Capítulo 6

Monitoramento do ecossistema manguezal: produção de serapilheira

Renato de Almeida
Elaine Bernini

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

ALMEIDA, R., and BERNINI, E. Monitoramento do ecossistema manguezal: produção de serapilheira. 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. 87-94. 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 6

MONITORAMENTO DO ECOSISTEMA MANGUEZAL: PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA

Renato de Almeida, Elaine Bernini

Foto: Elaine Bernini

INTRODUÇÃO

O manguezal desempenha papel chave entre a terra e o mar, com importante valor ecológico devido à sua alta produtividade. Esse ecossistema encontra-se entre as florestas mais ricas em carbono nos trópicos, com valores médios de até 1.023 mg de carbono por hectare (Donato *et al.*, 2011). Ressalta-se que as exportações de material orgânico, particulado e dissolvido, influenciam diretamente na produtividade das águas costeiras adjacentes com reconhecido efeito nas cadeias alimentares (Jennerjahn & Ittekkot, 2001; Dittmar *et al.*, 2006).

A matéria orgânica do manguezal é basicamente constituída pela serapilheira, formada por detritos vegetais e animais oriundos da floresta de mangue (Figura 6-1). Geralmente a serapilheira apresenta variação sazonal influenciada por vários fatores abióticos, tais como temperatura do ar, radiação solar, pluviosidade, tipo de substrato e disponibilidade de água doce (Clough, 1992; Twilley & Day, 1999; Almeida, 2005; Bernini & Rezende, 2010). Com relação às mudanças climáticas, a expectativa é que a produção de serapilheira das florestas de mangue seja diretamente beneficiada pelo aumento da concentração

de CO₂, mas também pela elevação da temperatura do ar, especialmente em latitudes mais altas. Todavia, variações no regime pluviométrico e redução da umidade do ar também podem induzir alterações na produtividade primária (passível de monitoramento). Segundo Ellison (2012), que sistematizou os efeitos das mudanças climáticas sobre a produtividade, a redução da produção de serapilheira no manguezal seria indicativo de aumento da vulnerabilidade e menor capacidade adaptativa.

Sugere-se adotar a produção de serapilheira, com auxílio de cestas coletoras, enquanto estratégia de monitoramento para estimativa da produtividade em bosques de mangue (Pool *et al.*, 1975). Apesar de ser um método indireto, sua operacionalização é relativamente simples, não destrutiva e de custo reduzido. Por tudo isso, o presente protocolo visa apresentar uma proposta de monitoramento da produção de serapilheira do manguezal para verificar os efeitos da elevação da concentração de CO₂, do aumento da temperatura do ar e da variação nas taxas de pluviosidade.

Figura 6-1. Serapilheira em bosque monoespecífico de *Rhizophora mangle*. Foto: Yara Schaeffer-Novelli.

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, nesta abordagem macroecológica, as ecorregiões marinhas seriam as regiões, e os manguezais dentro das regiões seriam as réplicas; enquanto bosques de mangue (perfis ou transectos) dentro de cada manguezal seriam as pseudorréplicas destinadas a capturar a variabilidade ambiental necessária.

Quanto ao uso da produção de serapilheira para fins de monitoramento dos efeitos das mudanças climáticas, devem ser evitados trechos de extremo dinamismo sedimentar. Também se deve valorizar a diversidade de tipos fisiográficos, que podem ser franja/ribeirinho e bacia, quando existente; conforme classificação de Schaeffer-Novelli *et al.* (2000), pois cada tipo fisiográfico responderá distintamente quanto à produtividade.

Localmente, deve prevalecer a ideia de otimização do esforço amostral, disponibilidade de tempo e recursos logísticos do pesquisador quando da definição do número de pseudorréplicas. As cestas coletoras podem ser distribuídas dentro de parcelas fixas ou distribuídas dentro do bosque de mangue, dependendo de outros objetivos do pesquisador e de informações adicionais sobre a estrutura do bosque. Seja como for, sugere-se um mínimo de dez cestas coletoras em cada tipo fisiográfico (Figura 6-2).

