



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**YURI SOUZA FRIAES**

**TANINO COMO INDICADOR DE PALEOMANGUEZAIS DO LITORAL DO PARÁ E  
AMAPÁ**

**BELÉM-PARÁ  
JANEIRO-2011**

**YURI SOUZA FRIAES**

**TANINO COMO INDICADOR DE PALEOMANGUEZAIS DO LITORAL DO PARÁ E  
AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.  
Área de concentração: Biogeoquímica, Manguezais e Paleoambientes.  
Orientado pelo Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen.

**BELEM**

**2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

F897t Friaes, Yuri Souza

Tanino como indicador de paleomanguezais do litoral do Pará e Amapá / Yuri Souza Friaes; Orientador: Marcelo Cancela Lisboa Cohen – 2010

55f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Quarto Período de 2010.

1. Palinologia. 2. Manguezal. 3. Paleoambientes. 4. Holoceno. I. Cohen, Marcelo Cancela Lisboa, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 20<sup>o</sup> ed.: 561.13

---

**YURI SOUZA FRIAES**

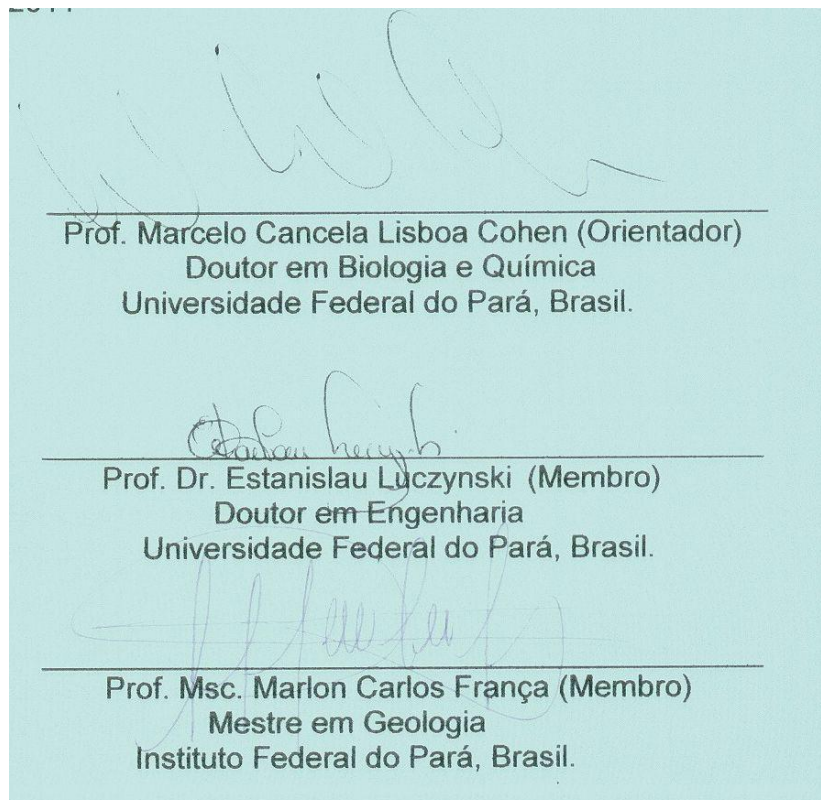
**TANINO COMO INDICADOR DE PALEOMANGUEZAIS DO LITORAL DO PARÁ E  
AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de  
Oceanografia do Instituto de  
Geociências da Universidade  
Federal do Pará, em cumprimento  
às exigências para obtenção do grau  
de Bacharel em Oceanografia.

Data de aprovação: 03 / 01 / 2011

Conceito: 9,0 (EXCELENTE)

Banca examinadora:



Aos meus pais Sergio e Graciete,  
minhas tias Gracilene e Graciane  
e minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a deus por ter tido a oportunidade de terminar mais um ciclo da minha vida, por ter me dado força e coragem nos momentos mais difíceis, sabedoria para solucionar todos os problemas que surgiram durante essa caminhada.

A minha família, por todo o apoio moral e financeiro necessário, a meus pais por todo amor, carinho e compreensão, a minha tia Gracilene, a qual considero como uma segunda mãe, sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis e ter me ajudado a escolher os melhores caminhos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen, pelos ensinamentos durante a graduação, pela confiança e oportunidade de realizar esse trabalho, e pelo qual expresso uma grande admiração profissional e pessoal.

À Universidade Federal do Pará.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica.

Aos meus amigos de graduação, em especial Valdimere, Isaac, Cristiane, Thompson, Simão, Gabriela, Bruna e Inaê, pelos bons momentos que passamos juntos, e os trabalhos realizados.

Aos amigos do Laboratório de dinâmica costeira - LADIC e do laboratório de oceanografia química – LOQ por todo o apoio e incentivo Dra. Susy Eli Marques Gouveia, MSc. Marlon Carlos França MSc. Clarisse Beltão Smith, MSc. José Tasso Felix Guimarães, e a estudante de graduação Nara Lucia.

Aos meus amigos Diego Magalhães, Gisele Souza, Nara sena e Luiza Mello pelos momentos de descontração e ajuda quando sempre precisei.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Eu preferiria ser um fracasso em algo que amo do que um sucesso em algo que odeio”  
George Burns

## RESUMO

Estudos palinológicos têm sido usados como uma confiável ferramenta para a reconstrução paleoambiental. Como método alternativo, este trabalho propõe o estudo das concentrações de tanino para identificação de sedimentos depositados em manguezais. Dentro deste contexto foram avaliadas as concentrações de tanino ao longo de dois testemunhos de sedimentos amostrados no estado do Amapá em Macapá, MAC e Resex 1 (R1) localizado na ilha do Marajó. Estes testemunhos foram estudados por meio da análise polínica e concentração de tanino. O testemunho R1 revelou aumentos nas concentrações de tanino nos sedimentos acumulados em períodos de elevação na quantidade de grãos de pólen de manguezais. Diferentemente do testemunho MAC que não indicou a presença de grãos de pólen de manguezais e nem de significativas quantidades de tanino.

Palavras-chave: Palinologia. Manguezal. Paleoambientes. Holoceno.

## **ABSTRACT**

Pollen studies have been used to the paleoenvironmental reconstruction. As an alternative method, the present work proposes the tannin concentration as indicator of palaeo-mangrove. In order to check this hypothesis, the tannin concentrations were determinate in two sediment cores from Macapá-Amapá and Marajó Island-Pará. These cores were studied by pollen analysis and tannin concentration. The core from Marajó Island presented a relationship between tannin concentration and mangrove pollen, while the Macapa core not indicated tannin and mangrove pollen presence.

Keywords: Palynology. Mangrove. Paleoenvironments. Holocene.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Estrutura química de tanino hidrolisável.....	16
FIGURA 2 -	Estrutura química de tanino condensado.....	17
FIGURA 3 -	Mapa de localização da área de estudo, apresentando: a) Ilha de Marajó; b) planície costeira de Soure; c) digitalização das unidades de vegetação; d) localização do pontos de coleta (R-1); e) zona de Manguezal e planície arenosa; f) zona de Manguezal e Manguezal degradado.....	21
FIGURA 4 -	Configuração tectônica simplificada do norte do Brasil com a localização do Rift Marajó.....	25
FIGURA 5 -	Coluna estratigráfica da ilha de Marajó.....	27
FIGURA 6 -	Contraste entre os setores leste e oeste da Ilha de Marajó, representados por depósitos Pós-Barreiras e holocênicos, respectivamente.....	28
FIGURA 7-	Mapa de localização do testemunho MAC.....	29
FIGURA 8-	Procedimentos de campo para coleta de material e imagem dos pontos de amostragem.....	34
FIGURA 9-	Curva de calibração de tanino.....	35
FIGURA 10-	Integração, perfil polínico e concentrações de tanino (mM) ao longo do testemunho R-1.....	42
FIGURA 11-	Perfil de integração entre as concentrações de tanino e o conteúdo polínico do testemunho MAC.....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	15
2.1	DEFINIÇÃO E OCORRÊNCIA DO TANINO.....	15
2.2	ESTRUTURA QUÍMICA DO TANINO.....	16
2.3	FUNÇÃO DO TANINO NAS PLANTAS.....	17
2.4	MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DO TANINO.....	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
3.1	GERAL.....	19
3.2	ESPECÍFICOS.....	19
<b>4</b>	<b>MATERIAS E METODOS</b> .....	20
4.1	MARAJÓ.....	20
4.2	ASPECTOS REGIONAIS.....	22
<b>4.2.1</b>	<b>Ilha do Marajó</b> .....	22
<b>4.2.2</b>	<b>Clima</b> .....	22
<b>4.2.3</b>	<b>Vegetação</b> .....	22
4.2.3.1	Manguezal.....	22
4.2.3.2	Restinga.....	23
4.2.3.3	Floresta de várzea.....	23
4.2.3.4	Campos naturais.....	23
<b>4.2.4</b>	<b>Hidrografia</b> .....	24
<b>4.2.5</b>	<b>Geologia</b> .....	24
<b>4.2.6</b>	<b>Unidades morfológicas</b> .....	27
<b>4.2.7</b>	<b>Relevo</b> .....	28
4.3	AMAPÁ – MACAPÁ.....	29

4.4	ASPECTOS REGIONAIS.....	29
4.4.1	<b>Clima.....</b>	29
4.4.2	<b>Vegetação.....</b>	30
4.4.3	<b>Geologia.....</b>	31
4.4.4	<b>Geomorfologia.....</b>	31
4.4.5	<b>Hidrografia.....</b>	32
5	<b>AMOSTRAGEM.....</b>	33
5.1	ATIVIDADE DE CAMPO.....	33
5.1.1	<b>Armazenamento das amostras</b>	34
5.2	ATIVIDADE DE LABORATÓRIO.....	34
5.2.1	<b>Quantificação de tanino.....</b>	34
5.3	PALINOLOGIA.....	36
5.3.1	<b>Processamento das amostras.....</b>	36
5.3.2	<b>Tratamento com ácido clorídrico (HCL).....</b>	37
5.3.3	<b>Tratamento com ácido fluorídrico (HF) concentrado.....</b>	37
5.3.4	<b>Tratamento com ácido acético.....</b>	38
5.3.5	<b>Tratamento com acetólise.....</b>	38
5.3.6	<b>Montagem de lamina para a microscopia.....</b>	38
5.4	ANÁLISE MICROSCÓPICA E CONFECÇÃO DE GRÁFICOS POLÍNICOS....	39
6	<b>RESULTADOS E DISCUSSOES.....</b>	40
6.1	MARAJÓ – R1.....	40
6.2	AMAPÁ – MAC.....	42
7	<b>CONCLUSÃO.....</b>	45
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	46

## 1 INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre o ambiente terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais e sujeito ao regime das marés. Ocorre em regiões costeiras abrigadas como estuários, baías e lagunas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (SCHAEFFER-NOVELLI,1995).

