA.; DAS R. L. & CHOUDHURY A. Mangrove litter production in a tidal creek of Lothian Island of Sunderbans, India. Indian Journal of Marine Sciences, V.19, p. 292-293, 1990.
- GILL, A. M. & TOMLINSON P. B. Studies on the Growth of Red mangrove (*Rhizophora mangle*) Phenology of the shoot. Biotropica, v. 3, p. 109-124, 1971.
- MACHEY, A. P. & SMAIL G. Spatial and temporal variation in litter fall of *Avicennia marina* (Forssk) Vierh. In: the Brisbane River, Queensland, Australia. Aquatic Botany, v.52, p. 133-142, 1995.
- MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A. R.; REIS, M. S.; PUCHALSKI, A. & NODARI, R. O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. Revista Árvore, v. 27, n.4, p. 451-458, 2003.
- MATNI, A. S. Estudo Comparativo da Fenologia Reprodutiva de *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) Stearn e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. ao Longo

- da Península de Ajuruteua, Bragança – Pará. 41 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2007.
- MEHLIG, U. Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest. In Brazil. 137 f. Tese (Doutorado). Zentrum für Marine Tropenökologie, Center for Tropical Marine Ecology, Bremen, 2001.
- MEHLIG, U. Phenology of the red mangrove, *Rhizophora mangle* L., In the Caeté Estuary, Pará, equatorial Brazil. *Aquatic Botany*, v. 84, p. 158–164, 2006.
- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. S. C.; ROMERA, E. C. & ZIPPARRO, V. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 811–823, 2000.
- NASCIMENTO, R. E. S. A.; ABREU, M. M. O.; MEHLIG, U. & MENEZES, M. P. M. Produção de serapilheira em um fragmento de bosque de terra firme e um manguezal vizinho na península de Ajuruteua, Bragança (Pará-Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais*. Belém, Pará, Brasil, v. 2, n. 3, p. 55-60, 2006.
- RODRIGUES, L. F. P. Variação anual dos padrões fenológicos de *Avicennia germinans* L. e *Rhizophora mangle* L. no furo Grande. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2005.
- SAENGER, P. & BELLAN, M.F. The mangrove vegetation of the Atlantic coast of Africa, A Review. Unpublished Report, p. 64, 1995.
- SAN MARTIN -GAJARDO, I. & MORELLATO, L. P. C. Inter and intraespecific variation on reproductive phenology of the Brazilian Atlantic forest Rubiaceae: ecology and phylogenetic constraints. *Revista Biologia Tropical*, v. 51, n. 3, 2003.
- SANTOS, C. C. L. Fenologia de *Avicennia* L. em dois sítios na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2005.
- SASEKUMAR, S. & LOI, J. Litter production in three mangrove forest zones in the Malay Peninsula. *Aquatic Botany*, v. 17, p. 288-290, 1983.
- SESSEGOLO, G. C. & LANA P. C. Decomposition of *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* and *Laguncularia racemosa* leaves in a Mangrove of Paranaguá bay South Brazil. *Botânica Marina*, v. 34, p. 285-289, 1991.
- SEIXAS, J. A. S.; FERNANDES, M. E. B.; SILVA, E. S. Análise estrutural da vegetação

arbórea dos mangues no Furo Grande, Bragança – Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais. Belém, Pará, Brasil, v. 2, n. 3, p. 35-43, 2005.

SILVA, R. M. Fenologia de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn f. em três bosques de manguezal na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2005.

SILVA, L. L. Os atributos estruturais das árvores de *Avicennia germinans* (L.) Stearn afetam a fenologia reprodutiva dessas espécies? 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2008.

STEINKE, T. D. Vegetative and floral phenology of three mangroves in Mgeni Estuary. Department of Botany-University of Durban-Westville. J. Bot, v. 54, p. 97-102, 1988.

VIRGULINO, A. R. C. Descrição dos padrões fenológicos de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn f., com ênfase na avaliação da eficiência de dois métodos empregados no estudo da fenologia vegetal. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brasil, 2005.