



## TEOR DE MACRONUTRIENTES EM SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS: ILHA DE ITARANA E CUIARANA – PARÁ – BRASIL

André Matsumura Silva<sup>1</sup>, Raimundo Junior da Rocha Batista<sup>2</sup>, Tiago Ribeiro Rocha<sup>3</sup>,  
Cristine Bastos do Amarante<sup>4</sup>, Ewerton Henrique de Oliveira Falcão<sup>1</sup>

1. Graduandos em Engenharia Ambiental – Universidade do Estado do Pará  
(andre.matsumura@hotmail.com)

2. M.Sc.em Fitotecnia (Pesquisador) Museu Paraense Emílio Goeldi

3. Graduando em Engenharia Florestal – Universidade Federal Rural da Amazônia

4. Dr<sup>a</sup> em Engenharia Química – (Pesquisadora) Museu Paraense Emílio Goeldi  
Caixa Postal 66.077-830. Belém – Brasil

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo a determinação dos macronutrientes (Ca, Mg, Na, K e P) existentes nos sedimentos do manguezal da Ilha de Itarana (transecto 1) e de Cuiarana (transecto 2). As leituras de cálcio e magnésio foram feitas em Espectrômetro de absorção Atômica de Chama (FAAS), as de sódio e potássio em Fotômetro de Chama (CORNING 400) e as de fósforo em espectrofotômetro UV/vis DB 1880S (Spectro Vision). Os gêneros predominantes encontrados na área de estudo foram Rizophora, Avicenia e Lagunculária. O teor de nutrientes se deu de maneira crescente com o avançar de ambos os transectos, salvo algumas oscilações, enquanto que as leituras de pH diminuem com a profundidade. O transecto 1 foi o que apresentou as maiores concentrações médias de nutrientes: Ca (4,69 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Mg (15,12 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Na (2,31 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (0,42 cmolc.kg<sup>-1</sup>), P (29,50 mg.dm<sup>-3</sup>). No que se refere às concentrações máximas por intervalos de profundidade o transecto 2 foi o que apresentou maior estabilidade, tendo o ponto 6 agrupado os maiores valores do transecto 2: Ca (4,24 cmolc.Kg<sup>-1</sup>) e Mg (15,70 cmolc.Kg<sup>-1</sup>) na profundidade de 40-60 cm, e Na (2,05 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (0,38 cmolc.kg<sup>-1</sup>) e P (34,93 mg.dm<sup>-3</sup>) na profundidade de 0-5 cm. Os valores mais elevados de nutrientes ocorreram predominantemente nas profundidades em que o sódio se fez mais presente, sendo o ponto 1 (40-60 cm) do primeiro transecto e pontos 3 (10-20 cm), 4 (40-50 cm) e 5 (5-10 cm) do segundo transecto, os que obtiveram todos seus máximos valores em uma mesma faixa de profundidade. Conclui-se, portanto, que a proximidade da maré possibilitou maior acumulação de nutrientes no sedimento, o que acontece no transecto 1, ao passo que em áreas mais recuadas (transecto 2) a característica observada passou a ser a regularidade da distribuição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Macronutrientes, Manguezal, Transecto.

### CONCENTRATION OF MACRONUTRIENTS IN MANGROVE SEDIMENTS: ITARANA ISLAND AND CUIARANA – PARÁ - BRAZIL

#### ABSTRACT

This research aimed to find the concentration of macronutrients (Ca, Mg, Na, K e P)

within the sediments of Itarana Island's mangrove (transect 1), and within the sediments of Cuiarana's mangrove (transect 2). The readings of calcium and magnesium were made in a Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS), the readings of sodium and potassium were made in a Flame Photometer (CORNING 400), and the readings of phosphorus were made in a Spectrophotometer UV/vis DB 1880S (Spectro Vision). The predominant plant genera found in the study area are *Rizophora*, *Avicenia* and *Lagunculária*. The found concentration of nutrients increases along both the transects, except from some variations. Unlike the nutrient concentrations, the pH readings decrease with depth. The transect 1 presented the highest average concentrations of nutrients: Ca (4,69 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Mg (15,12 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Na (2,31 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (0,42 cmolc.kg<sup>-1</sup>), P (29,50 mg.dm<sup>-3</sup>). With regards to the maximum concentrations of nutrients per depth interval, the transect 2 is the more uniform and its point 6 is the one with highest concentrations: Ca (4,24 cmolc.Kg<sup>-1</sup>) e Mg (15,70 cmolc.Kg<sup>-1</sup>) within the depth range of 40-60cm, and Na (2,05 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (0,38 cmolc.kg<sup>-1</sup>) e P (34,93 mg.dm<sup>-3</sup>) within the depth range of 0-5cm. The highest nutrient concentrations occurred predominantly at depths where the sodium concentrations were higher, being the point 1 (40-60 cm) of the transect 1 and the points 3 (10-20 cm), 4 (40-50 cm) and 5 (5-10 cm) of the transect 2 those with all maximum values of nutrient concentration at the same depth range. In conclusion, it can be stated that the tides have enabled higher accumulation of nutrients within the mangrove sediments as in transect 1, and that in inland areas the observed characteristic is the regular distribution of nutrients along the depth increase, as in transect 2.

**KEYWORDS:** Macronutrients, Mangrove, Transect.

## INTRODUÇÃO

Manguezal designa a comunidade vegetal que se estende ao longo da zona costeira, exposta a processos de transição de inundações devido à atuação das marés (HERZ, 1991). Em 2000 estimou-se a área total dos manguezais pelo mundo em torno de 137.760 km<sup>2</sup> em 118 países (GIRI et al., 2011). As florestas de manguezais encontram-se preferencialmente próximo à Linha do Equador, com a maior percentagem entre os 5° N e 5° S de latitude (MORRISEY et al., 2010; FRIESS et al., 2012).

Os manguezais fornecem um ambiente ecológico singular para diversidades de fauna e flora, que representam relativamente complexas teias alimentares com intrincadas relações com habitats vizinhos (KATHIRESAN & BINGHAM, 2001; NAGELKERKEN et al., 2008). Sem falar na importância ecológica e socioeconômica para as populações adjacentes, quanto a recursos alimentares e geração de renda por meio do turismo e da pesca (NAGELKERKEN et al., 2008; ISLAM & IKEJIMA, 2010; MORRISEY et al., 2010).

A zona costeira brasileira, apesar de seu rico ecossistema, e mesmo já tendo sido definida pela Constituição Federal como patrimônio nacional, ainda encontra-se bastante suscetível à ocupação urbana desregrada ou por poluentes dela originada (FREITAS, 2005). Este ecossistema age como filtro biológico, berçário natural, proteção da costa litorânea de erosões e é fonte de recursos naturais para as comunidades costeiras (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; PROST & LOUBRY, 2000).

Os bosques de mangue também contribuem na estabilização da costa e desempenham um importante papel na exportação do carbono e nutrientes para a zona costeira e oceanos (KRISTENSEN et al., 2008; ADAME & LOVELOCK, 2011).

Apesar de o manguezal apresentar uma baixa diversidade de espécies

vegetais, observa-se que há uma grande variação na composição de sua paisagem, podendo esta ter relação com características específicas existentes nos sedimentos dos solos desse ecossistema (UKPONG, 1995).

A distribuição heterogênea das diferentes espécies vegetais de mangue é denominada zonação (SOARES, 1995). Inúmeros são os fatores que exercem influência nesta organização espacial, a sazonalidade (OLIVER, 1992), salinidade, maré e tipo de substrato (SOARES, 1995), temperatura, quantidade/distribuição de matéria orgânica no solo e intensidade e distribuição das chuvas (ALONGI et al., 2000).

Segundo SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRON (1986) a idade e o amadurecimento do ecossistema definem a densidade dos bosques de mangue, inicialmente, durante seu desenvolvimento, há a presença de uma grande concentração de árvores de poucos diâmetros, já na fase de amadurecimento é observada a predominância de poucas árvores, só que de maior porte e volume, ou seja, a densidade da flora se reduz com o amadurecimento do ecossistema.

Diferentes podem ser as origens dos sedimentos encontrados no manguezal, de acordo com ela, o sedimento pode ser classificado como autóctone, quando o material depositado tem origem local (decomposição de folhas, galhos e animais), ou alóctone, quando o material depositado vem de fora. Os substratos de manguezais geralmente possuem bastante matéria orgânica e elevado teor de sal, cor acinzentada e pouca consistência (FERNANDES & PERIA, 1995).

A comunidade vegetal representa fator determinante para a circulação dos elementos no solo. A concentração de raízes, pneumatóforos e árvores estimulam a rápida acumulação de matéria orgânica e sedimentos clásticos (MENDES, 2003). Outra informação importante é a de que nos ecossistemas de manguezal, a absorção de determinados cátions pode depender da salinidade (BERTINI, et al., 2006).

A deficiência de nutrientes minerais no solo acarreta uma série de problemas, podendo causar alterações no metabolismo e suprimento adequado do elemento. Tanto no solo quanto nas plantas os íons se diferem a respeito de sua mobilidade. P, K e Mg, por exemplo, são os que apresentam maior mobilidade, enquanto o Ca é classificado como nutriente sem mobilidade (GIRACCA & NUNES, 2012).

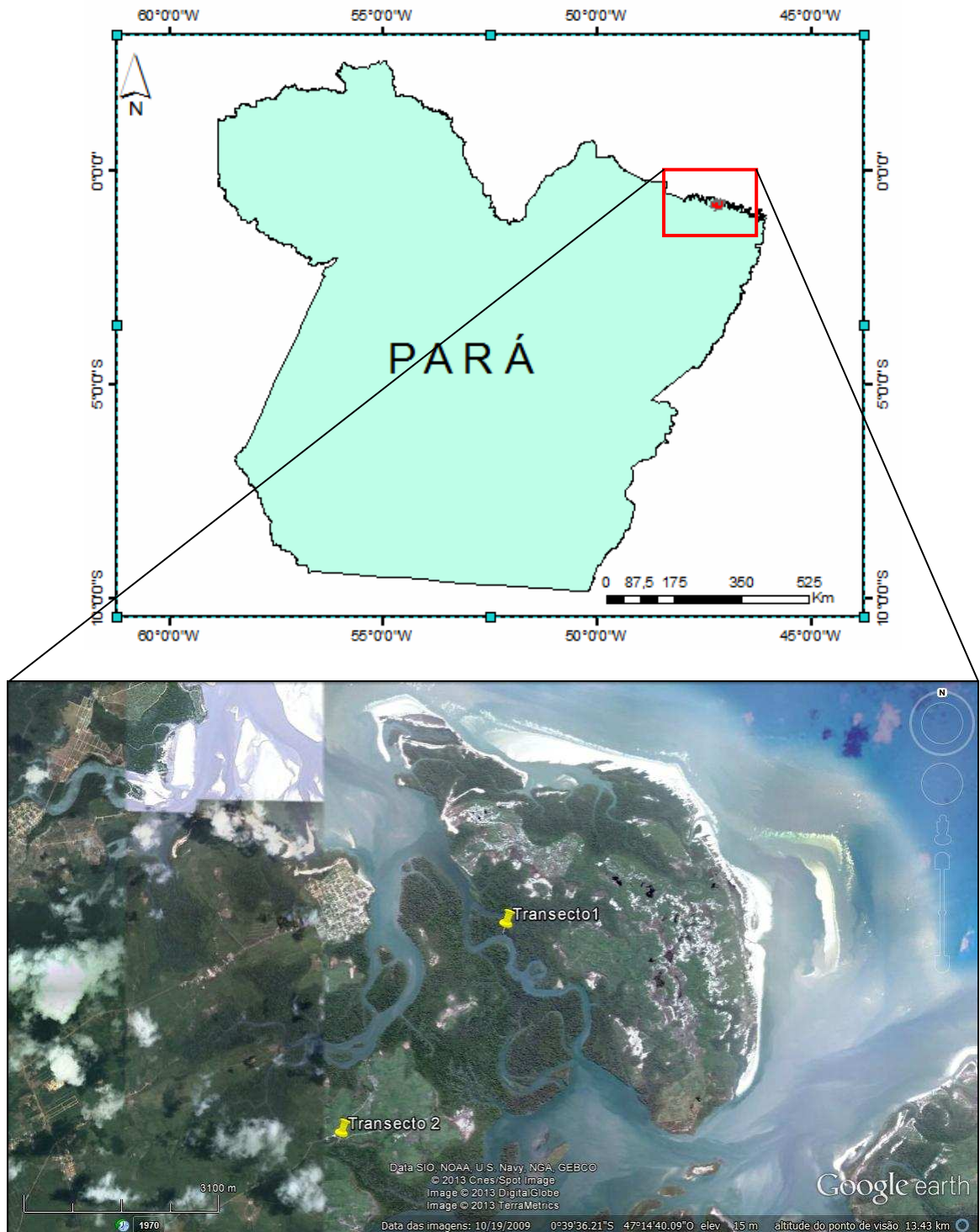
Apesar do amplo interesse de estudo que desperta o manguezal, ainda são escassas informações acerca de características nutricionais de seus sedimentos. Este trabalho objetivou, portanto, quantificar os macronutrientes Ca, Mg, Na, K e P existentes em sedimentos de manguezais da Ilha de Itarana e Cuiarana, locais estes, até então, de pouca ou quase nenhuma intervenção humana.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Foram estabelecidos dois transectos: um na Ilha de Itarana e outro transecto, em uma área próxima, já pertencente ao continente. A disposição se deu de forma não uniforme, com o intuito de cobrir diferentes perfis de mangue, cada transecto possui um determinado número de pontos de coleta, de acordo com a viabilidade técnica encontrada em campo. O transecto 1 (00°39.396'S 47°14.593'W/00°39.312'S 47°14.573'W) possui cinco pontos, em cada um destes, cinco diferentes profundidades (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm). O transecto 2 (00°41.175' S 47°15.994'W/00°41.227'S 47°15.991'W) contém seis pontos, 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm nos dois primeiros pontos, 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40

cm e 40-60 cm. Mapa de localização dos transectos (figura 01).



**FIGURA 1:** Localização da área de estudo. Elaborado por André Matsumura Silva (Fonte: imagem GeoEye – 19/10/2009- Google Earth)

O transecto 1 localiza-se na Ilha de Itarana (cerca de 1,8 Km de Cuiarana), a este perfil foi dada a denominação de mangue de supramaré, já que apresenta periodicidade de inundações de acordo com o período de maré, bosque jovem e adaptado a um substrato periodicamente inundado pelas marés, com grandes variações de salinidade entre os pontos de transição da vegetação.

O transecto 2 (continente) também está localizado em área de mangue de supramaré, já que se apresenta em condições de influências pelas periódicas inundações causadas pela maré. O predomínio de *Rhizophora mangle* também existe nesta área, algumas espécies de *Avicennia* de aproximadamente 30 metros de altura e *Lagunculárias*.

### Determinação de Ca, Mg, Na, K e P

O tratamento das amostras se deu conforme o Manual de análises químicas de solos plantas e fertilizantes da Embrapa (SILVA, 2009). Para a determinação de Ca e Mg foi utilizada uma massa de 5 g de solo e 50 mL de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> como solução extratora, em erlenmeyer de 125 mL. A mistura foi agitada por 5 minutos em agitador horizontal circular e deixada decantar por uma noite, depois de desfazer os montículos que se formam no fundo do erlenmeyer. Alíquota de 0,1 mL do extrato foi pipetada para erlenmeyer de 20 mL onde foram adicionados 4,9 mL de solução de lantânio 1 g L<sup>-1</sup> e, em seguida, homogeneizados. A leitura foi realizada em Espectrômetro de Absorção Atômica com Chama (FAAS), marca Instrumentos Científicos C.G., modelo AA 904, equipado com corretor de fundo com lâmpada de deutério. Os parâmetros instrumentais para a determinação de Ca e Mg por Espectrometria de Absorção Atômica de Chama são apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Parâmetros instrumentais usados na determinação de Ca e Mg em amostras de sedimento por espectrometria de absorção atômica de chama.

Parâmetros	Ca	Mg
Comprimento de onda (nm)	422,7	285,2
Corrente da lâmpada (mA)	3	3,5
Resolução espectral (nm)	0,5	0,5

Para magnésio foi utilizada a chama ar/acetileno e para cálcio foi utilizada chama acetileno/óxido nitroso.

Para se determinar a faixa linear foram construídas curvas de calibração com concentrações crescentes das soluções de referência. Para Ca a faixa linear foi de 1 a 3 mg L<sup>-1</sup> e para Mg foi de 10 a 20 mg L<sup>-1</sup>, obtidas através da diluição sucessiva de soluções estoque 1000 mg L<sup>-1</sup> Titrisol (Merck, Darmstadt, Germany). Analisaram-se os resultados pelo cálculo da linha de regressão pelo método dos mínimos quadrados, obtendo-se os respectivos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), 0,997 e 0,989.

Para a determinação de P, Na e K foi utilizada uma massa de 5 g de solo em erlenmeyer de 125 mL, onde foram adicionados 50 mL de solução extratora Mehlich 1 (HCl 0,05 N e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N). A mistura foi agitada por 5 minutos em agitador

circular horizontal e em seguida deixada decantar por uma noite. Alíquota de 25 mL do extrato foram transferidos para um recipiente plástico. Para análise de P foi utilizada uma alíquota de 5 mL deste extrato (o restante foi reservado para a determinação de Na e K) que foi transferida para erlenmeyer de 125 mL onde foram adicionados 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída e aproximadamente 300 mg de ácido ascórbico em pó, como redutor, seguido de agitação por 2 minutos em agitador circular horizontal. Após repouso de 1 hora para o desenvolvimento da cor, a leitura foi feita em espectrofotômetro UV/VIS DB1880S, no comprimento de onda de 660 nm. Para a construção da reta foram utilizadas soluções padrões de fósforo nas concentrações de 1 a 4 mg L<sup>-1</sup> preparadas a partir de uma solução padrão de fósforo (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> p.a.) na concentração de 50 mg L<sup>-1</sup>.

Os elementos sódio e potássio foram quantificados utilizando a técnica de fotometria de chama (fotômetro CORNING 400), com chama de ar-GLP e filtros de interferência específicos para cada determinação. Para as determinações de sódio e potássio calibrou-se o aparelho com padrões de 1, 5, 10, 20 mg L<sup>-1</sup>, obtidas através da diluição sucessiva de soluções estoque 1000 mg L<sup>-1</sup> Titrisol (Merck, Darmstadt, Germany).

### **Estatística**

A análise estatística foi feita utilizando o programa STATISTICA 8.0, onde se aplicou a análise de variância (ANOVA) para os pontos de coleta e para as profundidades avaliadas no estudo. A diferença estatística encontrada entre os pontos e profundidades foi determinada por meio do Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No transecto 2 todas as concentrações de macronutrientes seguiram uma ordem crescente de acordo com o avanço dos pontos.

Quanto a influência do gradiente de salinidade com a distribuição das espécies vegetais, há discordância de opinião entre os autores, SOUZA et al., (1993) em seu estudo realizado em Florianópolis, não observou nenhuma relação entre a salinidade e a distribuição das espécies. No entanto, considerando a baixa salinidade obtida por refratômetro (0 a 36), a predominância do gênero *Rhizophora* (mangue vermelho), e o aparecimento de *Avicennia* (mangue preto) apenas no ponto de maior salinidade ( $S=36$ ), pode-se perceber consonância com as afirmações de FERNANDES & PERIA (1995), que diz que a *Rhizophora* (mangue vermelho) é um gênero com menor tolerância à salinidade de água intersticial, *Avicennia* (mangue preto) um dos mais tolerantes e classifica solos de baixo teor salino aqueles com menos que 50 partes de sal por 1000.

Os intervalos que obtiveram as máximas concentrações para todos os nutrientes, foram aqueles em que houve o predomínio do sódio, ponto 1 (40-60 cm) do primeiro transecto e pontos 3 (10-20 cm), 4 (40-60 cm) e 5 (5-10 cm) do segundo transecto (tabelas 2 e 3).

**TABELA 2:** Resultado das análises de macronutrientes e pH no transecto 1.

Ponto	Profundidade (cm)	Ca (cmolc.Kg-1)	Mg (cmolc.Kg-1)	Na (cmolc.Kg-1)	K (cmolc.Kg-1)	P (mg.dm-3)	pH em água	pH em KCl
1	0 - 5 cm	2,39	8,31	1,68	0,18	16,98	5,21	4,88
	5 - 10 cm	2,57	7,78	1,98	0,29	16,27	5,01	4,73
	10 - 20 cm	2,98	8,76	2,15	0,40	30,37	5,48	5,25
	20 - 40 cm	3,95	11,90	2,31	0,45	30,61	4,43	4,1
	40 - 60 cm	4,24	13,35	2,52	0,46	43,58	4,48	4,16
2	0 - 5 cm	3,62	15,58	2,14	0,36	16,02	4,25	3,86
	5 - 10 cm	4,25	15,53	2,41	0,45	33,30	4,78	4,46
	10 - 20 cm	4,26	15,65	2,57	0,44	35,40	4,41	4,06
	20 - 40 cm	4,81	16,03	2,31	0,43	34,99	3,61	3,28
	40 - 60 cm	4,40	12,35	2,57	0,41	22,61	3,31	2,94
3	0 - 5 cm	5,23	18,06	2,57	0,45	15,98	4,45	3,66
	5 - 10 cm	5,21	16,07	2,43	0,47	36,37	4,95	4,7
	10 - 20 cm	4,75	15,95	2,15	0,46	39,62	4,03	3,65
	20 - 40 cm	5,07	15,29	2,08	0,44	29,53	3,52	3,18
	40 - 60 cm	6,20	16,47	1,95	0,44	21,33	3,49	3,17
4	0 - 5 cm	5,12	11,60	2,57	0,48	14,96	5,25	4,98
	5 - 10 cm	5,27	14,52	2,76	0,53	38,54	4,88	4,63
	10 - 20 cm	5,22	19,42	2,67	0,49	35,56	3,77	3,46
	20 - 40 cm	6,56	18,37	2,24	0,46	31,44	3,66	3,34
	40 - 60 cm	4,60	14,48	1,92	0,38	27,77	3,51	3,14
5	0 - 5 cm	5,14	19,68	2,76	0,48	25,44	4,77	4,44
	5 - 10 cm	5,48	20,18	2,61	0,50	42,50	4,29	3,98
	10 - 20 cm	4,93	16,56	2,47	0,45	39,62	3,59	3,23
	20 - 40 cm	6,33	19,88	2,11	0,34	28,07	3,08	2,75
	20 - 40 cm	4,67	16,33	1,94	0,30	30,59	3,06	2,68

**TABELA 3: Resultado das análises de macronutrientes e pH no transecto 2**

Ponto	Profundidade (cm)	Ca	Mg	Na	K	P	pH em água	pH em KCl
		(cmolc.Kg <sup>-1</sup> )				(mg.dm <sup>-3</sup> )		
1	T2E1 (0 - 20 cm)	0,97	0,91	0,04	0,01	1,22	5,18	3,96
	T2E1 (20 - 40 cm)	0,48	0,88	0,03	0,01	1,07	4,4	3,71
	T2E1 (40 - 60 cm)	0,63	0,75	0,02	0,00	1,39	3,75	3,35
2	T2E2 (0 - 20 cm)	0,88	1,83	0,23	0,02	1,35	5,59	5,16
	T2E2 (20 - 40 cm)	0,87	2,08	0,22	0,03	1,38	5,39	4,8
	T2E2 (40 - 60 cm)	1,17	2,54	0,22	0,03	1,69	4,48	3,85
3	T2E3 (0 - 5 cm)	0,96	2,56	0,24	0,04	3,78	5,35	4,78
	T2E3 (5 - 10 cm)	1,25	2,94	0,32	0,04	3,74	4,38	3,87
	T2E3 (10 - 20 cm)	2,12	5,14	0,66	0,10	5,83	4,1	3,65
	T2E3 (20 - 40 cm)	1,64	3,32	0,49	0,04	4,24	3,19	2,81
	T2E3 (40 - 60 cm)	1,13	1,74	0,23	0,03	1,47	3,57	3,11
4	T2E4 (0 - 5 cm)	1,56	3,39	0,62	0,10	6,85	3,47	3,09
	T2E4 (5 - 10 cm)	2,17	4,25	0,78	0,10	8,19	3,34	2,99
	T2E4 (10 - 20 cm)	1,97	5,37	0,77	0,10	9,60	3,5	3,11
	T2E4 (20 - 40 cm)	2,40	6,25	1,21	0,16	13,47	3,37	3,02
	T2E4 (40 - 50 cm)	3,12	9,09	1,58	0,24	18,08	3,32	2,97
5	T2E5 (0 - 5 cm)	2,91	8,18	1,43	0,28	28,45	4,44	3,94
	T2E5 (5 - 10 cm)	3,13	10,63	1,58	0,30	33,49	4,46	4,11
	T2E5 (10 - 20 cm)	3,10	8,72	1,23	0,22	19,80	3,46	3,09
	T2E5 (20 - 40 cm)	2,43	6,32	1,21	0,17	17,67	3,77	3,39
	T2E5 (40 - 50 cm)	2,44	5,88	1,37	0,21	18,65	3,46	3,07
6	T2E6 (0 - 5 cm)	3,74	12,66	2,05	0,38	34,93	4,45	4,17
	T2E6 (5 - 10 cm)	4,60	12,21	1,94	0,38	34,43	4,14	3,83
	T2E6 (10 - 20 cm)	4,39	13,51	1,92	0,38	26,02	3,41	3,09
	T2E6 (20 - 40 cm)	4,30	12,74	1,98	0,36	26,14	3,38	3,03
	T2E6 (40 - 60 cm)	4,64	15,70	1,82	0,31	28,11	3,32	2,93

Segundo GIRACCA & NUNES (2012), os íons Mg, K e P possuem maior mobilidade e Ca menor mobilidade, desta forma os valores encontrados confirmaram tais características, estando o Ca mais presente no intervalo de 20-60 cm, ao passo que Mg, K e P não se detiveram a um intervalo específico de profundidade, tendo variações bem significativas.

O teor de nutriente se deu de maneira crescente com o avançar de ambos os transectos, salvo algumas oscilações.

No que se refere às concentrações máximas por intervalos de profundidade o transecto 2 foi o que apresentou maior estabilidade, tendo o ponto 6 agrupado os maiores valores do transecto 2: Ca (4,24 cmolc.Kg<sup>-1</sup>) e Mg (15,70 cmolc.Kg<sup>-1</sup>) na profundidade de 40-60 cm, e Na (2,05 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (0,38 cmolc.kg<sup>-1</sup>) e P (34,93

mg.dm<sup>-3</sup>) na profundidade de 0-5 cm. Este comportamento (altas conc.) provavelmente se deve ao fato deste último ponto se localizar próximo a um igarapé, o que é citado por ODUM et al., (1982) sobre a responsabilidade do fluxo e refluxo da água em estuários na reciclagem parcial de nutrientes minerais e compostos orgânicos, como também pela afirmação de ODUM & HEALD (1975) sobre as mais avançadas taxas de decomposição das folhas de *Rhizophora* ocorrerem quando submetidas a altas salinidades, o que acelera a reinserção dos nutrientes ao sedimento.

Com relação à média geral de nutrientes por transecto, o primeiro foi o que apresentou as maiores médias: Ca (4,69 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Mg (15,12 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Na (2,31 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (0,42 cmolc.kg<sup>-1</sup>), P (29,50 mg.dm<sup>-3</sup>); enquanto que no transecto 2 Ca (2,27 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Mg (6,14 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Na (0,93 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (0,16 cmolc.kg<sup>-1</sup>), P (13,50 mg.dm<sup>-3</sup>).

A escala de concentração dos nutrientes encontrada (Mg>Ca>Na>K) diferiu da citada por FAGERIA & ATONE (2006), que ao considerar valência e densidade dos cátions, atribui Ca<sup>2+</sup> mais fortemente adsorvido que Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> mais fortemente adsorvido que Na<sup>+</sup>, as maiores concentrações de Na<sup>+</sup> comparada ao K<sup>+</sup> devem ter relação com a característica salina do ambiente.

As leituras de pH diminuíram com a profundidade, mostrando o aumento da acidez diretamente proporcional ao aumento da profundidade. Considerando o valor de Delta (pH em KCl – pH em H<sub>2</sub>O) da metodologia de MEKARU & UEHARA (1972) e sua correlação com o balanço de cargas elétricas no solo, os valores negativos de Delta indicam um solo com predominância de cargas negativas, logo, retentor de cátions.

Quanto a concentração média de fósforo nas áreas (T1: 29,50 mg.dm<sup>-3</sup> / T2: 13,50 mg.dm<sup>-3</sup>), foram observadas taxas menores que as encontradas por PRADA-GAMERO et al., (2004) no Mangue do Rio de Iriri no canal de Bertioga, Santos-SP (média: 36,17 mg.dm<sup>-3</sup> de P).

Referindo-se as concentrações de cálcio, magnésio e potássio comparadas ao trabalho de BERNINI (2003) no manguezal do estuário do Rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil foram obtidos os seguintes valores: Ca (T1: 4,69 cmolc.kg<sup>-1</sup> e T2: 2,27 cmolc.kg<sup>-1</sup>), Mg (T1: 15,12 cmolc.kg<sup>-1</sup> e T2: 6,14 cmolc.kg<sup>-1</sup>), K (T1: 0,42 cmolc.kg<sup>-1</sup> e T2: 0,16 cmolc.kg<sup>-1</sup>), valores menores em sua maioria que os de BERNINI (média: 4,78 cmolc.kg<sup>-1</sup> Ca, 9,26 cmolc.kg<sup>-1</sup> Mg e 1,57 cmolc.kg<sup>-1</sup> K).

