Capítulo 5

Monitoramento do ecossistema manguezal: fenologia reprodutiva

Elaine Bernini

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

BERNINI, E. Monitoramento do ecossistema manguezal: fenologia reprodutiva. In: TURRA, A., and DENADAI, MR., orgs. *Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos* [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, pp. 81-86. ISBN 978-85-98729-25-1. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

CAPÍTULO 5

MONITORAMENTO DO ECOSISTEMA MANGUEZAL: FENOLOGIA REPRODUTIVA

Elaine Bernini

Foto: Elaine Bernini

INTRODUÇÃO

A fenologia estuda a ocorrência de fenômenos biológicos repetitivos e sua relação com os meios abiótico e biótico (Lieth, 1974; Morellato & Leitão-Filho, 1990). As tendências fenológicas gerais têm sido descritas em estudos intensivos em vários ecossistemas em todo o mundo. Os estágios do ciclo de vida das plantas são regulados por mudanças periódicas no clima (Morellato, 2008), assim, os ritmos fenológicos tendem a ser flexíveis, pois as fenofases são sincronizadas com as condições ambientais locais ou regionais que invariavelmente regulam o sistema (Fernandes, 1999).

De acordo com as previsões, as mudanças climáticas terão efeitos de longo prazo, alterando os padrões fenológicos das espécies de plantas (Alongi, 2008; Ellison, 2012) e promovendo variação intraespecífica ao longo do tempo. A expectativa é que haja antecipação dos períodos de floração e de frutificação das plantas (Menzel *et al.*, 2006).

O presente protocolo tem como objetivo apresentar proposta de monitoramento da fenologia reprodutiva das espécies de mangue para verificar os efeitos da elevação da temperatura do ar e da variação nas taxas de pluviosidade.

MÉTODOS

DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E PERIODICIDADE AMOSTRAL

Considerando a amplitude latitudinal da costa brasileira, o conceito de réplica proposto neste protocolo de procedimentos mínimos é flexível, podendo os experimentos serem planejados para responder questões em nível local (por exemplo, dois ou mais perfis ou transectos dentro de um mesmo manguezal) ou regional, nesse caso, diferentes manguezais, localizados ao longo de um segmento costeiro, seriam representados por um ou mais perfis ou transectos que agrupados representariam réplicas daquela região (*i.e.*, Ecorregiões Marinhas, *sensu* Spalding *et al.*, 2007). Em outras palavras, nessa abordagem macroecológica, as ecorregiões marinhas seriam as regiões, e os manguezais dentro das regiões seriam as réplicas; bosques de mangue (perfis ou transectos) dentro de cada manguezal seriam as pseudorréplicas destinadas a capturar a variabilidade ambiental necessária, e assim por diante.

A área de manguezal selecionada para o monitoramento da fenologia reprodutiva deve ser a mais estável possível para que não haja erosão e perda de árvores (indivíduos que estão sendo monitorados) ao longo do monitoramento. Recomenda-se a distância mínima de 30 m do rio/canal de maré e da área de transição (Figura 5-1). Sugere-se que o monitoramento para verificação dos efeitos das mudanças climáticas seja realizado durante, no mínimo, três anos, repetindo-se a cada três anos.

Figura 5-1. Exemplo de delineamento amostral para o monitoramento da fenologia reprodutiva do ecossistema manguezal com objetivo de verificar os efeitos da elevação da temperatura do ar e da variação nas taxas de pluviosidade.

AMOSTRAGEM

Para a avaliação das respostas fenológicas das espécies às mudanças climáticas recomenda-se que de 20 a 30 indivíduos de cada espécie sejam amostrados (Figura 5-1). A intensidade de cada fenofase reprodutiva poderá ser estimada de acordo com o método semiquantitativo proposto por Fournier (1974), atribuindo valor 0 para ausência da fenofase e valores de 1 a 4 em intervalos de 25% (1 = 1-25%; 2 = 26-50%; 3 = 51-75%; 4 = 76-100% para presença da fenofase; ANEXO 5-I). A floração inclui as fenofases

botões florais e flores, enquanto a frutificação corresponde a frutos e propágulos (Figura 5-2). As amostras para o monitoramento devem ser realizadas mensalmente, durante três anos.

Figura 5-2. (A) *Avicennia germinans*; (B) *Avicennia schaueriana*; (C) *Laguncularia racemosa*; (D) *Rhizophora mangle*. Fotos: Elaine Bernini.

Os indivíduos deverão ser marcados com material resistente (por exemplo, uma pequena placa de alumínio e prego galvanizado). Sugere-se padronização na altura das árvores. A observação da copa da árvore deve ser realizada com auxílio de um binóculo para indivíduos altos. Atenção especial deve ser tomada para que não haja troca de numeração entre os indivíduos, pois a informação referente a cada um será essencial para os cálculos posteriores.

Em relação à análise dos dados, a cada mês deve-se calcular a soma dos valores de intensidade (fenofase) obtidos para todos os indivíduos de cada espécie. O resultado deve ser dividido pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor proporcional obtido é então multiplicado por 100 para transformá-lo em um valor percentual (Fournier, 1974).

Com os dados de intensidade será possível classificar a frequência de cada fenofase e, assim, calcular o índice de sincronia. As frequências de floração e de frutificação podem ser classificadas de acordo com o sistema de Newstrom *et al.* (1994): (1) Contínuo (presença da fenofase ao longo do ano, mas pode haver alguns intervalos curtos com ausência); (2) Subanual (presença de mais de um ciclo da fenofase durante o ano); (3) Anual (ciclo em que a fenofase ocorre durante alguns meses seguidos, por um período com sua ausência); (4) Supra-anual (a fenofase ocorre em intervalos superiores a um ano). O índice de sincronia de um determinado indivíduo com seu coespecífico (x_i) é definido como (Augsburger, 1983):

$$x_i = \frac{\sum ij}{(N - 1)fi}$$

Onde: ij = número de meses em que ambos os indivíduos i e j estão em floração/frutificação sincrônica

N = número de indivíduos na população

f_i = número de meses em que o indivíduo i está em floração/frutificação

O índice de sincronia da população (Z) estima a sobreposição no período de floração ou frutificação entre indivíduos da mesma espécie e é definido como (Augspurger, 1983):

$$Z = \frac{\sum x_i}{N}$$

Onde: x_i = índice de sincronia para o indivíduo i

N = número de indivíduos na população

Quando $Z = 0$, indica que não há sincronia ou que não há sobreposição no período de floração/frutificação entre todos os indivíduos na população. Quando $Z = 1$, indica perfeita sincronia ou que o período de floração/frutificação de todos os indivíduos da população ocorre na mesma época do ano.

Para avaliar a relação das variáveis abióticas com a fenologia é necessário obter dados meteorológicos mensais de temperatura do ar e de pluviosidade. Recomenda-se também o monitoramento mensal da salinidade intersticial (consultar protocolo “Monitoramento dos Ecótonos entre Manguezal e Marisma e entre Manguezal e Vegetação de Restinga” – Capítulo 8).

AUTORA

Elaine Bernini – Universidade Federal da Paraíba – UFPB
(autora para correspondência: elainebernini@hotmail.com)

REFERÊNCIAS

- Alongi, D.M. 2008. "Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76: 1-13.
- Augsburger, C.K. 1983. "Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs". *Biotropica*, 15: 257-267.
- Ellison, J.C. 2012. *Climate Change Vulnerability Assessment and Adaptation Planning for Mangrove Systems*. Washington, DC: World Wildlife Fund (WWF).
- Fernandes, M.E.B. 1999. "Phenological patterns of *Rhizophora* L., *Avicennia* L. and *Laguncularia* Gaertn. f. in Amazonian mangrove swamps". *Hydrobiologia*, 413: 53-62.
- Fournier, L.A. 1974. "Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles". *Turrialba*, 24: 422-423.
- Lieth, H. 1974. "Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Phenology and seasonality modeling", pp. 3-19. In: Lieth, H. (Ed.). *Ecological Studies* 8. Berlin: Springer-Verlag.
- Menzel, A.; Sparks, T.H.; Estrella, N.C.; Koch, E.; Aasa, A.; Ahas, R.; Alm-Kubler, K.; Bissolli, P.; Braslavská, O.; Briede, A.; Chmielewski, F.M.; Crepinsek, Z.; Curnel, Y.; Dahl, A.; Defila, C.; Donnelly, A.; Firella, Y.; Jactzak, K.; Mage, F.; Mestre, A.; Nordli, Y.; Peñuelas, J.; Pirinen, P.; Remisová, V.; Scheifinger, H.; Striz, M.; Susnik, A.; Van Vliet, A.J.H.; Wielgolaski, F.E.; Zach, S. 2006. "European phenological response to climate change matches the warming pattern". *Global Change Biology*, 12: 1969-1976.
- Morellato, L.P.C. 2008. "Fenologia de plantas e os efeitos das mudanças climáticas". pp. 181-191. In: Buckeridge, M.S. (Ed.) *Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil*. São Carlos: Rima.
- Morellato, L.P.C.; Leitão Filho, H.F. 1990. "Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta semidecídua na Serra do Japí, Jundiaí, São Paulo". *Revista Brasileira de Biologia*, 50(1): 163-173.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W.; Baker, H.G. 1994. "A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica". *Biotropica*, 26:141-159.
- Spalding, M.D.; Fox, H.E.; Allen, G.R.; Davidson, N.; Ferdaña, Z.A.; Finlayson, M.; Halpern, B.S.; Jorge, M.A.; Lombana, A.; Lourie, S.A.; Martin, K.D.; McManus, E.; Molnar, J.; Recchia, C.A.; Robertson, J. 2007. "Marine Ecoregions of the World: a bioregionalization of coast and shelf areas". *BioScience*, 57: 573-583.

ANEXOS – CAPÍTULO 5

ANEXO 5-I. FORMULÁRIO DE CAMPO

Formulário de Monitoramento da Fenologia Reprodutiva
---	---

Estado: _____ Município: _____ Local: _____

Data da coleta: _____ Hora inicial: _____ Hora final: _____ Maré: _____

Obs. climáticas: _____

Classificação das fenofases:

0 = ausência da fenofase; 1 = 1 a 25%; 2 = 26 a 50%; 3 = 51 a 75%; 4 = 76 a 100% presença da fenofase.

Espécie	Indivíduo	Floração	Frutificação