Figura 6-2. Delineamento amostral para monitoramento da produção de serapilheira.

As cestas coletoras devem ser confeccionadas em PVC, com 50 x 50 cm (0,25 m²), tela de náilon com abertura de 2 mm e profundidade mínima de 30 cm, diminuindo assim a ação do vento na remobilização do material depositado no fundo das cestas (Figura 6-3). As cestas também podem ser confeccionadas em madeira, mas deve-se aumentar a atenção com a manutenção em função do risco de contaminação das amostras por fungos, o que pode tornar-se um fator limitante à posterior análise de nutrientes presentes na serapilheira. É fundamental que as cestas sejam suspensas acima da linha de preamar.

As cestas devem ficar permanentemente dispostas no mangue e as coletas devem ser periódicas (em intervalos aproximados de 28-30 dias) durante pelo menos três anos.

ATIVIDADES DE CAMPO

Toda massa vegetal depositada na cesta coletora será coletada manualmente e depositada em sacos de papel em dias secos ou sacos plásticos em dias úmidos, devidamente etiquetados com o número de identificação de cada cesta coletora. Ao final da coleta, cada cesta coletora deve estar limpa de detritos. Sugere-se manutenção periódica das cestas, sempre que necessário. Os sacos de papel ou plástico devem ser cuidadosamente lacrados e levados ao laboratório, evitando-se a perda de massa vegetal durante o transporte.

Figura 6-3 – Cestas coletoras de serapilheira em bosques de *Avicennia germinans* (A) e *Laguncularia racemosa* (B). Fotos: Elaine Bernini.

PROCESSAMENTO LABORATORIAL

A amostra de material vegetal, ainda fresco, de cada cesta coletora deve ser separadamente depositada em uma bacia plástica para facilitar a triagem em diferentes frações como folhas, madeira, propágulos, frutos, flores, estípulas, detritos não- identificáveis, sendo ainda possível a separação das frações folhas, propágulos, frutos e flores em função das espécies observadas. Atente-se para as dobras no fundo dos sacos de papel ou para a umidade das sacolas plásticas que podem reter material vegetal.

Uma vez que as mudanças climáticas, especialmente a variação pluviométrica, influenciam diretamente os períodos de floração e frutificação, torna-se importante detalhar as frações flores e propágulos/frutos presentes na serapilheira, tal como a contagem do número de frutos/propágulos e estípulas (exclusivas de *Rhizophora*) existentes na amostra.

Cada fração inicialmente triada deve ser novamente alocada em sacos de papel e levada para secagem em estufa (é preferível o uso de estufa com circulação forçada) até peso constante (60°C / 72 h) para posterior pesagem da massa seca. Os valores brutos de massa seca devem ser anotados, acompanhados de informações complementares como a data de coleta e o número de dias entre uma coleta e outra (ver exemplo, Tabela 6-1).

TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

A produtividade do bosque será estimada em função da sua produção média diária ($\text{g/m}^2/\text{dia}$). Ressalta-se que a área de cada cesta coletora ($0,25\text{m}^2$) representa apenas uma quarta parte de 1 m^2 . Então, o valor bruto de massa seca de cada fração deve ser multiplicado por 4 e dividido pelo número de dias entre cada coleta, resultando em valores de $\text{g/m}^2/\text{dia}$ (exemplo, Tabela 6-2). As médias mensais de cada fração, acompanhadas do respectivo desvio padrão, serão obtidas a partir da somatória dos valores médios diários de cada cesta e dividida pelo número de cestas (ver exemplo, Tabela 6-3). Os valores obtidos em $\text{g/m}^2/\text{dia}$ podem ser convertidos em t/ha/ano .