Esse ecossistema é um dos principais ambientes da planície costeira equatorial do norte da América do Sul (SENNA; PANTOJA, 1994) ocorrendo associado a outros ecossistemas como restingas e várzeas de maré. Segundo Schaeffer-Novelli *et al.* (2000), as espécies botânicas características deste ecossistema, apresentam peculiaridades fisiológicas e adaptativas, que condicionam a persistência de indivíduos em ambientes inundados, salinos, pouco oxigenados e de substrato lamoso não consolidado.

Em escala mundial, o Brasil é o segundo país em extensão de áreas de manguezal (13.400 km<sup>2</sup>), ficando atrás apenas da Indonésia, que apresenta 42.550 km<sup>2</sup> distribuídos por seus diversos arquipélagos (SPALDING *et al.*,1997). No Brasil, os manguezais ocorrem desde o estado do Amapá no norte ao estado de Santa Catarina no sul do país. O litoral norte tem uma área de aproximadamente 8000 km<sup>2</sup> de manguezais (SOUZA-FILHO, 2005). Ao longo da costa dos estados do Pará e Maranhão esse ecossistema forma um cinturão contínuo de cerca de 700.000 ha, ou seja, quase 85% de todos os manguezais do Brasil (HERZ, 1991; LACERDA, 1999). Estes manguezais desenvolvem-se atrás de praias e dunas, às margens das baías, em consórcio com restingas e nos estuários (MATNI, 2006).

Os manguezais são ambientes mais favoráveis para os estudos paleoclimáticos durante o Holoceno, uma vez que apresentam altas razões de sedimentação e são susceptíveis a mudanças climáticas e mudanças no nível do mar (GORNITZ, 1991; COHEN *et al.* 2005). Os sedimentos depositados sob a vegetação de manguezal podem indicar posições de níveis de mar antigo (SCHOLL, 1964; WOODROFFE, 1981; VAN DE PLASSCHE,1986), e devem preservar zonas de transição entre períodos secos e úmidos através de indicadores físicos (e.g. sedimentos) e biológicos (pólen) (BEHLING *et al.*, 2001; YULIANTO *et al.*,2005).

A palinologia tem sido a principal ferramenta no apoio aos trabalhos de reconstrução paleoambiental. Entretanto, outras técnicas têm sido desenvolvidas, tais como a análise espectral de sedimentos, usada na porção central do Oceano Pacífico para estudar a variação da comunidade de foraminíferos planctônicos e bentônicos ao longo de testemunhos extraídos em profundidades superiores a 2000 m (UJIIÉ, 2003). Balsam et. al. (1998), estudaram os efeitos da variação da concentração de água nas propriedades de reflectância ao longo de testemunhos marinhos. Ji et. al. (2005), caracterizaram através da reflectância em um testemunho obtido no Qinghai Lake, na Ásia Central, para a avaliação de mudanças paleoclimáticas baseadas no conteúdo de óxidos de ferro.

Barranco et. al. (1989) analisou a reflectância espectrofotométrica na região do visível para identificação de hematita distinguindo-a de óxidos de ferro hidratados em sedimentos oriundos do Atlântico norte oriental, sugerindo também que esta técnica deveria ser profícua para tracejar caminhos de dispersão de sedimentos terrígenos nas bacias oceânicas. A faixa do visível foi também alvo de estudos para identificação de óxidos de ferro, argilominerais como montmorilonita e clorita, calcita e índice orgânico sedimentar (DEATON; BALSAM, 1991; BALSAM; DEATON, 1991). Estudos semelhantes foram desenvolvidos por Barranco et. al. (op. cit.) na Argentina, na qual foi retratada uma resposta espectro-sedimentar para goetita e clorita (BALSAM; WOLHART, 1993).

Balsam (1992) estimou o índice orgânico e quantificou a concentração em percentagem de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) em sedimentos marinhos com a análise da região do espectro eletromagnético. Deaton & Balsam (1996) identificaram com a apreciação da reflectância espectrofotométrica difusa (250 nm a 850 nm) metaloporfirina do vanádio, níquel, cobre (porfirinas mais comuns encontrados em petróleo) em diversos materiais geológicos, sendo útil para auxiliar na determinação da origem de materiais orgânicos em rochas contendo hidrocarbonetos.

Com os estudos testes de Balsam & Deaton (1996) foi possível criar equações de calibração e equações testes para indicar variações espectrais no sedimento como resposta ao carbono orgânico, carbonato e opala (sílica hidratada). Balsam et. al. (1998) analisaram através de ensaios laboratoriais os efeitos da variação da concentração de água na reflectância da região do visível ao longo de testemunhos compostos de argila e carapaças de foraminíferos determinando que a água tende a

diminuir os valores de reflectância, sem alterar o perfil inicial de reflectância obtido antes da hidratação, sendo este teste base para estudos envolvendo a quantificação de água nos intertícios. Com o passar dos anos a técnica foi atingindo maior complexidade até que Balsam et. al. (1999) comparou três medidas de luminosidade óptica (escala de cinza, brilho e luminosidade, L\*) para estimar a presença de carbonato em testemunhos, observando então que a luminosidade aumenta com a presença de materiais claros como caolinita e diminui com materiais escuros como illita.

Análises espectrofotométrica em testemunhos oriundos de manguezais ainda é incipiente (COHEN et al., 2009) . Neste trabalho esta técnica foi aplicada para a identificação de antigos ambientes de manguezais por meio de análise de gráficos de reflectância obtidos ao longo de testemunhos retirados da zona costeira do estado do Amapá e Pará. Onde nesses testemunhos também foram identificados e contados os grãos pólen para a construção de um diagrama polínico. Desta forma, foi possível comparar os resultados obtidos através das duas técnicas visando à calibração dos resultados do espectrofotômetro.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 DEFINIÇÃO E OCORRÊNCIA DO TANINO

O tanino ocorre em uma ampla variedade de plantas, podendo ser encontrados nas raízes, na casca, nas folhas, nos frutos, nas sementes e na seiva. Sendo classificados em dois grupos: taninos hidrolisáveis e condensados. (AGUILAR 1999).

Esse composto pertence a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas (HASLAM 1989). Apresentam alto peso molecular (500-3000 Dalton) e contém grupos hidroxila-fenólicos em quantidade suficiente para permitir a formação de ligações cruzadas com proteínas (DESPHANDE et al 1986).

O conteúdo de taninos nas plantas pode variar de acordo com as condições climáticas e geográficas, podem apresentar uma composição química variada, sendo muitas vezes, pouco conhecida. Na forma não oxidada, os taninos reagem com proteínas através de pontes de hidrogênio ou ligações hidrofóbicas. Quando não oxidados, os taninos se transformam em quinonas, as quais formam ligações covalentes com alguns grupos funcionais das proteínas, principalmente os grupos sulfídricos da cisteína e  $\epsilon$ -amino da lisina (NOZELLA,2001).

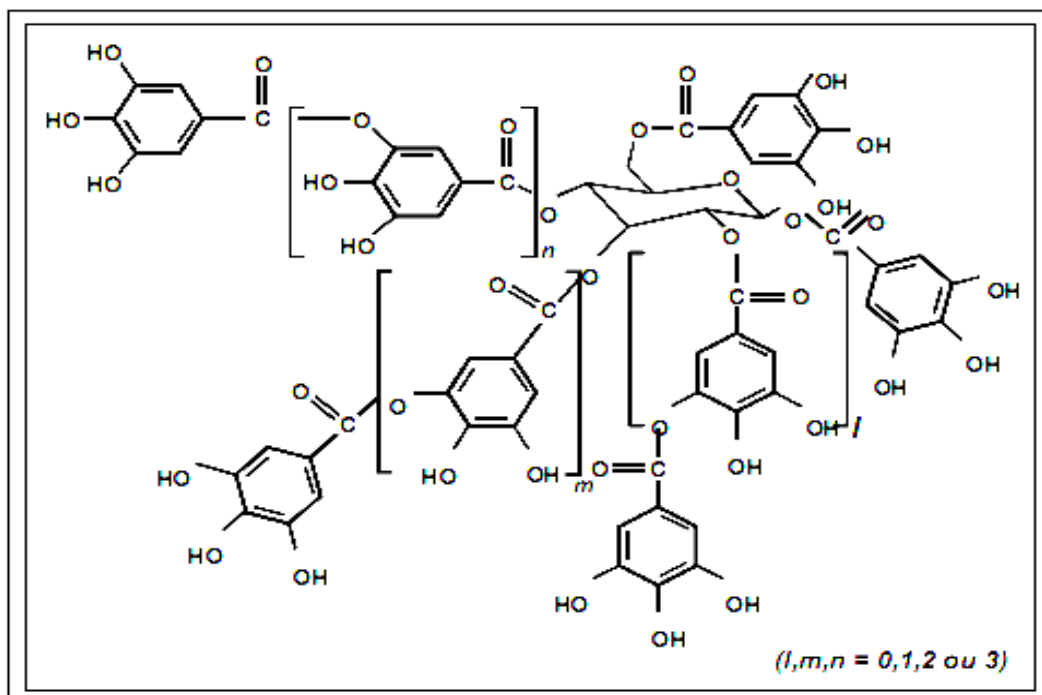
Os taninos são amplamente distribuídos dentro do reino vegetal, sendo comuns tanto em espécies gimnospermas como angiospermas. Dentro das angiospermas, os taninos são mais comuns nas dicotiledôneas do que nas monocotiledôneas. Algumas famílias de dicotiledôneas ricas em taninos são as leguminosas, anacardiaceas, combretaceas, rhizoporacea, mirtacea, polinaceae. Os taninos são encontrados principalmente nos vacúolos das plantas. Nestes locais eles não interferem no metabolismo da planta, somente após lesão e morte das plantas agem e têm metabolismo eficiente. (CANNAS, 1999; NOZELLA, 2001).

Algumas madeiras apresentam teor de polifenóis acima de 35% como o cerne do Quebracho, a casca de Acácia Negra e de espécies provenientes de manguezal também possuem altos teores de polifenóis (BATTESTIN et al 2004).

## 2.2 ESTRUTURA QUÍMICA DO TANINO

As principais características dessa classe de compostos são: solubilidade em água, exceto os de elevado peso molecular; possuem a habilidade de ligar-se a proteínas, combinar-se com celulose e pectina para formar complexos insolúveis. Os taninos são classificados em dois grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados ou proantocianidinas (SALUNKHE 1990; BATTESTIN et al 2004).

Os taninos hidrolisáveis estão presentes em folhas, galhos, cascas e madeiras de várias árvores como, por exemplo: *Terminalia*, *Phyllanthus* e *Caesalpinia*, dentre outros gêneros. Sendo constituído de misturas de fenóis simples, tais como o pirogalol e ácido elágico, e também ésteres do ácido gálico ou digálico com açúcares, como a glicose. Os taninos hidrolisáveis são unidos por ligações éster-carboxila, sendo prontamente hidrolisáveis em condições ácidas ou básicas. A unidade básica estrutural desse tipo de tanino é um poliol, usualmente D-glucose, com seus grupos hidroxilas esterificados pelo ácido gálico (galotaninos) ou pelo hexadihidroxifênico (elagitaninos) (HAGERMAN 1981; BATTESTIN et al 2004) A Figura 1 mostra a estrutura química do ácido tânico (tanino hidrolisável).

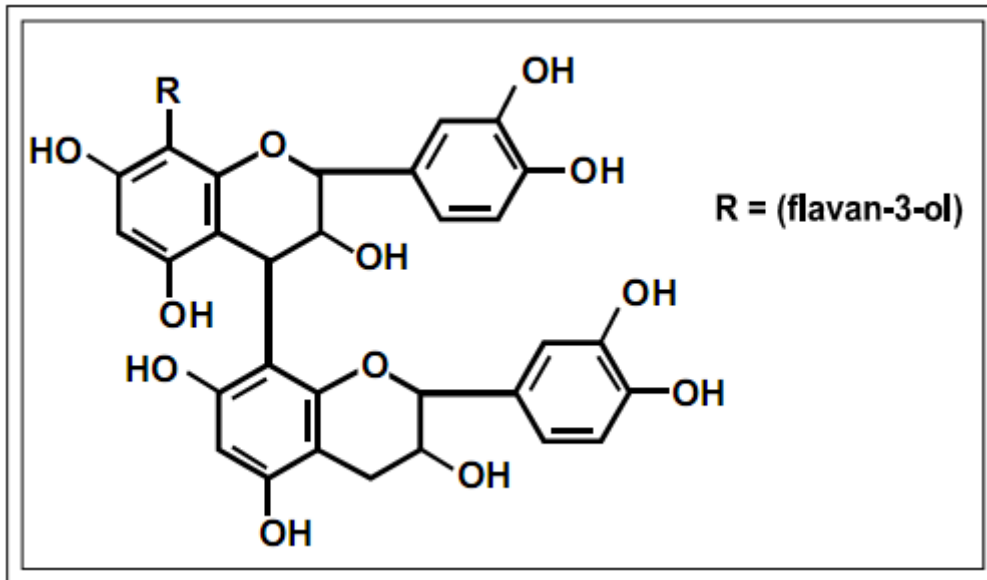


**Figura 1:** Estrutura química de tanino hidrolisável.

**Fonte:** Adaptado de (NAKAMURA et al 2003).

Os taninos condensados (TC) ou proantocianidinas são constituídos por unidades flavanol: flavan-3-ols (catequina) ou flavan 3,4-diols (leucoantocianinas). Eles estão presentes em maior quantidade nos alimentos normalmente consumidos.

Os TC podem conter duas a cinqüenta unidades flavanóides; possuem estruturação complexa; são resistentes à hidrólise, mas podem ser solúveis em solventes orgânicos aquosos, dependendo de sua estrutura. A Figura 2 ilustra a estrutura química dos taninos condensados. (DESHPANDE, 1986).



**Figura 2:** Estrutura química de tanino condensado.

**Fonte:** Adaptado de (LEKHA, 1997).

### 2.3 FUNÇÃO DO TANINO NAS PLANTAS

O papel biológico dos taninos nas plantas tem sido investigado e acredita-se que eles estejam envolvidos na defesa química das plantas contra o ataque de herbívoros vertebrados ou invertebrados e contra microrganismos patogênicos (SIMÕES et al., 1999). Os taninos são definidos como compostos secundários, portanto não estão envolvidos em processos essenciais das plantas (respiração, transpiração, fotossíntese, etc.) (CABRAL FILHO, 2004), atuando também contra o ataque de insetos e herbívoros (TEMMINK et al., 1989; PAIS, 1998), além disso alterando o desenvolvimento de insetos e larvas, inibindo o seu crescimento (BOUCHDAD et al., 1986).

O tanino possui um papel importante na proteção das plantas contra estresses ambientais, como a baixa fertilidade do solo e a deficiência hídrica (GETACHEW, 1999); e favorece uma rápida degradação da planta no solo, causando um aumento de nutrientes que serve como estoque para a planta no próximo período de vegetação (SYNGE, 1975).

## 2.4 MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DO TANINO

Os métodos mais citados na literatura para determinação de taninos são os métodos colorimétricos (AGOSTINI-COSTA; LIMA; LIMA, 2003; BOSSU et al., 2006; PICCIN, 2004).

Segundo Makkar et al., (1993) a análise desse composto fenólico por colorimetria, baseia-se na oxidação do analito fenólico e na redução do reagente com formação de um cromóforo.

O trabalho desenvolvido por Price e Butler (1977) também abrange o estudo das concentrações de tanino, consistindo na adição de reagentes para a modificação da cor apenas nas amostras que contém tanino, para serem analisadas no espectrofotômetro.

Segundo Chapman (1976) o tanino é um componente abundante nas espécies do gênero *Rhizophora*. Assim, altas concentrações desse fenol em sedimentos devem indicar acumulação sedimentar em ambiente de manguezal (LIN et al., 2006; 2007). A análise espectrofotométrica vem sendo usada em diversas regiões marinhas propiciando a aquisição rápida de perfis digitais de alta resolução em testemunhos (BALSAM; DEATON; DAMUTH, 1998; HESLOP; VON DOBENECK; HÖCKER, 2007; PETERSON et al., 2000).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 GERAL

O estudo teve por objetivo determinar as concentrações de tanino, utilizando técnicas espectrofotométricas, além de explicar a relação entre a quantidade de grãos de pólen encontrados nas amostras e os valores de absorbância registrados em cada setor dos testemunhos analisados (R1- Ilha do Marajó e Mac – Macapá).

#### 3.2 ESPECÍFICOS

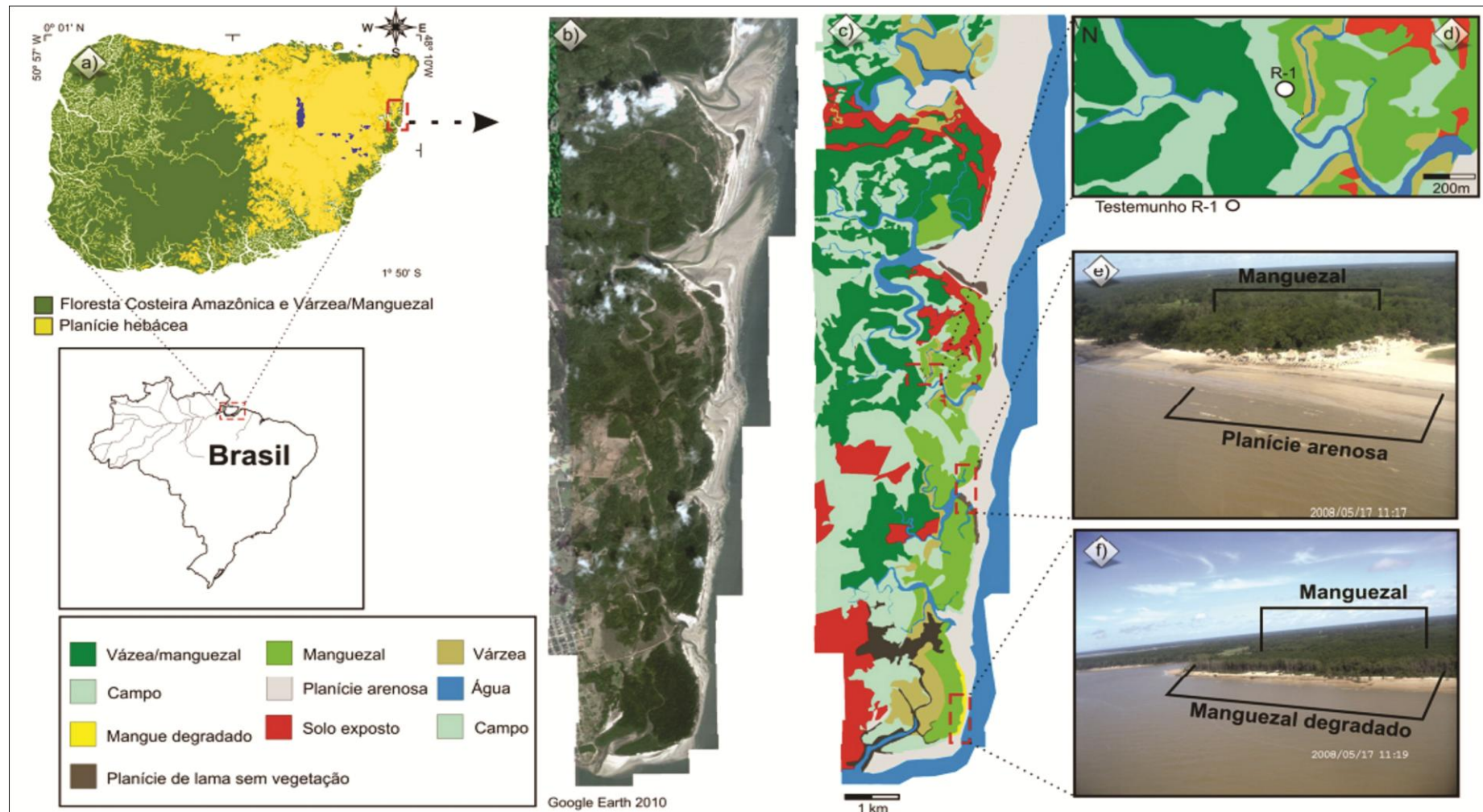
- Avaliar quantitativamente o fenol tanino em sedimentos provenientes do ecossistema de manguezal.
- Comparar os resultados espectrofotométricos, com os dados palinológicos, tendo como objetivo identificar as zonas de desenvolvimento do ambiente de mangue.
- Utilizar concentrações conhecidas de tanino (concentração padrão), para comparação e obtenção das concentrações desse fenol no sedimento analisado.

