

## ESTRUTURA ISOTÓPICA NA FLORESTA DE MANGUE NO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO SUL, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Rezende, C. E.; Bernini, E.; Santos, D. O.; Matos, T. B.; Ribas, L. M.; Salomao, M. S. M. B.; Camargo<sup>1</sup>, P. B.

Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Centro de Biociências e Biotecnologia (CBB), Laboratório de Ciências Ambientais (LCA), Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, Campos dos Goytacazes, RJ. 28.013-602 crezende@uenf.br.

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Ecologia Isotópica, Av. Centenário 303, Piracicaba, SP. 13.416-000.

### RESUMO

No manguezal do estuário do rio Paraíba do Sul - RJ, temos realizado vários estudos sobre a estrutura e o funcionamento deste ecossistema. No presente estudo apresentamos a análise da composição elementar e isotópica de componentes dos compartimentos biótico e abiótico da floresta.

**Palavras chave:** Ecologia, Composição Isotópica, Mangue.

### INTRODUÇÃO

A determinação da composição isotópica tem sido utilizada como uma ferramenta em estudos ecológicos e seu emprego tem aumentado ao longo das últimas décadas. Nas florestas de mangue a sua utilização deu início a partir da década de 80, com várias pesquisas abordando isoladamente alguns componentes dos compartimentos bióticos e abióticos com enfoques geoquímicos e ecológicos. O objetivo deste estudo é fazer um mapeamento abrangente da composição isotópica dos diversos compartimentos bióticos e abióticos de uma floresta de mangue composta por *Avicennia germinans* (L.) Stearn. (Ag), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (Lr) e *Rhizophora mangle* L. (Rm) no manguezal do estuário do rio Paraíba do Sul. Essa caracterização nos permitirá compreender como os processos de produção e mineralização e importação e exportação de material orgânico são refletidos na assinatura isotópica ao longo da ciclagem da matéria orgânica.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no manguezal de Gargaú, situado no estuário do rio Paraíba do Sul, no município de São Francisco do Itabapoana, RJ (21°36'00"S e 41°03'00"W). Nesta floresta amostras dos tecidos foliares (folhas senescentes e serrapilheira) e radiculares (raízes finas e grossas) das três espécies (*A. germinans*, *L. racemosa* e *R. mangle*) e sedimentos foram analisadas. O material coletado foi submetido à secagem até peso constante (80°C/~72 h) e, posteriormente, triado. As análises da composição elementar e isotópica foram realizadas por espectrometria de massa (ThermoQuest Finnigan Delta Plus acoplado a CHN Ceintruments 1110) no Laboratório de Ecologia Isotópica no CENA-USP.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos princípios fundamentais para utilização da razão entre elementos como traçadores de fontes e processos internos nos ecossistemas é a conservação desta razão ou então, se ter o conhecimento de como estas alterações se processam sob diferentes condições de meio ao longo do tempo. Inicialmente, realizamos a caracterização elementar e isotópica das principais fontes de matéria orgânica da biomassa aérea e subterrânea na floresta de mangue (Tab. 1). A composição elementar das folhas e raízes finas foram similares para todas as espécies, com a razão elementar C:N variando entre •30 e •40 para as folhas e raízes finas, enquanto as raízes grossas apresentara-se comparativamente empobrecidas em nitrogênio (razão elementar C:N • 60-85). Já a composição isotópica do C e N foram levemente diferentes para cada componente analisado e ficaram mais pesados na seguinte ordem: folhas→raízes finas→raízes grossas em todas espécies, exceto para o •<sup>13</sup>C em que ficou mais leve na sequência listada acima.

O diagrama da variação da composição isotópica criado a partir de um experimento convencional de decomposição do tecido foliar mostra claramente a tendência similar em todas as espécies estudadas, onde o  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  ficam mais leves do início (1º dia) para o fim (183º dia) do experimento sendo esta mudança atribuída ao enriquecimento de compostos estruturais tais como a lignina (Fig. 1). A variabilidade do  $\delta^{15}\text{N}$  no experimento de decomposição para as espécies estudadas ficou abaixo de 25% {Ag= 5% (0 a 9%); Rm= 12% (3 a 18%) e Lr= 10% (1 a 23%)}, enquanto  $\delta^{13}\text{C}$  ficou próximo a 1‰ para todas espécies, variando entre <1 a 3‰. Outro resultado consistente é que ao longo do processo de decomposição os sinais isotópicos das diferentes espécies não se sobrepõem, facilitando assim o seu uso para os estudos biogeoquímicos.

Tabela 1: Composição elementar e isotópica dos componentes bióticos vegetais.

<i>Avicennia germinans</i>	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
Folhas Adultas	34,5±3,6	-27,13±0,45	8,24±0,04
Raízes Finas	28,8±3,4	-27,39±0,22	6,66±0,44
Raízes Grossas	60,6±28,5	-27,80±0,60	6,15±0,64
<i>Rhizophora mangle</i>	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
Folhas Adultas	41,3±1,0	-28,65±0,37	7,43±0,13
Raízes Finas	30,4±3,8	-27,33±0,39	6,51±0,92
Raízes Grossas	83,8±16,9	-26,68±0,37	6,69±0,68
<i>Laguncularia racemosa</i>	C/N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
Folhas Adultas	33,1±7,9	-28,99±0,46	8,48±0,39
Raízes Finas	41,5±2,9	-28,16±0,51	6,52±1,70
Raízes Grossas	78,0±17,5	-27,89±0,69	5,63±1,40

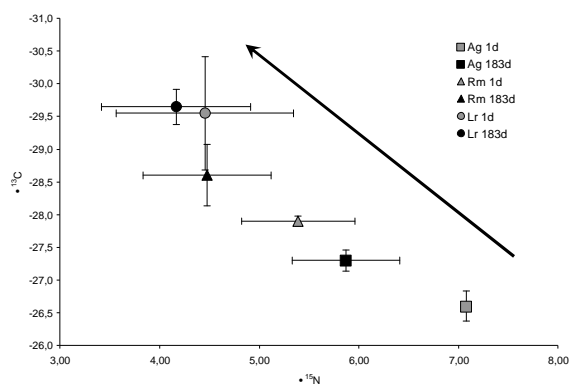


Figura 1: Diagrama de variação da composição isotópica do carbono e nitrogênio em um experimento de decomposição. Os símbolos de cor cinza representam o início do experimento (1d) e os símbolos pretos final do experimento (183d).

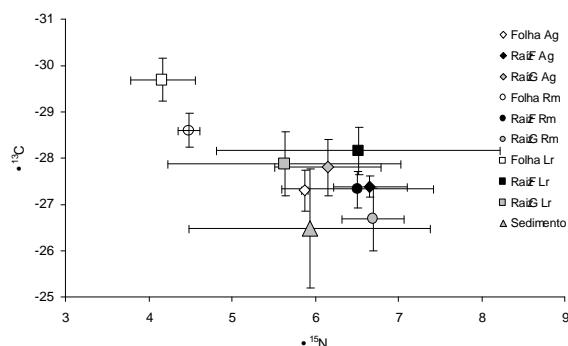


Figura 2: Relação entre as composições isotópicas de C e N no sedimento e nos componentes do compartimento biótico.

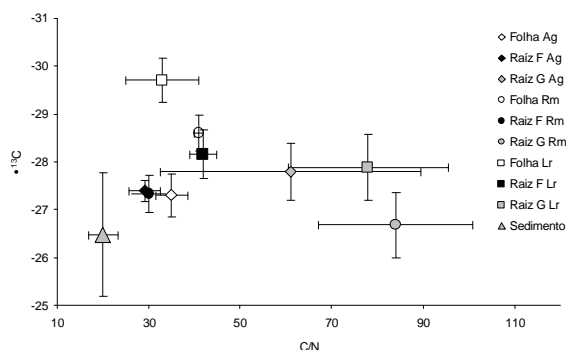


Figura 3: Relação entre a composição isotópica do C e a razão C/N, por peso, no sedimento e nos componentes do compartimento biótico.

A composição isotópica do C e N nos sedimentos da floresta {-26,48‰ (-28,2 a -24,3‰) e 5,94 (3,67 a 7,67‰), respectivamente} retrata o complexo grau de mistura entre as diferentes fontes listadas na Tabela 1 e Figura 1. Além disso, revela a contribuição de outra importante fonte de matéria orgânica para os sedimentos estocados no manguezal. Pode-se notar o  $\delta^{13}\text{C}$  do sedimento é inferior a todas as fontes autóctones de matéria orgânica (Fig. 2) e assemelha-se ao  $\delta^{13}\text{C}$  das folhas de Ag. A razão C:N no sedimento também é inferior a encontrada nos tecidos vegetais (Tab. 1). O manguezal recebe aporte externo de materiais de materiais ( $\delta^{13}\text{C}=-21,87\text{‰}$ ,  $\delta^{15}\text{N}=7,78\text{‰}$  e razão C:N=10,8) oriundos de toda a bacia de drenagem do rio Paraíba do Sul, que são parcialmente retidos no estuário e no manguezal, que atuam como uma barreira biogeoquímica. Neste sentido, vários esforços tem sido realizados por pesquisadores visando a elucidação da contribuição percentual de cada fonte, mas este tipo de abordagem muitas vezes fica comprometida devido a proximidade das assinaturas isotópicas (Rezende *et al*, 1990; Dittmar *et al*, 2001). Assim, uma das formas de abordar o problema é apenas sinalizar para as diferentes contribuições utilizando-se de várias ferramentas geoquímicas (Fig. 2 e Fig. 3). Nestas figuras

podemos observar que algumas componentes apresentam maior variabilidade do que outras, a saber: raízes, finas e grossas, e sedimentos são mais variáveis do que as folhas. Além do que, assumindo os sedimentos como integradores dos processos de superfície espera-se que a proximidade entre fontes e depósitos indique os principais contribuidores na formação dos depósitos orgânicos sedimentares. A produtividade subterrânea está intimamente associada a atividade fotossintética e ao metabolismo primário vegetal, no entanto, existe uma carência de informações sobre a taxa de crescimento e produção de raízes finas e grossas. Por outro lado, as poucas informações disponíveis sobre o compartimento subterrâneo estão restritas a biomassa subterrânea e mostram uma contribuição das raízes na biomassa total de  $47 \pm 9,2\%$  variando de 33 a 62% dependendo da espécie e das condições ambientais onde a floresta está se desenvolvendo e, portanto, sob diferentes condições de estresses naturais.

Uma informação fundamental para o entendimento do funcionamento do ecossistema de mangue é o conhecimento da estrutura da floresta. Com esta perspectiva o nosso grupo tem abordado diferentes aspectos da estrutura e o manguezal estudado possui os seguintes valores de dominância em área basal (**AB**) e densidade relativa (**DR**) das espécies: **AB** Ag = 53%; Lr = 28% e Rm = 19% e **DR** Lr = 57%; Ag = 35% e Rm = 9% e a produção de serrapilheira a seguinte distribuição: Rm =  $14,6 \pm 0,16 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ; Ag =  $12,5 \pm 0,12 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e Lr =  $12,3 \pm 2,39 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  segundo Bernini & Rezende (Dados apresentados no CBO, 2008). As folhas serrapilheira também foram analisadas ao longo de um ano quanto à composição isotópica de carbono e nitrogênio. Os resultados mostram uma baixa variabilidade para os dois elementos (C=1% e N<11%). A densidade dos sedimentos foi de  $0,68 \pm 0,13 \text{ g.cm}^{-3}$ , a área superficial de  $22,1 \pm 8,0 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$  e a densidade de raízes nos perfis até 70 cm de profundidade foi de  $34,5 \pm 25,9 \text{ mg.cm}^{-3}$  (Santos, 2004). Retornando aos diagramas apresentados nas Figuras 2 e 3, notamos que as raízes, finas e grossas, assim como as folhas de Ag apresentam uma forte associação com os sedimentos, refletindo no caso das folhas a maior área basal desta espécie na formação da estrutura da floresta assim como a sua segunda posição na densidade relativa.

Com os dados acima podemos fazer uma estimativa inicial da contribuição da matéria orgânica do RPS para o total estocado nos sedimentos superficiais do mangue. Para esse cálculo inicial iremos considerar o aporte de folhas para a superfície dos sedimentos e fazendo uma média (ponderada pela área basal) do  $\delta^{13}\text{C}$  das folhas das três espécies estudadas a matéria orgânica produzida na floresta de mangue possui uma assinatura isotópica de carbono igual a -27,92‰. Utilizando-se o modelo de misturas de duas fontes, pudemos estimar a contribuição da matéria orgânica oriunda do RPS como sendo de 24%.

## CONCLUSÕES

O uso combinado da composição elementar e isotópica do carbono e nitrogênio possibilitou caracterizar alguns processos do funcionamento da floresta de mangue tais como a liberação preferencial do  $^{15}\text{N}$  e  $^{13}\text{C}$  representada no diagrama de decomposição das três espécies e demonstrar que a contribuição da biomassa subterrânea na formação dos depósitos sedimentares deve ser aprofundada de forma que em breve consigamos discriminar adequadamente as diferentes contribuições dos tecidos vegetais (ex.: folhas, galhos, raízes finas e raízes grossas).

## AGRADECIMENTOS

Aos técnicos Ivanilton Ribeiro da Silva e Antônio Carlos O. Pessanha e aos motoristas da UENF, pelo apoio nos trabalhos de campo; à UENF pela bolsa de doutorado concedida à segunda autora; ao Laboratório de Ciências Ambientais da UENF, pela infra-estrutura fornecida para o desenvolvimento do trabalho. Carlos Eduardo Rezende recebe apoio financeiro do CNPq (306.188/2004-0) e este estudo faz parte do Instituto do Milênio Estuários: Transferência de Materiais na Interface Continente – Oceano (Proc. 420.050/2005-1).

## REFERÊNCIAS

REZENDE, C.E.; LACERDA, L.D.; OVALLE, A.R.C.; SILVA, C.A.R. & MARTINELLI, L.A. 1990. Nature of POC transport in a mangrove ecosystem: A carbon stable isotopic study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 30: 641 – 645.

DITTMAR, T.; LARA, R.J. & KATTNER, G. 2001. River or Mangrove? Tracing major organic matter sources in tropical Brazilian coastal waters. *Marine Chemistry*, 73: 253 – 271.

SANTOS, D.O. 2004. Biogeoquímica da matéria orgânica e suas relações com as matrizes sedimentares em um ecossistema de manguezal no delta do rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação de Biociências, Área de Concentração em Ciências Ambientais, 151pp.