A avaliação das respostas da produção de serapilheira às mudanças climáticas será possível por meio de comparações entre manguezais situados em diferentes latitudes. Deve-se fazer uso de variáveis climáticas, especialmente temperatura (máxima, média, mínima), pluviosidade (médias mensais e anuais) e direção e velocidade dos ventos para correlacionar com as diferentes frações da serapilheira, principalmente a fração folha e a fração fruto/propágulos que normalmente representam mais de 75% do total de serapilheira.

Tabela 6-1. Valores brutos obtidos após a pesagem da matéria seca. O número de dias representa o período entre duas coletas. Exemplo com seis cestas coletoras.

		14/08/2002 JULHO		10/09/2002 AGOSTO		11/10/2002 SETEMBRO	
FRAÇÃO	CESTA	P. SECO (g)	DIAS	P. SECO (g)	DIAS	P. SECO (g)	DIAS
FOLHAS	1	1,701	28	3,278	27	5,237	31
	2	4,957	28	6,312	27	6,729	31
	3	4,552	28	7,607	27	4,950	31
	4	4,115	28	5,370	27	5,136	31
	5	4,497	28	5,317	27	5,232	31
	6	1,010	28	3,862	27	4,604	31
FLORES	1	0,005	28	0	27	0	31
	2	0,014	28	0	27	0	31
	3	0	28	0	27	0	31
	4	0	28	0	27	0	31
	5	0	28	0	27	0	31
	6	0,016	28	0	27	0	31
FRUT- -PROP	1	0,067	28	0,615	27	0	31
	2	0,351	28	0,381	27	0,696	31
	3	0	28	0	27	0	31
	4	0	28	0	27	0	31
	5	1,163	28	0	27	0,382	31
	6	0,236	28	1,790	27	0,664	31
MADEIRA	1	0	28	0,082	27	0	31
	2	0,259	28	0,066	27	0	31
	3	0	28	7,048	27	0,333	31
	4	0,026	28	0,139	27	0,075	31
	5	2,301	28	0,717	27	0	31
	6	0,695	28	0,133	27	0,081	31
ESTÍPULAS	1	0,08	28	0,576	27	0,699	31
	2	0,618	28	0,634	27	0,991	31
	3	0,136	28	0,471	27	0,387	31
	4	0,063	28	0,247	27	1,152	31
	5	0,231	28	0,326	27	0,818	31
	6	0,349	28	0,815	27	1,249	31
DETRITOS	1	0,093	28	0,331	27	0,126	31
	2	0,258	28	0,141	27	1,442	31
	3	0,232	28	0,141	27	0,095	31
	4	0,108	28	0,085	27	0,244	31
	5	0,362	28	0,622	27	0,501	31
	6	0,738	28	0,333	27	0,198	31
TOTAL GERAL	1	8,911	28	5,597	27	6,529	31
	2	7,451	28	8,146	27	9,858	31
	3	7,415	28	17,249	27	8,164	31
	4	8,612	28	7,731	27	9,152	31
	5	9,381	28	8,023	27	7,55	31
	6	3,683	28	7,485	27	7,198	31

Tabela 6-2. Valores médios diários (g/m²/dia) de cada cesta coletora. Exemplo com seis cestas coletoras.