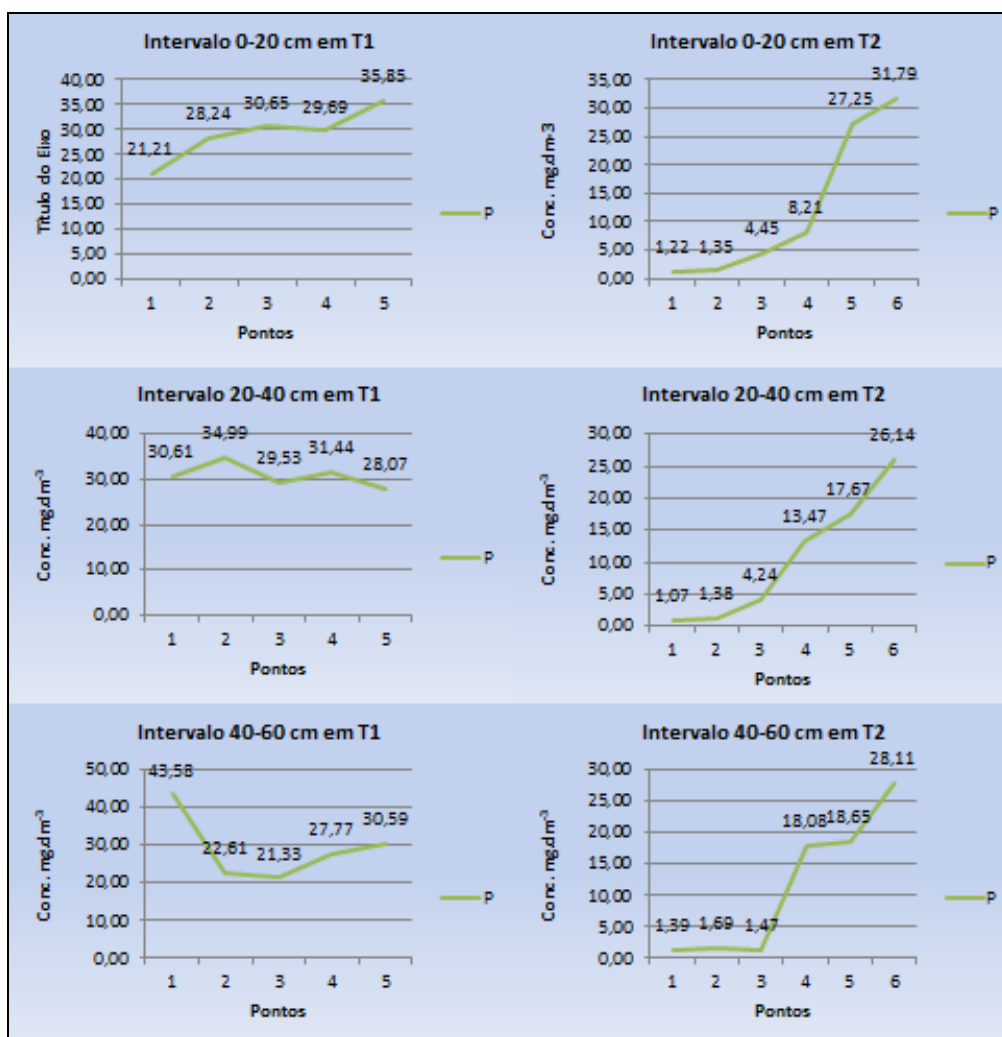
### **Análise Estatística dos Dados**

- Não houve nenhuma diferença significativa nos valores de Na e K entre os pontos do T1.
- Para ambos os transectos as diferenças significativas foram encontradas referentes aos pontos, com exceção do P no T1 que se deu pela profundidade.
- Ca, Na e K foram totalmente semelhantes no transecto 2, sendo pontos 1, 2 e 3 e pontos 4 e 5 semelhantes estatisticamente entre si.
- O ponto 6 do transecto 2 foi o que obteve as maiores médias nutricionais para todos os nutrientes, enquanto que no transecto 1 houve oscilação entre os pontos 3, 4 e 5.

Para fins de uniformização dos dados e possibilidades de comparações entre os transectos, foram criados intervalos de 0-20, 20-40 e 40-60 cm (figuras 01, 02 e 03).

As variações do P foram bem irregulares em todos os intervalos, resultados já

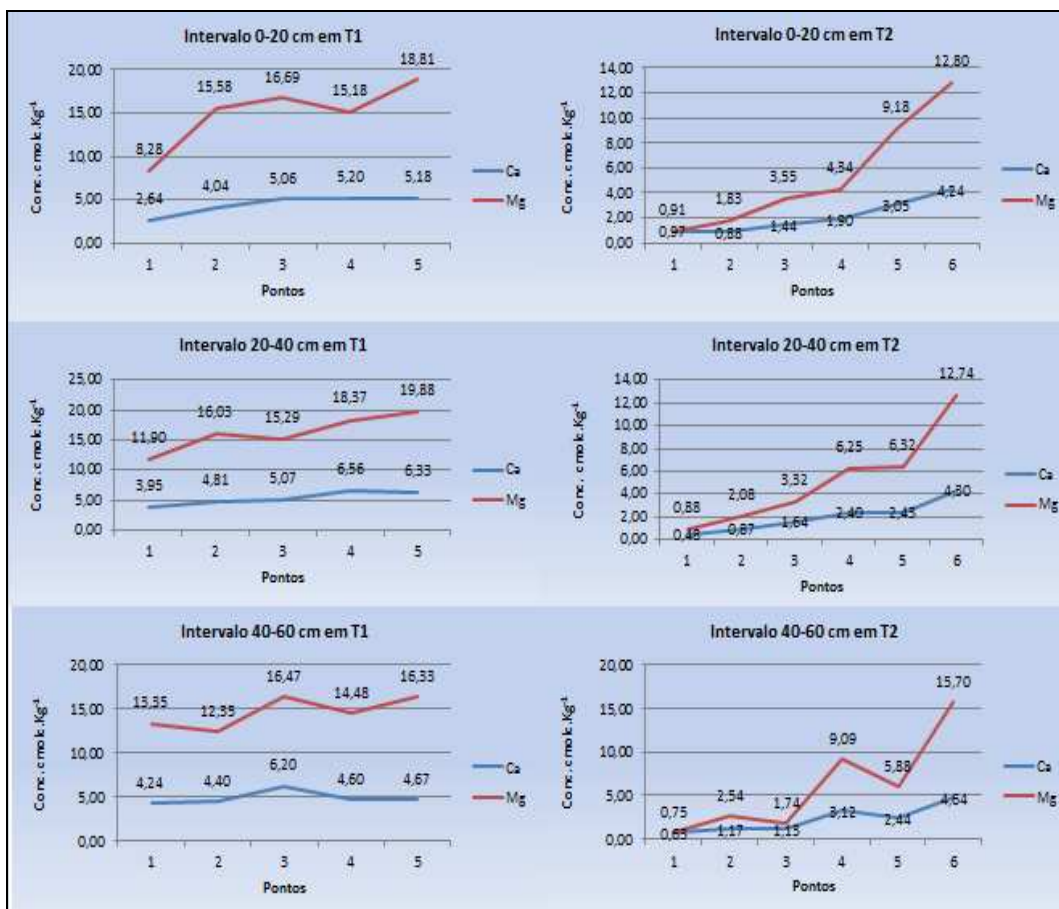
esperados devido sua característica de alta mobilidade. Figura 02:



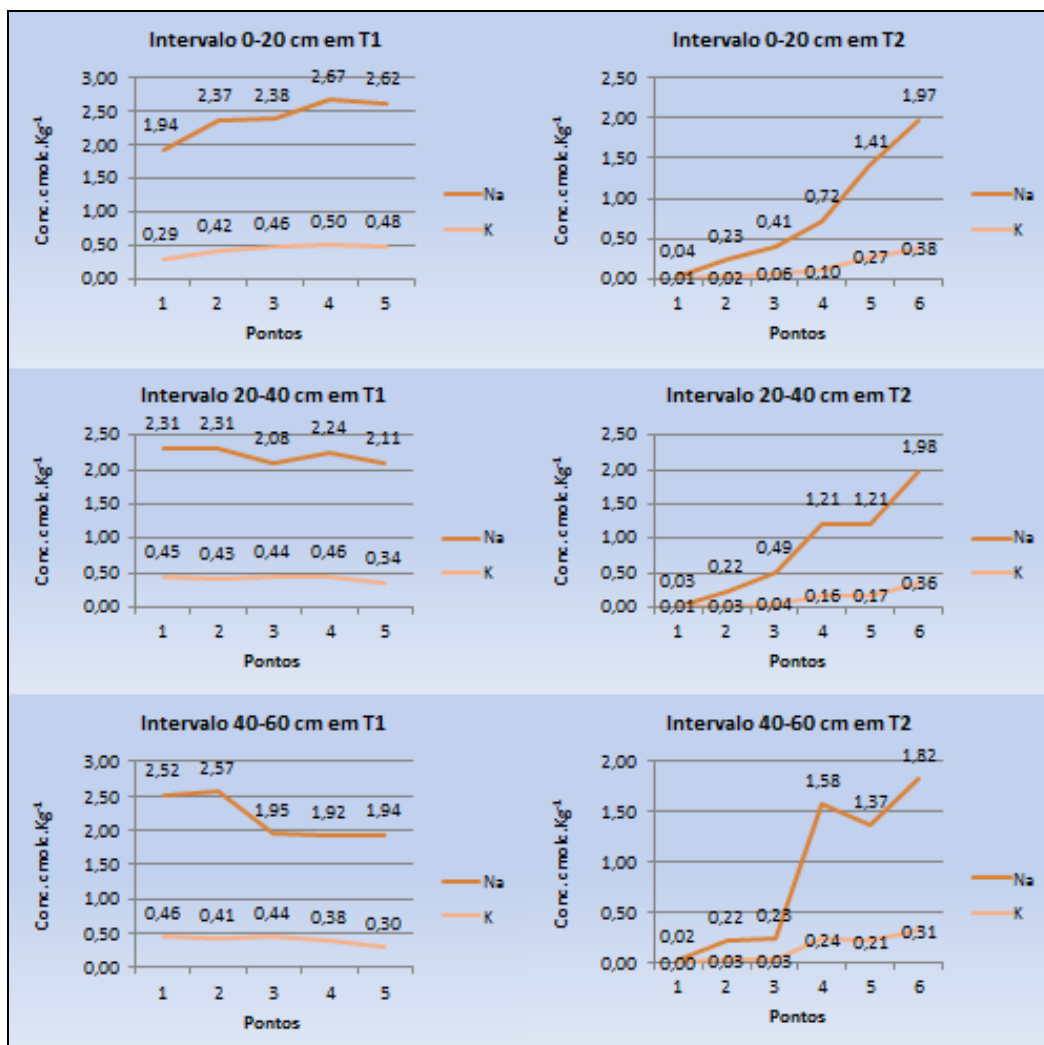
**FIGURA 2:** Concentrações de fósforo por intervalos em cada transecto

Com exceção do Na e K nos intervalos de 20-40 cm e 40-60 cm do transecto 1, todos os macronutrientes Ca, Mg, Na e K tiveram taxas de aumento com o avanço dos transectos (Figuras 3 e 4).

A metodologia utilizada para determinação da salinidade foi a extração da água intersticial para leitura em refratômetro analógico portátil, como se tratava do período de estiagem, a extração da água intersticial só foi possível nos pontos do transecto 2 (p1=0; p2=0; p3=2; p4=8; p5=10 e p6=36). Por meio dos gráficos 09, 10, 13, 14, 17 e 18 é percebida a influência positiva exercida pela salinidade quanto ao teor de nutrientes no solo. A partir do ponto 3 o aumento dos nutrientes (Ca, Mg, Na e K) é substancial, com uma oscilação encontrada no ponto 5 (40-60 cm).



**FIGURA 3:** Concentrações de Cálcio e Magnésio por intervalos em cada transecto



**FIGURA 4:** Concentrações de sódio e potássio por intervalos em cada transecto

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o teor de macronutrientes aumentou tanto no avanço dos transectos, como com o aumento da profundidade. Os valores de pH em água e em KCl correlacionados resultaram em um delta negativo, ou seja característica de solos retentores de cátions, a acidez aumentou com a profundidade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor. Além de todos os colegas da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (CCTE) que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se tornasse possível.

## REFERÊNCIAS

ADAME, M.F.; LOVELOCK, C.E. Carbon and nutrient exchange of mangrove forests with the coastal ocean. *Hydrobiologia*. 663:23-50, 2011.

ALONGI, D.M.; TIRENDI, F.; CLOUGH, B. F. Below-ground decomposition of organic matter in forests of mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina* along the arid coast of Western Australia. *Aquatic Botany*, Amsterdam, v. 68, p. 97-122, 2000.

BERNINI, E. Estrutura da vegetação e concentração de nutrientes das folhas e do sedimento das espécies em florestas de mangue do estuário do Rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. 2003. Dissertação - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2003.

BERTINI, E.; SILVA, M.A.B.; CARMO, T.M.S.; CUZZUOL, G.R.F. Composição química do sedimento e de folhas das espécies do manguezal do estuário do Rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.29, n.4, p.689-699, out.-dez. 2006.

FAGERIA, N.K; ATONE, L.F. Qualidade do solo e meio ambiente. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 20 p. (Embrapa. Documentos 197).

FERNANDES, A.J.; PERIA, L. C. S. Características do ambiente. In: O manguezal. São Paulo. 1995. Cap. 3, p. 13-14.

FREITAS, M. A.P. 2005. Zona Costeira e meio ambiente: aspectos jurídicos. 1. Ed. Curitiba. Juruá, V. 1. 231 pp.

FRIESS, D.A.; KRAUSS, K.W.; HORSTMAN, E.M.; BALKER, T.; BOUMA, T.J.; GALLI, D. et al. Are all intertidal wetlands naturally created equal? Bottlenecks, thresholds and knowledge gaps to mangrove and saltmarsh ecosystems. *Biol Rev Camb Philos Soc*, v. 87, p. 66-346, 2012.

GIRACCA, E.M.N.; NUNES, J.L.S. Nutrientes. 2012 Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/Nutrientes.aspx>>. Acesso em 30 de janeiro de 2012.

GIRI, C; OCHIENG, E.; TIESZEN, L.L.; ZHU, Z; SINGH, A.; LOVELAND, T. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Globo Ecol Biogeogr*. v. 9, p. 20-154, 2011.

HERZ, R. Manguezais do Brasil. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1991, p. 239.

ISLAM, M.S.; IKEJIMA, K. Gear type, species composition and economic value of fisheries in the mangroves of Pak Phanang, Thailand. *Wetl Ecol Manag*, v. 36, p. 18-27, 2010.

KRISTENSEN, E. BOUILLON, S. DITTMAR, T.; MARCHAND, C. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: a review. *Aquat Bot*, v. 89, p. 201-219, 2008.

MEKARU, T. & UEHARA, G. 1972. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. *Soils Science American Proceeding*, Madison, 36(2):296-300.

MENDES, A.C. Geomorfologia e sedimentologia. In: *Os manguezais da costa norte brasileira*. São Luís. 2003. Cap. 1, p. 26.

MORRISEY, D.J.; SWALES, A; DITTMANN, S.; MORRISON, M.A.; LOVELOCK, C.E.; BEARD, C.M. The ecology and management of temperate mangroves. V. 160, p. 43-48, 2010.

NAGELKERKEN, I. BLABER, S.J.M. BOUILLON, S. GREEN, P. HAYWOOD, M.; KIRTON, L.G. et al. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquat Bot*, v. 89, p. 155-85, 2008.

ODUM, W.E. & HEALD, E.J. 1975. Mangrove forests and aquatic productivity. In: HASLER AO (ed). *An introduction to land-water interactions*. Springer-Verlag, Berlin.

ODUM, W.E., MCLVOR, C.C. & SMITH, T.J. 1982. The ecology of the mangroves of south Florida: a community profile. FWS/OBS-81/24. Washington, DC, United States Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services.

OLIVER, J. The geographic and environmental aspects of mangrove communities: climate. In: CLOUGH, B.F. (Ed.). *Mangrove ecosystems in Australia* Canberr. A.N.U. Press, 1982. P. 19-30.

PRADA-GAMERO, R.M.; VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T.O. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do rio Iriri no Canal de Bertioga (Santos, SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 233-244, 2004.

PROST, M.T.R.C.; LOUBRY, D. Structures architecturales des palétuviers *Avicennia germinas* et *Rhizophora mangle*: elements diagnostics de la dynamique des mangroves sur les rives du rio Marapanim (Etat du Pará, Brésil). In: PROST, M.T.R.C. E MENDES, A.C. (Eds.). *Ecosistemas costeiros: impactos e gestão ambiental*. Pará: Belém: FUNTEC, 2000. P. 51-63.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Introdução. In: *O manguezal*. São Paulo. 1995. Cap. 1, p. 8.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. 1986. Guia Para Estudos de Áreas de Manguezal (Estrutura, Função e Flora). *Caribbean Ecological Research*. 156p.

SILVA, L. M. ; PORTELA, B. T. T. . Um Estudo Da Precipitação, Temperatura e Umidade Relativa Do Ar Na Costa Norte-Nordeste do Brasil. In: XIV Congresso Brasileiro da Meteorologia, 2006, Florianópolis-SC. *A Meteorologia a Serviço da Sociedade*, 2006.

SOARES, M.L.G. Zonação e as marés. In: O manguezal. São Paulo. 1995. Cap. 8, p. 35-36.

SOUZA, M.L.R., FALKENBERG, D.B., AMARAL, L.G., FRONZA, M., ARAUJO, A.C. & SÁ, M.R. 1993. Vegetação do pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. II. Fitossociologia do manguezal. *Ínsula* 22:107-142.

UKPONG, I. E. 1995. An ordination study of mangrove swamp communities in West Africa. *Vegetatio*. 116: 147-159