## 4 MATERIAS E METODOS

A metodologia aplicada neste trabalho tem como objetivo revelar a localização da área de estudo, bem como os aspectos regionais, descrever o procedimento de amostragem, descrição e armazenamento. Por fim avaliar as concentrações de tanino presentes nos testemunhos (PRICE; BUTLER, 1977), comparando com os resultados palinológicos, seguindo algumas recomendações de Colinvaux, Oliveira e Patiño (1999).

Entende-se que o tanino é caracterizado como um indicador químico presente em sedimentos provenientes dos ambientes de manguezal, devido à presença de espécies *Rhizophora* (PAES et al., 2006).

### 4.1 MARAJÓ



## 4.2 ASPECTOS REGIONAIS

### 4.2.1 Ilha do Marajó

A ilha do Marajó pertence ao Arquipélago do Marajó, localiza-se ao norte do Estado do Pará apresentando como limites ao norte o oceano atlântico; ao sul o rio Pará; a leste a baía do Marajó; e a oeste o Estado do Amapá, que corresponde à cerca de 5% do Estado do Pará (LIMA et al., 2005).

Possuindo uma distancia de aproximadamente 86 km a norte de Belém. O ponto de coleta do testemunho localiza-se na planície costeira do município de Soure (Figura 3), na margem leste da ilha, onde são encontradas coberturas vegetais como Manguezais, várzeas e campo.

### 4.2.2 Clima

A região apresenta um clima quente e úmido, tendo a estação mais chuvosa compreendida nos meses de dezembro a maio, e o período menos chuvoso nos meses entre junho e novembro. A precipitação anual em torno de 3100 mm, e umidade relativa do ar acima de 80% durante todo o ano. Apresenta temperatura media geral em torno de 27 °C e limites médios mensais entre 25° e 27°C, e mínimas absolutas em torno de 18°C e máximas de 38°C. (LIMA et al., 2005). Essa área pertence à região estuarina compreendida pela Baía de Marajó e adjacências, dominada por um regime de meso a macromarés, cuja variação das marés de sizígia alcança valores máximos e 3,6 a 4,7 m (DHN, 2003).

### 4.2.3 Vegetação

A vegetação do litoral paraense é representada principalmente por manguezais, restinga, várzea e campos naturais.

#### 4.2.3.1 Manguezal

Dentre as espécies de mangues, destacam-se: *Rhizophora racemosa* G.F.W. Meyer, *Rhizophora mangle* L., *Avicennia schaweriana* Stapf & Leech, *Avicennia germinans* L. Stearn e *Laguncularia racemosa* Gaertn (LISBOA et al., 1993; MENEZES et al., 2008).

#### 4.2.3.2 Restinga

Restinga é vegetação assentada sobre neossolos quartzarênicos do Quaternário e sua composição florística é considerada uma extensão da floresta atlântica ou de ecossistemas adjacentes (FILHO, 2009). Ocorrendo adjacente ao oceano nas planícies arenosas quaternárias (ARAUJO & HENRIQUES, 1984). A restinga é um ambiente de extrema fragilidade e caracteriza-se por apresentar o *status* de área em processo de sucessão ecológica. As condições edáficas e climáticas são os fatores de maior influência para o sucesso no estabelecimento das comunidades vegetais nas regiões litorâneas (ARAÚJO *et al.* 2004). Na planície leste da ilha do Marajó são comuns: *Chrysobalanus icaco* L., *Anacardium occidentale* L. e *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. (LISBOA *et al.* 1993).

#### 4.2.3.3 Florestas de várzea

As florestas de várzea dominam a paisagem na zona estuarina amazônica. Elas estão concentradas na planície de inundação cujos sedimentos começaram a se depositar no holoceno durante os últimos 10.000 anos (Almeida *et al.* 2004). Neste ambiente podemos registrar cerca de 55 espécies em 27 famílias, entre essas estão algumas como: *Astrocaryum murumuru* Mart., *Euterpe oleracea* Mart., *Virola surinamensis* (Roll.) Warb, *Carapa guianensis* Aublet (FRANÇA, 2003).

#### 4.2.3.4 Campos naturais

Os campos naturais, caracterizados pela consorciação entre espécies arbóreas e herbáceas, formam manchas que se destacam entre as áreas de capoeiras ou matas secundárias. Esses ambientes podem ser do tipo limpo ou com aglomerados de palmeiras, também chamados de veredas. A origem e manutenção desta paisagem estão relacionadas ao controle edáfico e hidrológico, especialmente o regime de enchentes a que estão submetidos anualmente (AMARAL *et al.*, 2007). Dentre as espécies arbóreas, são exemplos: *Hancornia speciosa* Gom, *Curatella americana* L., *Hyrtella ciliata* (Mart ex Zucc) *Salvertia convallariaeodora* A. St. Hill.. Como espécies herbáceas, encontram-se: *Trachypogon plumosus* (Ness) Kunth, *Cassia hispidula* Vahl, *Borreria verticillata* G.F.W. Mey e *Bulbotylis junciformis* C.B. Clarke (BASTOS, 1984).

#### 4.2.4 Hidrografia

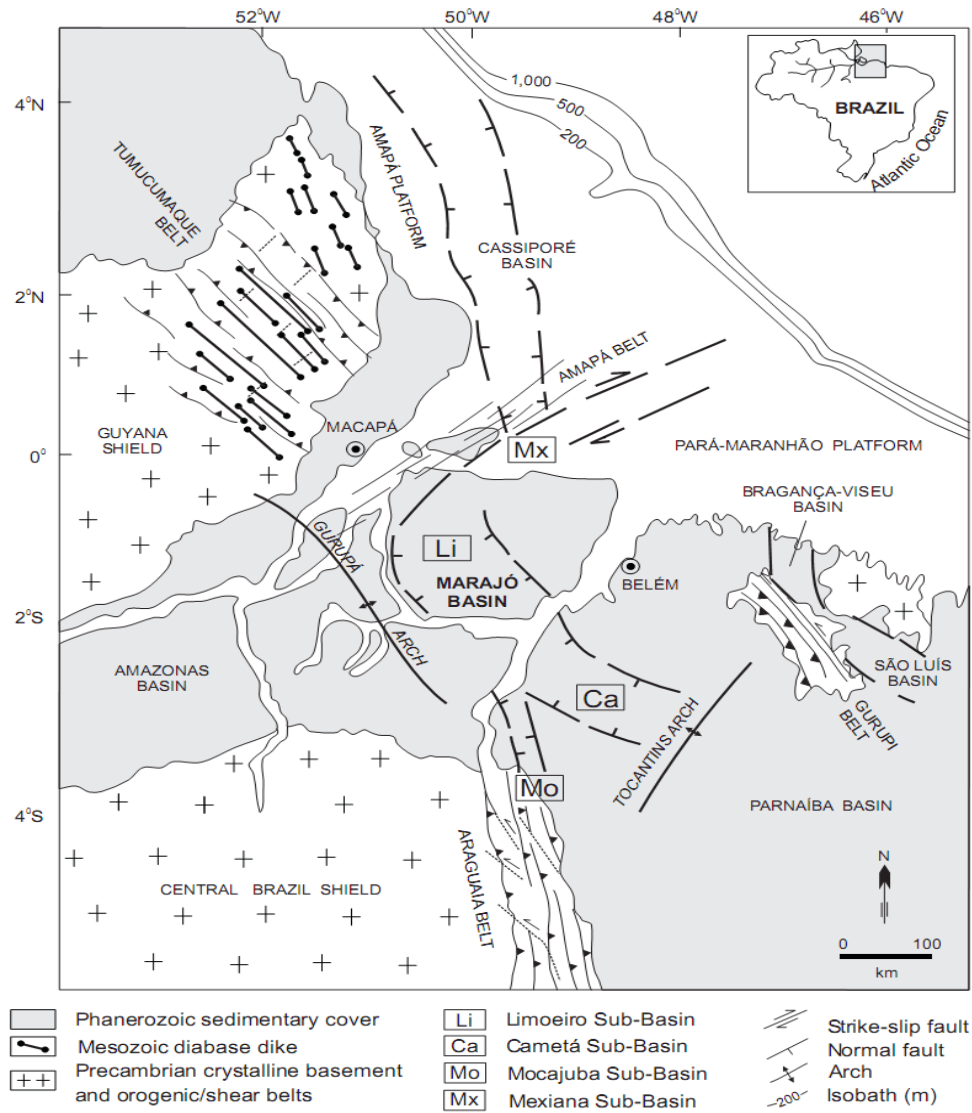
O planalto costeiro apresenta uma rede de drenagem esparsa, formada principalmente por cursos de caráter temporário e lagos (BEMERGUY 1981). Os rios que deságuam na Baía de Marajó são de pequeno porte, apresentam cursos retilíneos e meandantes, e orientações preferenciais NNE-SSW e E-W. O regime é influenciado pela pluviosidade e pelas marés. Da drenagem principal, destaca-se o rio Paracauari, que separa as cidades de Soure e Salvaterra, com trajeto influenciado por elementos estruturais do quadro neotectônico. Na planície costeira, a rede de drenagem é composta por canais de maré. O fluxo e refluxo das marés provocam inversão dos cursos e correntes de maré, favorecendo os processos erosivos e contribuindo com aporte sedimentar para as praias. Os canais de maré têm orientação preferencial W-E e S-N, e deltas de maré vazante com orientação S-N. (FRANÇA, 2003).

#### 4.2.5 Geologia

No arcabouço estrutural da Ilha de Marajó e áreas adjacentes, destacam-se: (1) um sistema de grabens (Mexiana, Limoeiro, Cametá e Mocajuba), que constitui a Bacia de Marajó; e (2) as ombreiras sudoeste (Arco de Gurupá) e nordeste (Marajó Setentrional) (VILLEGAS 1994).

O sistema de grabens é formado por falhas normais lístricas do Terciário que foram reativadas, controlando a deposição das Formações Pirabas e Barreiras (BEMERGUY 1997).

As estruturas neotectônicas da Bacia de Marajó (Terciário Superior e Quaternário) são representadas por um sistema de falhas normais na direção NNW-SSE e NW-SE, e por feixes de falhas transcorrentes de orientação preferencial NE-SW e ENE-WSW, subparalelas ao tensor extensional ( COSTA *et al.* 2002).

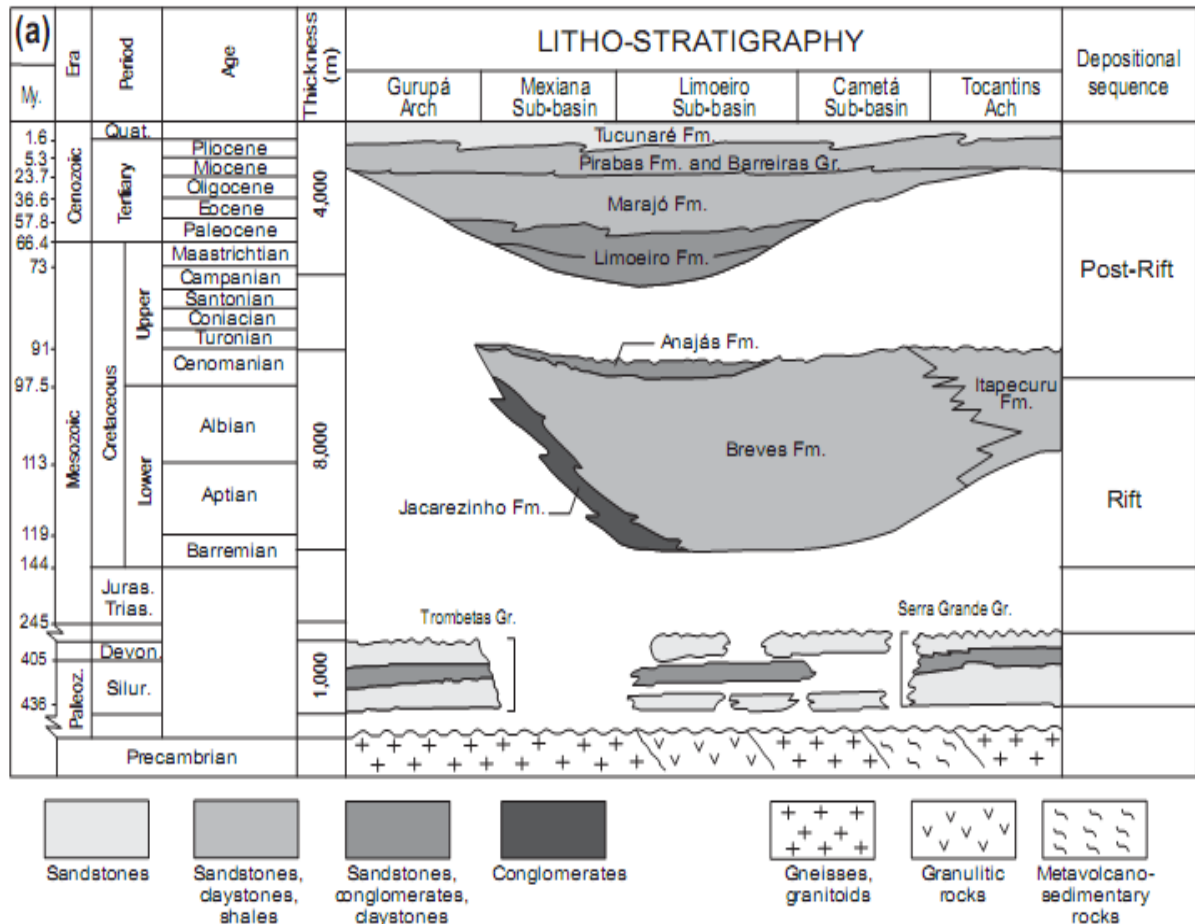


**Figura 4:** Configuração tectônica simplificada do norte do Brasil com a localização do Rift Marajó.

**Fonte:** Adaptado de (COSTA et al., 2002).

O arranjo estratigráfico e a constituição litológica da Ilha de Marajó estão ligados à história sedimentar da Bacia da Foz do Rio Amazonas e à influência dos estuários do Amazonas, a oeste, e do Pará-Tocantins, a leste. O pacote sedimentar neocretáceo e cenozóico foi depositado discordantemente sobre o embasamento pré-cambriano dos escudos das Guianas e Brasileiro, e sobre sedimentos das bacias paleozóicas do Amazonas e do Parnaíba. É composto pelas seguintes formações estratigráficas, da base para o topo (BEMERGUY 1981; VILLEGAS 1994):

- (1) Jacarezinho (Cretáceo): constituído de fanglomerados e arenitos grossos de depósitos de tálus e leques aluviais;
- (2) Limoeiro (paleoceno): constituído de arenitos e argilas/conglomerados subordinados, depositados em ambientes flúvio-deltáicos;
- (3) Marajó (Eoceno-Oligoceno): depósitos derivados de ambientes fluviais e deltáicos;
- (4) Pirabas (Mioceno): sedimentos carbonáticos (ambientes marinhos rasos);
- (5) Barreiras/Pós-Barreiras (Mioceno Médio ao Holoceno): sedimentos clásticos depositados sob condições transicionais (planície de maré, 29 manguezais e canais de maré, ambientes de clima úmido), fluxos gravitacionais e dissipação de dunas eólicas (ambientes de clima seco) (ROSSETTI, 2001).



**Figura 5:** Coluna estratigráfica da ilha de Marajó.

**Fonte:** adaptado de (COSTA et al.,2002).

A região leste da ilha do Marajó é caracterizada por amplos depósitos sedimentares holocênicos derivados de ambientes fluvio-estuarinos, contidos em sua maioria por material lamosos (argila e silte) de coloração cinza médio da planície de inundação. Nesta área também foram reconhecidos inúmeros paleocanis que se destacam dos materiais argilosos tanto no aspecto sedimentar, como no aspecto da vegetação de cobertura e topografia. (ROSSETTI; VALERIANO, 2007).

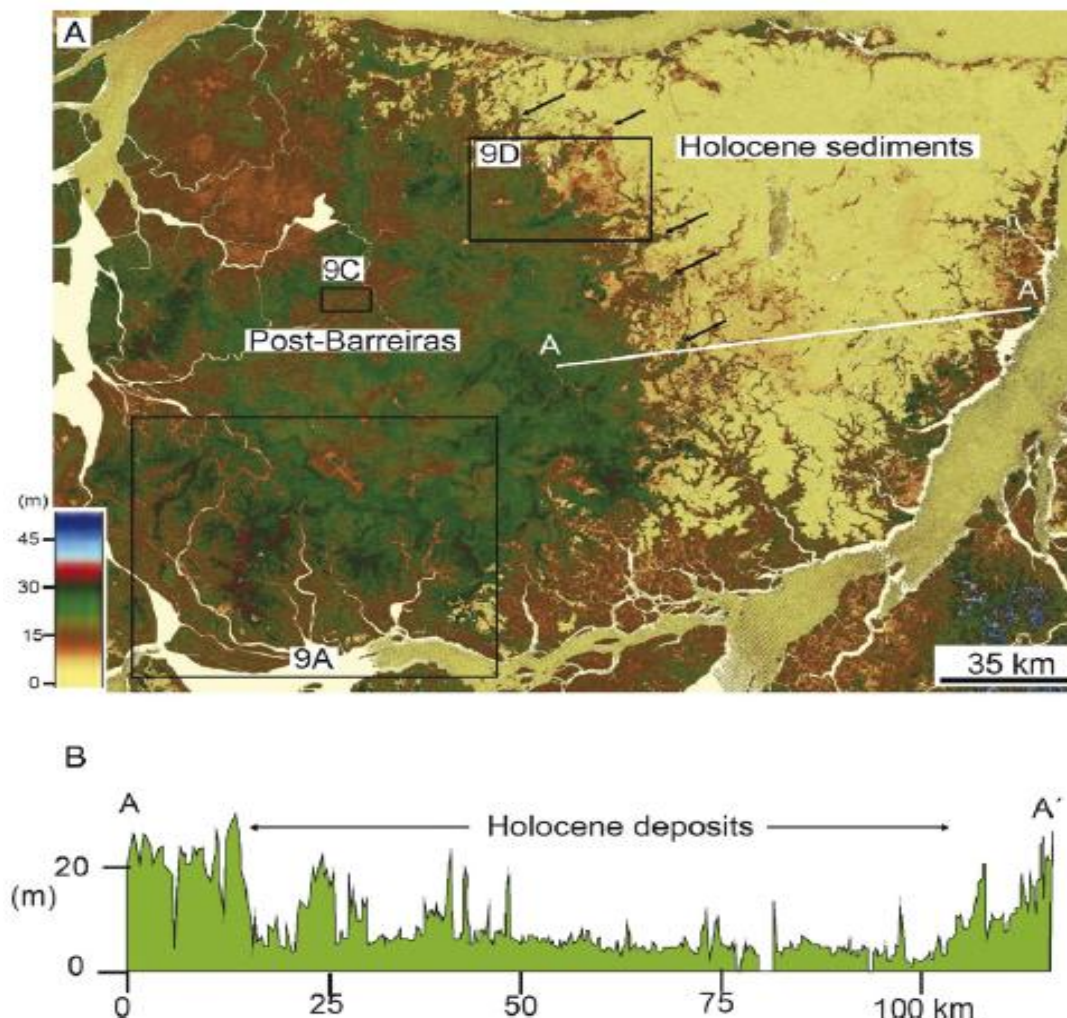
#### 4.2.6 Unidades morfológicas

Esta área é constituída por um planalto costeiro, formado por arenitos e argilitos terciários e quaternários do Grupo Barreiras e Pós-Barreiras. A planície costeira, formada por sedimentos argilosos e arenosos holocênicos de origem fluvio-estuarina, apresentando cotas abaixo de 5m. Estas superfícies são alcançadas

pelas ondas e mares da Baía do Marajó, favorecendo assim o desenvolvimento de manguezias e cordões de praias na região (FRANÇA, 2003).

#### 4.2.7 Relevo

A ilha de Marajó possui dois compartimentos, onde a zona leste apresenta uma topografia plana, com cota média em torno de 5m, sendo constituída por sedimentos holocenos de origem fluvio-estuarina e lacustre (Figura 7). Na porção oeste encontramos uma cota média de aproximadamente 20 m, podendo atingir até 42 m, sendo constituído por sedimentos Pós-Barreiras plio-pleistocênicos, que podem ser observados também no extremo leste da ilha, formando uma estreita faixa (ROSSETTI; VALERIANO, 2007).

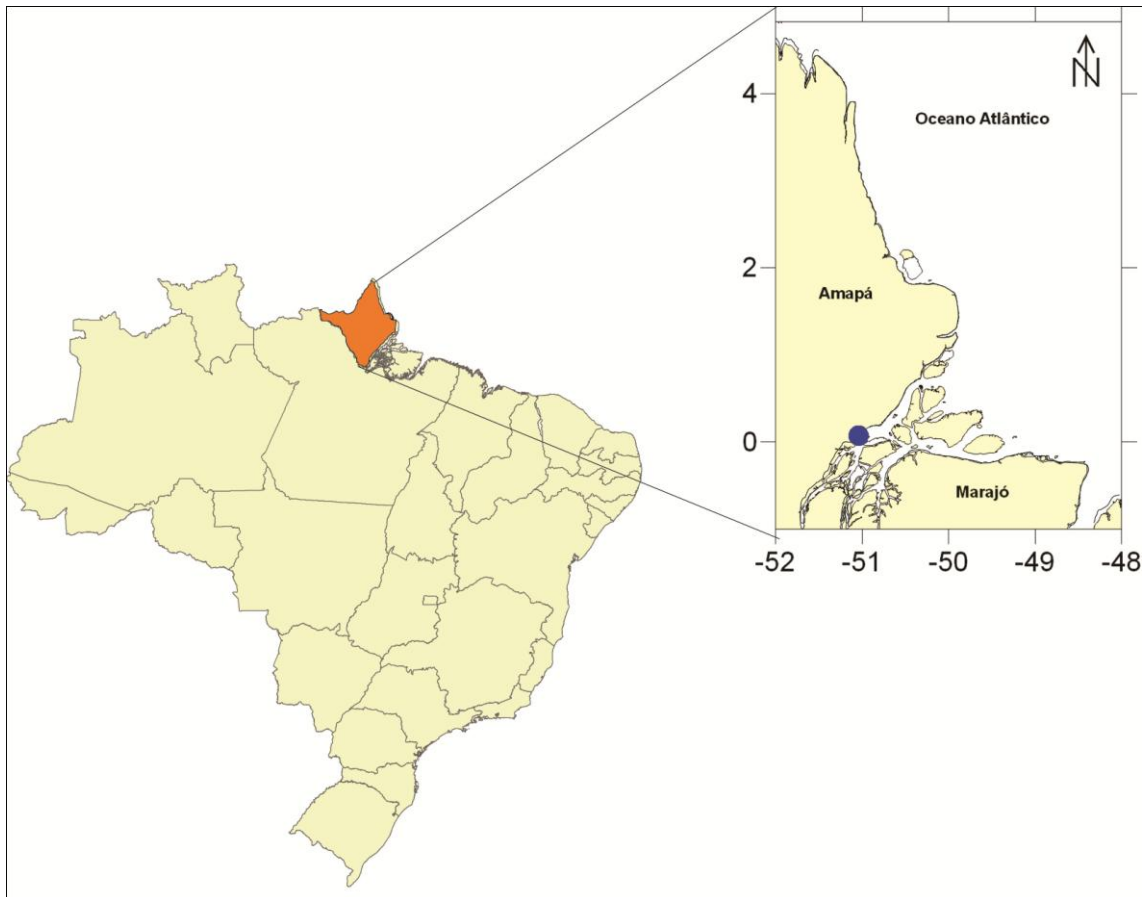


**Figura 6:** Contraste entre os setores leste e oeste da Ilha de Marajó, representados por depósitos Pós-Barreiras e holocênicos, respectivamente.

**Fonte:** Adaptado de ( ROSSETTI; VALERIANO, 2007 ).

### 4.3 AMAPÁ - MACAPÁ

A partir de Belém, o acesso à capital do Estado do Amapá, é feito por via aérea (50 minutos de voo) ou fluvial (24 a 48 horas) através de embarcações utilizadas na região amazônica.



**Figura 7:** Mapa de localização da coleta do testemunho MAC.

### 4.4 ASPECTOS REGIONAIS

#### 4.4.1 Clima

Segundo Bezzerra et al. (1990), a costa amapaense possui em toda sua extensão clima do tipo Megatérmico, devido aos seus elevados índices térmicos em qualquer época do ano, com médias térmicas compensadas anuais oscilando entre 26° e 28°C e decrescendo para sul. As médias anuais máximas entre 30° e 33°C e, das mínimas, entre 21° e 25°C.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima no litoral do estado do Amapá é caracterizado do tipo Amw'. Nesta região, os índices de precipitação são elevados, com totais anuais oscilando entre 1.500 e 3.000 mm, sendo registrada

a maior frequência nos meses de janeiro a julho, período em que se pode registrar 3.000 mm (MORAIS; MORAIS, 2000).

#### 4.4.2 Vegetação

O litoral amapaense apresenta um importante patrimônio biológico ecológico e genético de ecossistemas de alta relevância ambiental. Ao longo da costa alternam-se manguezais, florestas de várzea, igapó e transição, campos inundáveis, lagos e outros ambientes (COSTA NETO et al, 2006; MATOS 2009).

Na planície costeira do estado do Amapá ocorre uma cobertura de floresta denominada Formação pioneira distribuída em áreas Quaternárias da faixa litorânea desde a foz do rio Oiapoque até o estuário amazônico. São divididas em duas sub-regiões: Sub-Região dos Campos da Planície do Amapá e Sub-Região do Litoral composta de Manguezal. A primeira estende-se pelo litoral amazônico e da faixa costeira, sem influencia salina, enquanto que a segunda, compreende os terrenos quaternários formados pela sedimentação de origem flúvio-marinha onde a salinidade do mar funciona como fator seletivo da vegetação numa faixa contínua desde a foz do Oiapoque ao estuário do rio Amazonas, ocupando na costa do estado do Amapá uma faixa de aproximadamente 230.000 ha (LEITE; 1974). São encontradas espécies Siriúba (*Avicennia nítida Jacq*), mangue vermelho (*Rhizophora mangle L.*), mangue-amarelo (*Laguncularia sp.*) e mangue branco (*Laguncularia racemosa Gaertn*), ( LEITE et al 1974; GUIMARÃES, 2006; Matos 2009).

Grande parte dos manguezais localizados no estado do Amapá está sujeita à forte ação erosiva das correntes de maré. Na região compreendida entre a foz do rio Cunani e o cabo Norte são comuns grandes extensões de “mudflats” erosivos, denotando um padrão denteado para este setor. Em alguns trechos da costa esses processos são tão violentos que o manguezal é totalmente destruído e a erosão atua sobre os campos naturais (MENDES, 2003).

Os campos herbáceos periodicamente inundados ocorrem ao longo de todo o setor estuarino, desde o Rio Jarí até o Rio Araguari, sobre terraços holocénico, um pouco acima do nível da água, sendo caracterizado por famílias de macrófitas aquáticas como *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Alismataceae*, *Araceae* e *Maranthaceae*. Os setores com baixa elevação topográfica dos campos são chamados de campos

permanentemente inundados, constituindo-se de depressões nas quais são formados lagos permanentes (V. Neto e Silva; 2004).

Dentre as espécies presentes neste ambiente são citados, o aguapé (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms e *E. azurea* (Sw.) kunth.), cabomba (*Cabomba aquatica* DC.), mururé (*Nunphaea SP.*), e outras aquáticas (V. NETO E SILVA; 2004).

#### **4.4.3 Geologia**

A configuração geológica da região costeira do estado do Amapá é consequência do transporte de sedimentos do grupo Barreiras (areno-argilosos, argilo-siltosos e conglomeráticos) através de sistemas de leques aluviais e lacustres. Em função das oscilações climáticas ocorridas do Pleistoceno ao Mioceno, são evidenciados os processos erosivos e deposicionais, somados com as interferências tectônicas modelando a costa do estado (LEITE; VELOSO; GÓES FILHO, 1974).

A Planície Costeira do Amapá é caracterizada como uma região plana e baixa, com grandes extensões de áreas alagadiças (SILVEIRA, 1998). Constituída por argilas depositadas, tanto em ambientes de mangue, como em níveis mais elevados, com grandes extensões também alagáveis pelas mais extensas preamares. Nessa planície são comuns os depósitos arenosos dos rios Araguaia, Cassiporé, Uaçá, Calçoene, Amapá Grande, Flechal e Cunani, caracterizando um ambiente misto de sedimentação (PETRI; FULFARO, 1983).

#### **4.4.4 Geomorfologia**

No estado do Amapá são identificadas cinco unidades morfoestruturais, submetidas ao retrabalhamento dos processos erosivos. Essas unidades compreendem os planaltos residuais do Amapá; planalto rebaixado da Amazônia; colinas do Amapá; depressão Periférica do Norte do Pará e planície flúvio Marinha Macapá-Oiapoque.(BOAVENTURA & NARITA,1974).

Os Planaltos Residuais são representados por maciços residuais dissecados pelos intensos processos fluviais. Podem apresentar forma de cristas além de formas tabulares com altitudes de até 550 m.

O planalto Rebaixado da Amazônia é representado basicamente por sedimentos do grupo Barreiras, apresentando altitudes de até 100 metros. Possui uma densidade elevada da rede de drenagem.

As colinas do estado do Amapá apresentam uma área extensa e localizam-se no domínio morfoclimáticos dos planaltos residuais e áreas colinosas revestidas por florestas densas. É caracterizada por sedimentos oriundos da dissecação do complexo Guianense e Grupo Barreiras. Variam entre altitudes entre 150 e 200 metros, diminuindo a altitude em direção ao litoral. A Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque (Planície Costeira) foi subdivida em dois domínios morfológicos segundo suas características genéticas, tendo como referência o Rio Flechal. Ao norte, essa unidade foi considerada como sendo de origem predominantemente marinha, enquanto que ao sul, os processos fluviais foram considerados determinantes na sua evolução (SILVEIRA, 1998).

A Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque (Planície Costeira) foi subdivida em dois domínios morfológicos segundo suas características genéticas, tendo como referência o Rio Flechal. Ao norte, essa unidade foi considerada como sendo de origem predominantemente marinha, enquanto que ao sul, os processos fluviais foram considerados determinantes na sua evolução (SILVEIRA, 1998).

#### **4.4.5 Hidrografia**

A planície costeira do Amapá apresenta baixa densidade de drenagem, padrão paralelo bem definido, onde predominam rios de sinuosidade mista, angularidade média, tropia unidirecional e assimetria fraca, registrando-se a presença de formas anômalas em forma de arcos e cotovelos. Em alguns setores da costa, é possível identificar sub-padrões de drenagem diferentes do padrão principal (MENDES, 1994).

A costa do Amapá é topograficamente baixa e os principais rios que cortam a planície costeira são o Araguari, Flechal, Calçoene, Cunani, Cassiporé, Uaçá e Oiapoque (MENDES, 1994).

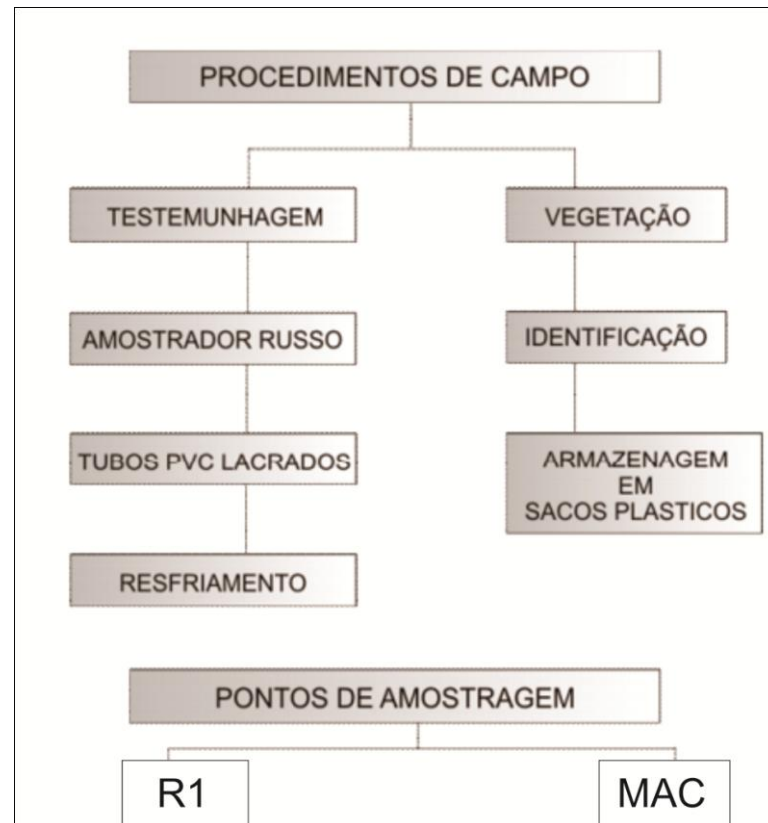
## 5 AMOSTRAGEM

### 5.1 ATIVIDADES DE CAMPO

Dois testemunhos de sedimento foram coletados com o auxílio de um *amostrador russo* (COHEN, 2003) na ilha de Marajó situado na planície costeira da região leste da ilha (Figura 3) e na cidade de Macapá no estado do Amapá. Os locais de coleta foram denominados como RESEX 1 (R-1) e Macapá. O R-1 é caracterizado como uma área de transição entre o Manguezal e a Restinga. Ele apresenta um predomínio do gênero *Rhizophora* com árvores de aproximadamente 30 m de altura, além da presença de famílias como Araceae, Arecaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae e Poaceae. (Tabela 1).

Tabela 1 – Localização dos testemunhos de sedimento, profundidade e composição da vegetação.

Local	Profundidade	Vegetação atual principal	Localização
R-1	150 cm	Araceae, Arecaceae, Cyperaceae, Poaceae, Malpighiaceae <i>Rhizophora</i>	S 00°40'26.3 e W 048°29'37.2"
MAC	150 cm	Poaceae, Cyperaceae, Alismataceae, Araceae Maranthaceae.	N00°04'15.3" e W 51° 02'15.7"



**Figura 8** – Procedimentos de campo para coleta de material e imagem dos pontos de amostragem.

### 5.1.1 Armazenamento das amostras

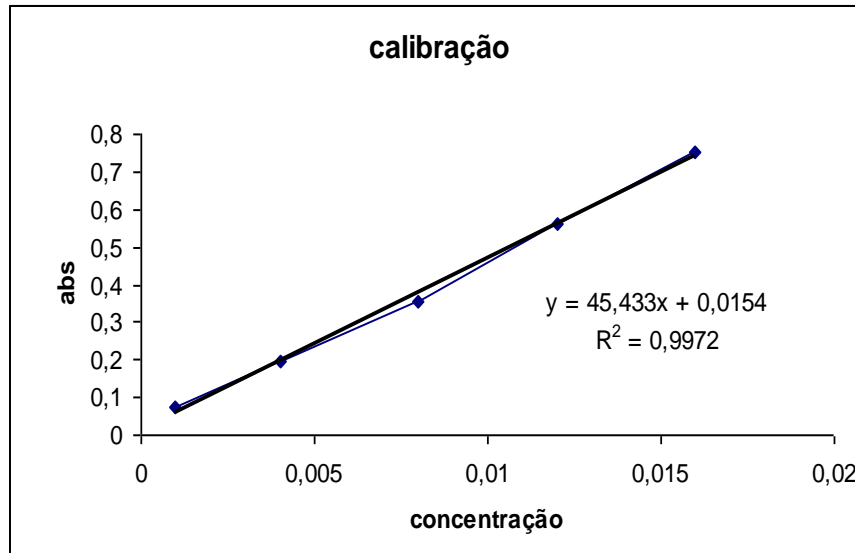
Os testemunhos de sedimento coletados foram acondicionados em tubos e filme de PVC (50 cm), em seguida conduzidos a um freezer com temperatura em torno de 4°C (Figura 8), com o objetivo de evitar o crescimento de fungos e bactérias no material, pois esses organismos podem metabolizar compostos de carbono dos sedimentos e trocar CO<sub>2</sub> com a atmosfera, contaminando as amostras com carbono recente (COLINVAUX et al., 1999).

## 5.2 ATIVIDADES DE LABORATÓRIO

### 5.2.1 Quantificação de tanino

Este método segue as considerações reproduzidas por Price & Butler (1977) para análise quantitativa de tanino por meio da espectrofotometria de absorção. A quantificação deste fenol é baseada nas reações de redução, seguidas da formação de um complexo íon ferrocianeto-ferroso.

Foram obtidas soluções de tanino com concentrações conhecidas, para obtenção de uma curva de calibração. Sendo assim, foi necessário pesar 0,17 g de tanino, adicionar 1 mL de HCl (1 mM) e diluir até 100 mL com água deionizada, para preparação das concentrações de tanino a 0,001 mM; 0,004 mM; 0,008 mM; 0,012 mM e 0,016 mM (Figura 9).



**Figura 9** – Curva de calibração de tanino.

Para a abertura das amostras, foram pesados em uma balança analítica 1,5 g de sedimento da amostra e diluídos em 50 mL de água deionizada, permanecendo durante 24h em agitação. Após este procedimento as amostras foram centrifugadas por um intervalo de 5 minutos a uma velocidade de 3.500 RPM. Posteriormente, foi retirado 1 mL do líquido sobrenadante para adição de 2 mL do reagente cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) (0,008 M) e 10 mL do complexante Hexacianoferrato ( $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) (0,0015 M).

Os dados espectrais foram obtidos após o intervalo de 10 minutos, por meio de um espectrofotômetro da marca BIOSPECTRO (SP-220, faixa de 200 a 1.000 nm), utilizando o comprimento de onda de 720 nm. Foram realizadas cinco determinações em intervalos de 5 cm de profundidade, obtendo o desvio padrão de aproximadamente 0,007.

As reações que ocorrem no uso desta técnica variam de acordo com o tempo, e são completadas em um intervalo de 10 minutos, deste modo a cor amarela muda para a tonalidade verde ou azul com o aumento da concentração de tanino (PRICE; BUTLER, 1977). O “azul da prussian” é somente obtido uma vez que a concentração

de tanino seja elevada o suficiente para total complexação dos reagentes com a molécula deste fenol.

### 5.3 PALINOLOGIA

#### 5.3.1 Processamento das amostras

As amostras retiradas para análise palinológica apresentam uma grande concentração de matéria orgânica, areia, silte, argila. A complexidade desta etapa da análise é percebida pelo montante do material que deverá ser descartado até que o resultado final seja somente o pólen, sendo possível devido à resistência apresentada ao processo químico pela parede celular dos palinófitos. Contudo, devido algumas partículas orgânicas e inorgânicas serem quimicamente muito similares ao pólen, esses ataques químicos não produzem um material constituído somente de pólen. Assim, foi retirado 0,5 ou 1 cm<sup>3</sup> de sedimento com a utilização de um medidor de volume feito de aço inoxidável onde o sedimento é colocado dentro da cavidade cilíndrica e depois retirado por um embolo produzindo assim pastilhas de sedimentos. Esse ato repete-se ao longo de todo o testemunho em intervalos de 5 cm.

As pastilhas de sedimentos retiradas do testemunho foram colocadas em tubos de centrífuga, devidamente marcados com a estação e a profundidade na qual foi feita a retirada das pastilhas. Esses tubos são obrigatoriamente de polipropileno que é insolúvel ao ataque ácido. Juntamente com as pastilhas de sedimentos foi adicionado tabletes de marcadores exóticos, esporos de *Lycopodium* (STOCKMARR, 1971), para o cálculo da concentração de pólen (grãos/cm<sup>3</sup>) e a razão da acumulação de pólen (grãos/cm<sup>2</sup>/ano).

Na contagem final a razão de esporos marcadores de *Lycopodium* e de pólen contados permite o cálculo da concentração polínica original. Cada tablete é constituído por 10,600 esporos de *Lycopodium*.

Após o término da adição dos esporos é realizado o tratamento ácido, sendo constituído das seguintes etapas.

### 5.3.2 Tratamento com Ácido Clorídrico (HCl)

Esta etapa do tratamento consiste na remoção do carbonato (CO<sub>3</sub>) presente no material sedimentar e dissolução da matriz carbonática da pastilha de *Lycopodium*, através da adição de HCl a 10%.

A reação que ocorre é a seguinte:



Este processo é seguido por mistura das amostras com a utilização de um bastão-misturador feito de teflon para cada tubo de ensaio, evitando assim a contaminação da amostra, e em seguida o material foi conduzido à centrífuga onde permaneceu por 5 minutos e a 2500 rotações, para decantação.

O líquido residual foi retirado e o material lavado com água destilada até que o decantado estivesse claro. Novamente o material foi conduzido à centrífuga, o líquido residual retirado dos tubos, para a segunda etapa do tratamento.

### 5.3.3 Tratamento com Ácido Fluorídrico (HF) concentrado

Uma grande quantidade de sílica pode provocar um sério problema no estágio de identificação pelo fato de provocar o obscurecimento dos grãos de pólen (INDIANA UNIVERSITY, 2005). Tendo em vista esse fato, foi realizado a adição de HF na amostra, e deixado em repouso por 24h, com capela de exaustão de gases ligada devido a alta toxicidade dos gases liberados por este ácido.