		14/08/2002	10/09/2002	11/10/2002
		JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
FRAÇÃO	CESTA	g/m ² /dia	g/m ² /dia	g/m ² /dia
FOLHAS	1	0,243	0,486	0,676
	2	0,708	0,935	0,868
	3	0,65	1,127	0,639
	4	0,588	0,796	0,663
	5	0,642	0,788	0,675
	6	0,144	0,572	0,594
FLORES	1	0,001	0	0
	2	0,002	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0
	5	0	0	0
	6	0,002	0	0
FRUT-PROP	1	0,01	0,091	0
	2	0,05	0,056	0,09
	3	0	0	0
	4	0	0	0
	5	0,166	0	0,049
	6	0,034	0,265	0,086
MADEIRA	1	0	0,012	0
	2	0,037	0,01	0
	3	0	1,044	0,043
	4	0,004	0,021	0,01
	5	0,329	0,106	0
	6	0,099	0,02	0,01
ESTÍPULAS	1	0,011	0,085	0,09
	2	0,088	0,094	0,128
	3	0,019	0,07	0,05
	4	0,009	0,037	0,149
	5	0,033	0,048	0,106
	6	0,05	0,121	0,161
DETRITOS	1	0,013	0,049	0,016
	2	0,037	0,021	0,186
	3	0,033	0,021	0,012
	4	0,015	0,013	0,031
	5	0,052	0,092	0,065
	6	0,105	0,049	0,026
TOTAL GERAL	1	1,273	0,829	0,842
	2	1,064	1,207	1,272
	3	1,059	2,555	1,053
	4	1,23	1,145	1,181
	5	1,34	1,189	0,974
	6	0,526	1,109	0,929

Tabela 6-3. Valores médios mensais ($\text{g/m}^2/\text{dia}$), acompanhados de desvio padrão (DP) para cada fração da serapilheira. Exemplo com seis cestas coletoras.

CESTAS FRAÇÃO	JULHO		AGOSTO		SETEMBRO	
	1		2		3	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
FOLHAS	0,496	0,239	0,784	0,234	0,686	0,095
FLORES	0,001	0,001	0	0	0	0
FRUT-PROP.	0,043	0,063	0,069	0,103	0,037	0,043
MADEIRA	0,078	0,129	0,202	0,414	0,011	0,017
ESTÍPULAS	0,035	0,03	0,076	0,031	0,114	0,041
DETRITOS	0,043	0,034	0,041	0,03	0,056	0,066
TOTAL GERAL	1,082	0,295	1,339	0,612	1,042	0,161

AUTORES

Renato de Almeida – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(autor para correspondência: renato.almeida.ufrb@gmail.com)

Elaine Bernini – Universidade Federal da Paraíba – UFPB

REFERÊNCIAS

- Almeida, R. 2005. *Dinâmica da Serapilheira e Funcionamento do Ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.
- Bernini, E.; Rezende, C.E. 2010. "Litterfall in a mangrove in Southeast Brazil". *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(4): 508-519.
- Clough, B.F. 1992. "Primary productivity and growth of mangrove forests". pp. 225-249. In: Robertson, A.I.; Alongi, D.M. (Eds.). *Tropical Mangrove Ecosystems. Coastal and Estuarine Series*. Washington: American Geophysical Union.
- Dittmar, T.; Hertkorn, N.; Kattner, G.; Lara, R.J. 2006. "Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans". *Global Biogeochemistry Cycles*, 20: 1-7.
- Donato, D.C.; Kauffman, J.B.; Murdiyarso, D.; Kurnianto, S.; Stidham, M.; Kanninen, M. 2011. "Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics". *Nature Geoscience*, 4(5): 293-297.
- Ellison, J.C. 2012. *Climate Change Vulnerability Assessment and Adaptation Planning for Mangrove Systems*. Washington, DC: World Wildlife Fund (WWF).
- Jennerjahn, T.C.; Ittekkot, V. 2001. "Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins". *Naturwissenschaften*, 89: 23-30.
- Pool, D.J.; Lugo, A.E. & Snedaker, S.C. 1975. "Litter production in mangrove forests of Southern Florida and Puerto Rico". pp. 213-237. In: Walsh, G.; Snedaker, S.C.; Teas, H. (Eds.). *Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves, Gainesville, 1975*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, v.1.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; Soares, M.L.G.; Tognella-de-Rosa, M. 2000. "Brazilian mangroves". *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3: 561-570.
- 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.
- Twilley, R.R. & Day, J.W. 1999. "The productivity and nutrient cycling of mangrove ecosystem". pp. 127-151. In: Yáñez-Arancibia, A. & Lara-Dominguez, A.L. (Eds.). *Ecossistemas de Manglar en America Tropical*. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA