

RELAÇÃO ENTRE GRADIENTE VEGETACIONAL E ATRIBUTOS DO SOLO EM BOSQUES DE MANGUE DO FURO GRANDE, BRAGANÇA - PA

Ederly Santos Silva¹
Marcus Emanuel Barroncas Fernandes¹

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise das relações entre um gradiente de vegetação característica de manguezal e as variáveis do solo sob essa vegetação. O trabalho de campo foi realizado no Furo Grande, Bragança-PA, onde os atributos estruturais desses bosques e as propriedades físico-químicas do solo foram mensurados. Apenas duas espécies foram registradas na área de estudo: *Rhizophora mangle* e *Avicennia germinans*, totalizando 1.211 indivíduos. A análise de componentes principais (ACP) mostrou que os primeiros cinco componentes explicam 89,2% das variações dos atributos do solo, indicando um ambiente salino e rico em nutrientes, sendo C, Argila, Al, Ca e N, as variáveis mais importantes, considerando os resultados da análise de regressão. A variável biótica Dominância confirmou a formação de bosques quase puros nos sítios #01 e #02, sendo o Sítio#03 um bosque misto. No entanto, a análise dos atributos físico-químicos não gerou um mosaico de solo relacionado aos padrões vegetacionais. Tal dissociação entre o mosaico de vegetação e o de solo parece estar associada, tanto ao tamanho da área estudada (1 ha) e a outras variáveis abióticas não mensuradas neste estudo, quanto ao fato desse padrão vegetacional ser apenas considerado como um resultado de competição interindividual.

Palavras chave: vegetação, solo, manguezal, Bragança, Pará.

ABSTRACT

Relationships between vegetation gradient and soil attributes in mangrove stands at the Furo Grande, Bragança-PA

This work presents an analysis of the relationships between the vegetation gradient of mangrove and soil variables. The fieldwork was carried out at the Furo Grande, Bragança-PA, where structural attributes of this vegetation and physical and chemical soil properties were measured. Only two species were recorded in the study area: *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans*, totalizing 1211 individuals. The principal component analysis (PCA) showed that 89,2% of the soil attribute variations were explained by the first five components, indicating a saline and nutrient rich environment, being C, Clay, Al, Ca, and N, the most important variables regarding the regression analysis' results. The biotic variable Dominance confirmed the formation of almost pure stands at the sites #01 and #02, being Site#03 a mixed one. However, the analysis of the physical and chemical attributes did not generate a soil mosaic related to the vegetation patterns. Such dissociation between the vegetation and soil mosaic seems to be associated, either with the size of the study area (1 ha) and with other abiotic variables not measured in this study or even with the fact of this vegetation pattern be only considered as a result of interindividual competition.

Key words: vegetation, soil, mangal, Bragança, Pará.

¹ Laboratório de Ecologia de Manguezal, Campus de Bragança, Universidade Federal do Pará, Alameda Leandro Ribeiro s/n, Aldeia, Bragança, Pará. CEP: 68.6000-000. E-mails: ederly.silva@bol.com.br e mebf@ufpa.br, Fone: (091) 3425 1209 - Fax: (091) 3425 1593.

INTRODUÇÃO

As florestas de mangue se desenvolvem sobre solos caracterizados por uma grande variabilidade granulométrica de sedimentos, o que tem aumentado o interesse de pesquisadores a respeito da relação dessa vegetação com as propriedades físico-químicas do solo (Ukpong, 1994; 1997; Ukpong & Areola, 1995).

A alta adaptabilidade das espécies botânicas do manguezal e a grande variação das condições ambientais parecem ser fatores-chave para a distribuição, estrutura e desenvolvimento dessa vegetação (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1993). Muito embora o manguezal apresente uma baixa diversidade de espécies vegetais, é notório que o manguezal apresenta uma grande variação na sua composição paisagística, o que segundo Ukpong (1995) parece estar relacionada com determinadas características dos sedimentos dos solos nesse ecossistema.

A península de Ajuruteua, no município de Bragança-PA, é caracterizada por manguezais bem desenvolvidos, cortados por vários canais de marés, que ligam a floresta com o estuário do rio Caeté e a baía de Maiaú (Cohen *et al.*, 1998). Essa região também apresenta grandes variações na composição dos seus bosques de mangue. No Furo Grande, por exemplo, as espécies vegetais características, *Rhizophora mangle* e *Avicennia germinans*, formam bosques quase puros e bosques mistos, dentro de apenas um hectare. Tais variações refletem essa diversidade paisagística do manguezal, cuja origem pode estar diretamente associada às condições edáficas locais.

Assim, este trabalho pretende estudar os diferentes bosques de mangue no Furo Grande, no intuito de avaliar se as diferentes paisagens vegetacionais estão relacionadas com a presença de um mosaico de solo, onde essa vegetação está estabelecida.

MATERIALE MÉTODOS

Área de estudo

Este trabalho foi realizado no Furo Grande, na península bragantina, entre as coordenadas 00°50'19,5"S e 46°38'14,9"W (Figura 1).

A região é caracterizada por manguezais bem desenvolvidos, com árvores cuja altura alcança até 25 m, além de ser entrecortada por alguns pequenos

canais (*creeks*) que acompanham o nível da maré, funcionando, assim, como uma porta de entrada para o aporte de nutrientes oriundo das massas de águas costeiras da baía do Caeté (Wolff *et al.*, 2000).

O regime das marés é semidiurna, com subida e descida ocorrendo duas vezes ao dia durante um período de aproximadamente 6,2 h, além de apresentar um sistema de macromarés (4-5 m de altura máxima) com o ciclo total de 24,5 h (Schweudenmann, 1998). Segundo Figueira (2002), a temperatura do ar permanece entre 25 e 30 °C ao longo do ano. O mesmo ocorrendo para os valores de pH que oscilam entre 6 e 7. A salinidade apresenta maior flutuação atingindo valores de 5 a 35.

As florestas de mangue são inteiramente inundadas apenas nas marés de sizígia, enquanto os pequenos canais e furos dos manguezais são alagados diariamente. A energia das marés altas e as fortes correntes, especialmente durante as marés de sizígia, carregam grande quantidade de sedimento, especialmente nas partes externas do estuário (Wolff *et al.*, 2000). No estuário e nos canais com maiores marés, a velocidade das correntes alcança valores máximos de aproximadamente 1,5 ms⁻¹ durante as marés de sizígia (Cohen *et al.*, 1998).

Três sítios foram escolhidos com base na sua formação vegetal: Sítio#01 - um bosque misto constituído por *R. mangle* e *A. germinans*; Sítio#02 - um bosque quase puro de *A. germinans* e Sítio#03 - um bosque quase puro de *R. mangle*.

Estudo da vegetação

Os métodos utilizados para estimar os parâmetros estruturais foram descritos por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986). Vinte e cinco parcelas de 20x20 m, totalizando um hectare foram utilizadas. Em cada parcela foram medidas todas as árvores com o mínimo de 10 cm de Circunferência à Altura do Peito (CAP), depois transformada em Diâmetro à Altura do Peito (DAP), além de serem também medidas a Altura Total (AT) e a Largura da Copa (LC).

Os dados obtidos serviram como base para a estimativa dos seguintes parâmetros estruturais: Frequência Relativa (FR), Densidade Relativa (DeR), Dominância Relativa (DoR), Valor de Cobertura (VC) = DeR + DoR e Valor de Importância (VI) = FR + DeR + DoR.

Estudo do solo

Em cada parcela, onde o estudo da vegetação

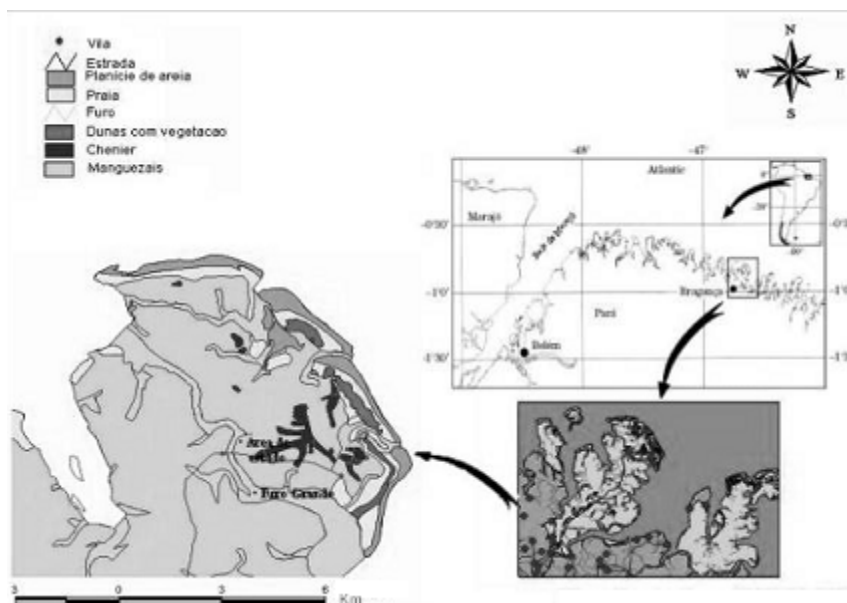


Figura 1 - Mapa da planície de Ajuruteua ilustrando a localização da área de estudo às margens do Furo Grande, Bragança-PA. uro Grande, Bragança-PA.

foi realizado, foram coletadas duas amostras de solo de 20 cm de profundidade, perfazendo 50 amostras. A partir de cada amostra foram analisadas as seguintes variáveis: granulometria (% de areia, silte e argila), matéria orgânica, umidade, macro e micronutrientes. Na análise granulométrica foram determinadas frações grosseiras e finas do solo, de acordo com Suguio (1973). Para a quantidade de macronutrientes (P, K, Na, Ca, Mg e Al^{3+}) e micronutrientes (Cu, Fe e Zn) foram utilizados os métodos descritos na Tabela 1, através de um Espectrofotômetro de Emissão Atômica por Plasma Indutivamente Acoplado, no Laboratório de Solos da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Por último foi criada uma variável chamada "Solo", que é a classificação textural do solo de cada parcela estudada, através das classes descritas a partir da proporção de areia, silte e argila (Foth & Turk, 1972).

Análise de dados

Os dados brutos foram testados quanto à sua distribuição através do teste de Lilliefors (Ayres *et al.*, 2003). A técnica *Draftsman Plot* foi utilizada para testar a colinearidade entre as variáveis abióticas (propriedades físico-químicas do solo). As variáveis que apresentaram valores de correlação acima de

0,95 foram eliminadas (ex. $H+Al^{3+}$ e Solo), indicando colinearidade, sobrando 15 variáveis para interpretar a correlação dos dados abióticos. A técnica RELATE foi utilizada para testar a correlação entre essas variáveis abióticas, através do pacote estatístico PRIMER v5 (Clarke & Gorley, 2001). Em seguida, utilizando o mesmo programa estatístico, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) para explorar as correlações entre essas variáveis, além de proceder à análise não-métrica de Escalonamento Multi-Dimensional (EMD), de forma complementar à análise ACP. A análise não-métrica foi realizada tanto para os dados abióticos quanto para os bióticos, permitindo a interpretação da estrutura dos dados, não havendo distinção no que diz respeito às variáveis serem dependentes ou independentes. Para as variáveis bióticas foi utilizada a distância euclidiana normalizada, a partir dos dados padronizados e transformados pelo Log ($x+1$). Para as variáveis abióticas foi usado o índice de Bray-Curtis, a partir dos dados não padronizados e transformados pela Raiz Quarta (PRIMER v5 - Clarke & Gorley, 2001).

Por fim, utilizou-se a análise de Regressão Linear Múltipla, sendo os dados de dominância usados como variável dependente e os dados abióticos como as variáveis independentes. Esta análise foi realizada no programa Statistica 5.1 (StatSoft Inc., 1996).

Tabela 1. Métodos utilizados para as análises físico-químicas do solo. Os métodos seguem os protocolos descritos pela EMBRAPA.

| Umidade | Método de Brower & Zar (1977) |
|---|--|
| Nitrogênio total | Digestão em ácido sulfúrico e destilação com NaOH e ácido bórico |
| Relação C/N | Cálculo C/N (g/kg) |
| PH em água | 1: 2,5 (10 ml solo para 25 ml de água destilada) |
| Cálcio | Extração com cloreto de potássio pH = 7.0 |
| Magnésio | Extração com cloreto de potássio pH = 7.0 |
| Alumínio | Extração com cloreto de potássio pH = 7.0 |
| Sódio | Extração com solução Mehlich |
| Potássio | Extração com solução Mehlich |
| Fósforo | Extração com solução Mehlich |
| Acidez (H+Al ³⁺) | Extração com acetato de cálcio pH = 7.0 |
| S (Soma das bases) | Cálculo dos elementos: Ca, Mg, Na e K |
| T (CTC) | Cálculo (Capacidade de troca de cátions) |
| 100.A ³⁺ /Al ³⁺ + S | Cálculo (Porcentagem de saturação de alumínio) |
| Cu, Mn, Fe e Zn | Método de Mehlich |

RESULTADOS

Vegetação

Foram medidas 1.211 árvores, pertencentes a duas espécies: *R. mangle* e *A. germinans*. No Sítio#01, constituído basicamente de *A. germinans*, foram mensurados 255 indivíduos dessa espécie (93,07%) e 19 de *R. mangle* (6,93%), totalizando 274 árvores. O Sítio#02, composto principalmente por *R. mangle*, apresentou um total de 382 árvores dessa espécie (90,31%) e 41 de *A. germinans* (9,69%), perfazendo um total de 423 indivíduos. Já o Sítio#03 apresentou 269 árvores de *A. germinans* (52,33%) e 245 de *R. mangle* (47,67%), totalizando 514 indivíduos.

Em geral, a Frequência Relativa (FR) das espécies botânicas em todos os sítios apresentou valores semelhantes, ou seja, *R. mangle* e *A. germinans* foram registradas pelo menos uma vez em cada parcela, com exceção do Sítio#01 que apresentou 46,67% para a primeira espécie e 53,33% para a segunda (Tabela 2).

A. germinans mostrou o maior valor de dominância e densidade (52,3% e 68,6%, respectivamente) nos três sítios estudados, sendo os indivíduos desta espécie os mais altos e com maior área basal (Tabela 2). A mesma tabela mostra que o Valor de Cobertura (VC) e o Valor de Importância (VI) foram mais representativos

para *A. germinans* nos sítios #01 e #03 (VC-179,3% e VI-233,3% e VC-120,9% e VI-170,9%, respectivamente).

O solo

As variáveis físico-químicas do solo apresentaram alta correlação entre si de acordo com a análise feita com a técnica RELATE (R = 0,142; p<0,01). Na Análise de Componentes Principais (ACP) foram obtidos cinco componentes que explicam 89,2% das variações dos atributos do solo (Tabela 3). No primeiro componente foram computados valores mais altos para as variáveis Ca e Mg, além de mais três variáveis físicas: Eh, Salinidade e Argila. A correlação positiva entre essas variáveis sugere um gradiente que caracteriza um solo salino e retentor de macronutrientes. No segundo e terceiro componentes, os macronutrientes mais importantes (K e Na, respectivamente) apresentaram correlação negativa com a variável Areia, indicando a pouca relação desta última variável com a retenção desses nutrientes. Já o quarto e quinto componentes apresentaram correlação positiva entre as taxas de C e de Matéria Orgânica (MO) com a variável granulométrica Silte, indicando um gradiente de solos ricos em silte, os quais são bons retentores de matéria orgânica.

Tabela 2. Valores estimados para os parâmetros estruturais da vegetação dos três sítios no Furo Grande, Bragança, Pará. FR = Frequência Relativa, DeA = Densidade Absoluta, DeR = Densidade Relativa, DoA = Dominância Absoluta, DoR = Dominância Relativa, VC = Valor de Cobertura e VI = Valor de Importância. Rh = *Rhizophora mangle*, Av = *Avicennia germinans* * = esta área possui 0,36 ha.

| Sítios | Altura | | FR | | DeA | | DeR | | DoA | | DoR | | VC | | VI | |
|--------------------|------------|-------------|-------|-------|--------------|--------------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | (m) | | % | | Ind. 0,32ha | | % | | nr. 0,32ha | | % | | % | | % | |
| | Rh | Av | Rh | Av | Rh | Av | Rh | Av | Rh | Av | Rh | Av | Rh | Av | Rh | Av |
| Sítio#01 | 11,3 | 10,5 | 46,7 | 53,3 | 9 | 255 | 6,9 | 93,1 | 1,0 | 6,2 | 13,8 | 86,2 | 20,7 | 179,3 | 67,4 | 233,3 |
| Sítio#02 | 8,7 | 11,0 | 50 | 50 | 382 | 41 | 90,3 | 9,7 | 6,4 | 1,4 | 81,9 | 18,1 | 172,2 | 27,8 | 22,2 | 77,8 |
| Sítio#03 * | 8,6 | 11,9 | 50 | 50 | 245 | 269 | 47,7 | 52,3 | 3,1 | 6,9 | 31,4 | 68,6 | 79,1 | 120,9 | 129,1 | 170,9 |
| Furo Grande | 9,5 | 11,1 | ----- | ----- | 215,3 | 188,3 | ----- | ----- | 3,5 | 4,8 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

Tabela 3. Coeficientes das combinações lineares entre as variáveis que formam os cinco componentes principais da análise entre os parâmetros abióticos das amostras de solo do Furo Grande, Bragança-Pará. C1 até C5=Componentes; MO=Matéria Orgânica; % Var. Cum.=Porcentagem da Variação Cumulativa.

| Variáveis | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ca | -0,321 | -0,255 | 0,056 | 0,099 | -0,027 |
| Mg | -0,339 | -0,136 | 0,135 | -0,073 | 0,124 |
| Na | 0,016 | 0,101 | 0,661 | 0,095 | -0,521 |
| K | -0,244 | -0,388 | -0,064 | 0,214 | -0,037 |
| Al | -0,267 | -0,301 | -0,129 | -0,033 | -0,219 |
| P | -0,277 | 0,261 | 0,018 | 0,097 | -0,322 |
| N | -0,247 | -0,292 | -0,042 | 0,023 | 0,255 |
| Eh | -0,341 | 0,167 | -0,0116 | -0,01 | -0,135 |
| pH | -0,309 | 0,307 | -0,025 | 0,065 | -0,081 |
| C | -0,109 | -0,077 | 0,006 | -0,932 | -0,093 |
| Salinidade | -0,332 | -0,013 | -0,154 | 0,127 | 0,075 |
| MO | -0,103 | 0,3 | 0,334 | 0,03 | 0,65 |
| Areia | -0,082 | 0,417 | -0,515 | 0,047 | -0,126 |
| Silte | -0,25 | 0,342 | 0,029 | -0,163 | 0,106 |
| Argila | -0,316 | 0,047 | 0,32 | -0,016 | 0,078 |
| Eigenvalues | 7,1 | 2,9 | 1,4 | 1 | 1 |
| % Variação | 47,5 | 19,6 | 9,4 | 6,6 | 6,1 |
| % Var. Cum. | 47,5 | 67,1 | 76,6 | 83,2 | 89,2 |

Relação entre solo e vegetação

O resultado da análise de Escalonamento Multi-Dimensional (EMD) para as variáveis bióticas confirmou a tendência de formação de bosques puros nos sítios #01 e #02, enquanto que no Sítio#03 de bosque misto (EMD, stress = 0,01 - Figura 2).

Esta mesma análise para os dados bióticos demonstrou um padrão similar de correlação ao longo das 25 parcelas estudadas (EMD, stress = 0,15). As variáveis granulométricas, por exemplo, apresentaram um padrão de distribuição mais uniforme para Silte, sendo os maiores valores concentrados nos sítios #02

(dominado por *Rhizophora*) e #03 (misto), enquanto Argila apresentou maiores valores no Sítio#01 (dominado por *Avicennia*). A variável Areia, muito embora tenha pouca representatividade no solo do Furo Grande, mostrou maior porcentagem na primeira parcela do Sítio#01. Salinidade e Eh apresentaram o mesmo padrão de distribuição, enquanto o pH mostrou um padrão mais uniforme ao longo da área de estudo. Já o percentual de Matéria Orgânica, no entanto, apresentou padrão similar ao conjunto de variáveis que ela influencia (C, N e os macronutrientes), sendo as taxas de C as mais inferiores, com exceção da primeira parcela do Sítio#01 (Figura 3).



Figura 2. Representação gráfica das parcelas onde os indivíduos de *R. mangle* e *A. germinans* apresentaram os maiores valores percentuais de dominância para os três sítios de trabalho do Furo Grande, Bragança-PA. Parcelas de 1 a 8 = Sítio#01 (dominado por *A. germinans*); de 9 a 16 = Sítio#02 (dominado por *R. mangle*) e de 17 a 25 = Sítio#03 (misto). O tamanho dos círculos indica a ordem crescente dos valores de dominância.

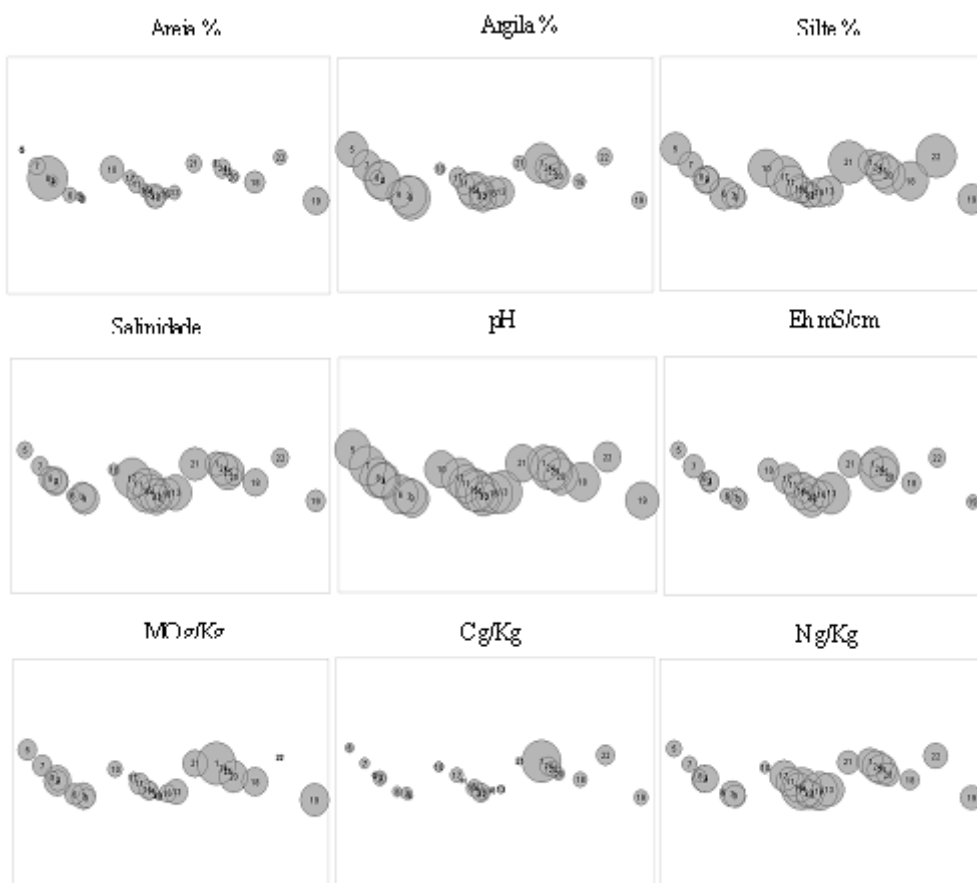
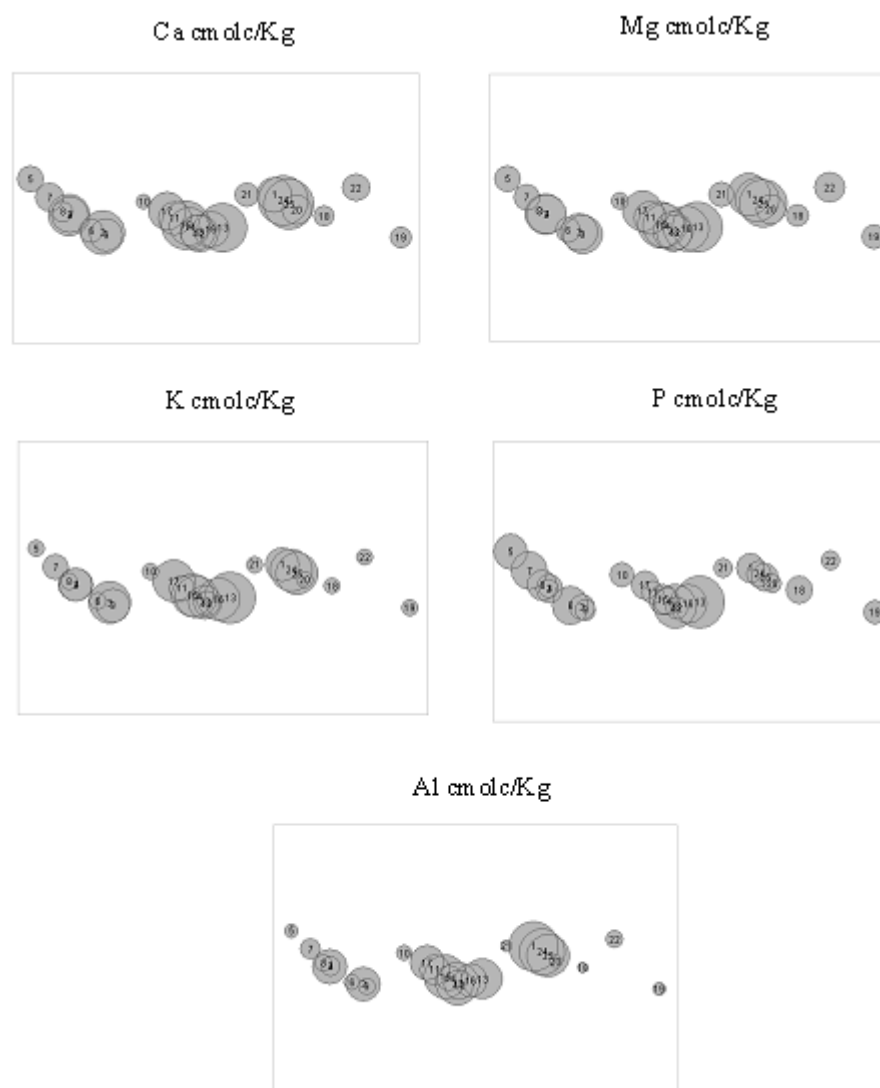


Figura 3. Representação gráfica da distribuição dos valores referentes às variáveis físico-químicas do solo nas parcelas dos três sítios de trabalho do Furo Grande, Bragança-PA. Parcelas de 1 a 8 = Sítio#01 (dominado por *A. germinans*); de 9 a 16 = Sítio#02 (dominado por *R. mangle*) e de 17 a 25 = Sítio#03 (misto). O tamanho dos círculos indica a ordem crescente dos valores de dominância.

Continuação da Figura 3.



A Análise de Regressão Múltipla mostrou que existem correlações significativas entre alguns atributos do solo e a variável biótica: dominância. Nas análises realizadas, tanto para *A. germinans* quanto para *R. mangle*, a correlação com as variáveis abióticas foi positiva e bastante significativa apresentando valores muito similares ($R^2=0,65$; $F=7,22$; $gl=5-19$; $p<0,001$). Os componentes abióticos que mais se destacaram, com valores mais altos de beta (β), nas análises para as duas espécies foram: *A. germinans* (Argila, $\beta=0,68$ e Ca, $\beta= -0,66$) e *R. mangle* (Argila, $\beta=-0,68$ e Ca, $\beta=0,67$) (Tabela 4). Não foram encontradas correlações significativas para os fatores abióticos Ca e N com relação à vegetação.

Tabela 4. Variáveis que apresentaram maiores valores de beta (β), incluindo o erro padrão do valor de beta (β) e a probabilidade, tanto para *A. germinans* quanto para *R. mangle*. *** = $p<0,001$; ** = $p<0,01$; * = $p<0,05$ e n.s.= não significativo.

| Variáveis | <i>A. germinans</i> | <i>R. mangle</i> | Erro Padrão de β | Nível de significância (α) |
|-----------|---------------------|------------------|------------------------|-------------------------------------|
| C | -0,59 | 0,59 | 13,7 | *** |
| Argila | 0,68 | -0,68 | 19,4 | ** |
| Al | 0,62 | -0,62 | 19,7 | * |
| Ca | -0,66 | 0,66 | 43,2 | ns |
| N | -0,33 | 0,33 | 17,5 | ns |

DISCUSSÃO

De acordo com alguns trabalhos realizados sobre a estrutura dos bosques de mangue na região amazônica, a paisagem formada pelo manguezal é principalmente dominada pelos gêneros *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia* (Almeida, 1996; Prost & Rabelo, 1996; Bastos & Lobato, 1996; Fernandes, 1997; Fernandes, 2002; Menezes *et al.*, 2003). No entanto, este último gênero não foi registrado no presente estudo, em função das parcelas serem abertas retirando o efeito de borda, às margens do Furo Grande, único local onde *L. racemosa* é encontrada.

Considerando os trabalhos que utilizaram o mesmo método de parcela para estudar os bosques de mangue no litoral paraense, os valores de densidade encontrados para o Furo Grande são equivalentes aos estimados para as praias do Crispim e Algodoal – nordeste do Pará (Bastos & Lobato, 1995), cujos valores atingem 595,2 e 364,8 ind.ha, respectivamente. Já os resultados produzidos para o Acarajó, Furo do Chato e Furo Grande – península de Ajuruteua, são inferiores aos aqui apresentados (195,2; 118,4; e 201,6 ind.ha, respectivamente). No entanto, os valores de dominância são similares, principalmente no Furo do Chato (9,7 m².ha) (Menezes *et al.*, 2003).

Esses parâmetros estruturais, principalmente o Valor de Importância, representam a arquitetura geral do bosque, onde as espécies dominantes são contempladas com os maiores valores, como é o caso dos sítios #01 e #02, enquanto o Sítio#03 apresentam uma característica de um bosque misto, com valores mais equilibrados. Fernandes (2002) também descreve valores bastante elevados para o VI de alguns sítios de trabalho (227 -Sítio#02 e 218 - Sítio#06), indicando a alta predominância dos gêneros *Rhizophora* e *Laguncularia*, respectivamente, nos sítios de manguezal estudados na Ilha de Maracá-AP.

De acordo com os resultados dos parâmetros estruturais do presente estudo, os sítios #01 e #02 podem ser considerados quase como bosques puros de *A. germinans* e *R. mangle*, respectivamente, sendo a presença de outras espécies bastante rara. Já o Sítio#03 possui uma característica bastante diferenciada apresentando percentuais equivalentes para as duas espécies de mangue. Este fato atesta a grande variação na

distribuição espacial dessas espécies, podendo isto ser decorrente da influência dos fatores abióticos locais, principalmente dos atributos físico-químicos do solo.

De maneira geral, os cinco fatores das correlações geradas na ACP explicam 89,2% da variação encontrada para os atributos do solo, indicando gradientes característicos de um solo salino e rico em nutrientes, que são retidos pela alta porcentagem de silte e argila.

Em suma, a análise de EMD evidenciou a separação entre as espécies ao longo da área de estudo, separando dois sítios dominados quase que exclusivamente por uma única espécie e um terceiro sítio dominado por ambas as espécies. No entanto, o mesmo não aconteceu quando da análise das variáveis abióticas, cujos resultados não conseguiram separar os sítios da mesma forma que a análise da vegetação, mostrando, ao contrário, que os dados abióticos não foram decisivos para definir a presença de uma determinada espécie botânica. Por outro lado, Fernandes (1997) mostrou que as espécies de *Rhizophora* tendem a se associar com solos mais ácidos do que *A. germinans*. Contudo, ainda é necessário traduzir a distribuição das espécies vegetais, em termos de distribuição de um mosaico de solos.

De fato, a alta correlação das variáveis bióticas com algumas variáveis abióticas, no presente estudo, não explica a razão pela qual as espécies botânicas estão separadas em diferentes bosques e de forma contígua. É importante ressaltar que a proximidade dos bosques talvez seja um fator a ser considerado, já que esta análise foi realizada em uma área de apenas um hectare, podendo os diferentes bosques ser um resultado da influência direta de outros fatores que não os edáficos. Por outro lado, diferentes parâmetros abióticos, que não foram incluídos no presente estudo, poderiam ajudar a definir a(s) causa(s) da formação deste mosaico na vegetação de mangue do Furo Grande. A inclusão de componentes influenciados pela dinâmica populacional, como por exemplo a competição interindividual, pode ser um dos fatores relevantes a ser considerado em uma análise posterior do complexo mosaico que são os manguezais da Amazônia brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M., AYRES-JR., M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2003. BioEstat 3.0 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, Belém-Pará.
- ALMEIDA, S. S. 1996. Estrutura e florística em áreas de manguezais paraenses: evidências da influência do estuário amazônico. *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi*. 8: 93 –100.
- BASTOS, M. N. C. & LOBATO, L. C. B. 1996. Estudos fitossociológicos em áreas de bosques de mangue na praia do Crispim e Ilha de Algodão – PA. *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi*. 8: 157-167.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. 2001. *Primer v.5., User manual / Tutorial*. Primer-E:Plymouth. 91 p.
- COHEN, M. C. L., LARA, R. J., RAMOS, J. F. DA F. & DITTMAR, T. 1998. Factors influencing the variability of Mg, Ca and K in waters of a mangrove creek, in Bragança, North Brazil. *Mangroves and Salt Marshes*. 44: 1-7.
- EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 2 ed. Rio de Janeiro. 212 p.
- FERNANDES, M.E.B. 1997. *The ecology and productivity of mangroves in the Amazon region, Brazil*. Tese de Doutorado. Universidade de York, Inglaterra. 214 p.
- FERNANDES, M.E.B. 2002. Structural analysis of *Rhizophora*, *Avicennia*, and *Laguncularia* forests on Maracá Island, Amapá, Brazil. In: *Neotropical Ecosystems. Proceedings of the German-Brazilian Workshop*, Hamburg 2000, GKSS-Geesthacht CD-ROM. R. Lieberei, H-K, Bianchi, V. Boehm, C. Reisdorff (eds.), p. 565 - 572.
- FIGUEIRA, E.A.G. 2002. Caracterização da Comunidade Macrobentônica dos manguezais do Furo Grande, Bragança, Pará. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança, Pará. 109 p.
- FOTH, H. D. & TURK, L. M. 1972. *Fundamentos of soil science*. Wiley & Sons, Inc. 454 p.
- MENEZES, M.P.M., BERGER, U., WORBES, M. 2003. Annual growth rings and long-term growth patterns of mangrove trees from the Bragança peninsula, north Brazil. *Wetlands Ecology and Management*. 11: 233-242.
- PROST, M.T.R.C. & RABELO, B.V. 1996. Variabilidade fito-espacial de manguezais litorâneos e dinâmica costeira: exemplos da Guiana Francesa, Amapá e Pará. *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi*. 8: 101-121.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN, G.M. 1986. *Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora*. Caribbean Ecological Research. 186 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN, G.M. 1993. Mangroves of arid environments of Latin America. In: H. Lieth and A. Al Masoom (eds), *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*, Vol 1, 107 - 116, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- SCHWENDENMANN, L. 1998. *Tidal and seasonal variations of soil and water properties in a Brazilian mangrove ecosystem*. Dissertação de Mestrado. University of Karlsruhe, Alemanha.
- STATSOFT. 1996. *Statistica for Windows*. In, Stat Soft., Tulsa.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Editora Edgar Blucher, Ltda/Edusp, São Paulo. 317 p.
- UKPONG, I. E. 1994. Soil-vegetation interrelationships of mangrove swamps as revealed by multivariate analyses. *Geoderma*. 64: 167-181.
- UKPONG, I. E. 1995. An ordination study of mangrove swamp communities in West Africa. *Vegetatio*. 116: 147-159.
- UKPONG, I. E. & AREOLA, O. O. 1995. Relationships between vegetation gradients and soil variables of mangrove swamps in southeastern Nigeria. *Afr. J. Ecol.* 33: 14–24.
- UKPONG, I. E. 1997. Vegetation and its relation to soil nutrient and salinity in the Calabar mangrove swamp, Nigeria. *Mangrove and Salt Marshes*. 1: 211-218.
- WOLFF, M.; KOCH, V. & ISAAC, V. 2000. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. *Estuarine Coastal Shelf Science*. 50: 789-803.

Distribuído em março de 2006.