A reação que ocorre é a seguinte:



Terminado este período o material segue para lavagem, centrifugação, retirada do líquido residual, adição de HF e repouso de 24h novamente, onde após este tempo foi realizada nova lavagem, centrifugação, retirada do líquido residual, e preparação para a terceira etapa do tratamento.

#### **5.3.4 Tratamento com Ácido Acético Glacial (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)**

Esta etapa é extremamente necessária por causa da quarta etapa envolvendo ácido sulfúrico. O C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> reage com a amostra retirando a água nela presente. Esta reação é essencial para que não ocorra desperdício de ácido sulfúrico através da reação com a água presente nas paredes do tubo de ensaio ou no sedimento umedecido.

Assim, foi adicionado C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> à amostra, seguido de mistura, centrifugação, e retirada do líquido residual, não sendo necessária a permanência do ácido por um período de tempo maior que 15 minutos nos tubos de ensaio.

#### **5.3.5 Tratamento com Acetólise**

Esta etapa do procedimento químico remove celulose e polissacarídeos das amostras por oxidação (UNIVERSITY OF CAMBRIDGE, 2005). A substância atuante nesta etapa, a Acetólise (ERDTMAN, 1960), é obtida através da mistura de nove partes de anidrido acético (CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>), primeiramente, por volume para uma parte de ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Cerca de 15 ml da solução foi adicionada às amostras. Os tubos de ensaios foram submetidos a aquecimento em banho-maria, sendo constantemente misturados por um período que variou de 10 a 20 minutos até que o líquido contido nos tubos ficasse escuro. Após esse processo foi realizada centrifugação, retirada do líquido residual e lavagem (2x), sendo deixado nos tubos cerca de 5 ml de água no intuito de facilitar a transferência da amostra dos tubos de ensaio para tubos de Evergreen.

#### **5.3.6 Montagem de lâminas para a microscopia**

Na confecção de lâminas para análise microscópica foram utilizadas lâminas Bioslide 25,4 x 76,2 mm, lamínulas 22x22 mm, glicerina, pipetas, bastões de teflon, e esmalte base de unha.

Com o auxílio de pipetas, algumas gotas do material armazenado nos tubos de Evergreen foram retiradas e colocadas nas lâminas, devidamente marcadas com a profundidade e a estação na qual foi feita a retirada das pastilhas de sedimentos. Em seguida, uma pequena quantidade de glicerina foi adicionada à lâmina. Esta lâmina foi aquecida para o completo derretimento da glicerina, uma vez que a glicerina servirá como fixadora do material contido na lâmina. Bastões de teflon

serviram para misturar o material amostrado com a glicerina, e em seguida as lamínulas foram assentadas sobre as lâminas.

Esmalte base de unha foi usado para selar as margens da lamínula com a lâmina, com a finalidade de preservar o material contido nas lâminas da umidade do ar, o que provocaria o ressecamento da amostra.

#### 5.4 ANÁLISE MICROSCÓPICA E CONFECÇÃO DE GRÁFICOS POLÍNICOS

A fase de identificação e contagem dos grãos de pólen das lâminas foi executada em um microscópio Carl Zeiss Axioskop 2 *plus* conectado ao computador por meio de uma microcâmera. Através do Software AxioVision as microimagens foram processadas, e os grãos de pólen catalogados e armazenados em um banco de dados.

Os dados da contagem dos grãos de pólen foram introduzidos no programa TiliaGraph para confecção dos diagramas e análise estatística (GRIMM, 1987).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 MARAJÓ – R1

O diagrama polínico do testemunho R-1 que iniciou em 150 cm de profundidade, apresenta a abundância polínica de cada táxon e dos esporos, além do somatório polínico dos diferentes grupos (Figura 10). A concentração e a taxa de acumulação variaram entre 5.000 a 100.000 grãos/cm<sup>3</sup>, e 100 a 2.500 grãos/cm<sup>2</sup>/ano, respectivamente.

Baseando-se na análise palinológica e na quantificação de tanino foi possível identificar a presença de três zonas, que registraram alterações nas assembléias polínicas, ilustradas na análise de Cluster (CONISS). A primeira (R1#1) inclui as amostras entre as profundidades 150 e 136 cm (6 amostras). A segunda zona polínica (R1#2) corresponde à profundidade entre 135 e 90 cm (19 amostras), e a terceira zona (R1#3) a partir de 90 cm até a superfície, (36 amostras).

Nesta primeira zona (R1#1) compreendida entre 150-136 cm a concentração de grãos de pólen esteve em aproximadamente 5.000 grãos/cm<sup>3</sup> de material, com uma taxa de acumulação variando entre aproximadamente 100 a 200 grãos/cm<sup>2</sup>/ano. Nesta fase registramos na base do testemunho R-1 o desenvolvimento de uma planície herbácea colonizada em grande parte por *Cyperacea* (5 a 40 %), *Poacea* (5 a 30%) e *Fabacea* (5 a 20%), sendo também observado representantes de manguezal (15 a 70%) (Figura 10). A base (150 cm) deste testemunho apresenta valores elevados de tanino (~22 mM), seguido por uma diminuição até aproximadamente 135 cm de profundidade, onde atingiu o valor de (~7 mM), isso se deve a uma expressiva diminuição da percentagem de grãos de pólen de *Rhizophora* e aumento dos de erva.

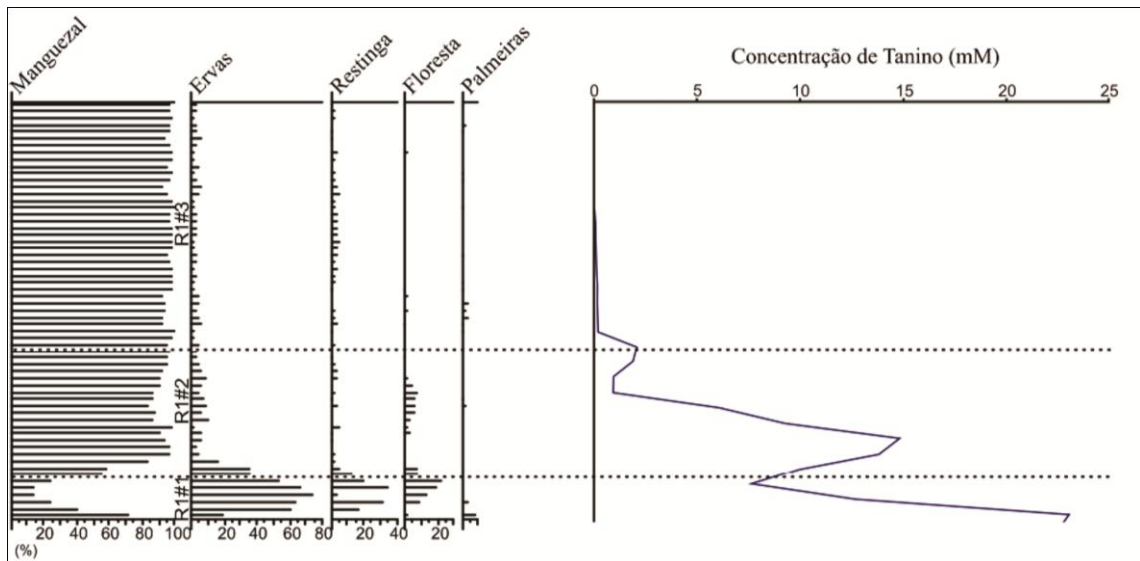
Em seguida na segunda zona (R1#2) variando de 135-90 cm a concentração de grãos de pólen variou entre aproximadamente 5.000 a 50.000 grãos/cm<sup>3</sup>, e a taxa de acumulação esteve em torno de 100 a 1.000 grãos/cm<sup>2</sup>/ano.

Esta fase é caracterizada pela expansão dos Manguezais com predominância de *Rhizophora* (55 a 95%) e algumas árvores do gênero *Avicennia*(~3%) e a redução dos grãos de pólen da planície herbácea (3 a 35%), onde até a profundidade de 115 cm ocorre um significativo aumento na concentração de tanino (~15 mM) acompanhado de um aumento na percentagem de grãos de pólen de *Rhizophora*. Em seguida, até a profundidade de 80 cm os valores de tanino

diminuem, mas as porcentagens de grãos de pólen de *Rhizophora* permanecem elevadas em relação às ervas. Após essa fase até a superfície os valores de tanino mantiveram-se próximos de 0 mM.

Na terceira zona (R1#3) compreendida entre 90-0 cm a concentração polínica variou entre aproximadamente 25.000 e 100.000 grãos/cm<sup>3</sup>, e a taxa de acumulação esteve entre 500 e 2.500 grãos/cm<sup>2</sup>/ano. Esse intervalo é marcado pela expressiva frequência de grãos de pólen do Manguezal (90 a 98%) evidenciada através do elevado conteúdo polínico do gênero *Rhizophora* (92 a 98%), seguido dos grãos de pólen de *Avicennia* (~3%). Ocorreu nesta zona uma expressiva diminuição dos grãos de pólen da Planície Herbácea (3 a 7%), representados principalmente pela família *Poaceae* (2 a 6%), seguido de *Cyperaceae* (2 a 5%), *Fabaceae* (1 a 6%), *Rubiaceae* (~3%), e apresentando valores de tanino próximo de 0 mM.

A justificativa pela falta de correlação entre os grãos de pólen de *Rhizophora* e concentração de tanino nos sedimentos mais próximos da superfície dos testemunhos pode estar ocorrendo devido à entrada de novas espécies na área de estudo, em função das alterações nas características físico-químicas do sedimento, que podem ser geradas por meio das oscilações no fluxo de inundação das marés (acúmulo de sais, granulometria e intensidade das ondas), resultando em condições que podem prejudicar o desenvolvimento dessas plantas (BERNINI; REZENDE, 2004). Portanto, a estrutura e maturação das árvores do gênero *Rhizophora* que formam este ecossistema de Manguezal, também devem ser fatores considerados, pois refletem o grau de desenvolvimento e produção deste fenol (MONTEIRO et al., 2005). Além disso, a preservação deste fenol nos sedimentos analisados depende diretamente da presença de árvores enriquecidas em tanino rigorosamente próximo do local de amostragem, pois o acúmulo de tanino depende da natureza da matéria orgânica acumulada no sedimento, e o raio de alcance dos resíduos orgânicos de uma árvore de *Rhizophora* no interior de um Manguezal é relativamente limitado quando comparado com a dispersão polínica, ou seja, o sinal polínico no sedimento analisado apresenta uma representatividade espacial da vegetação maior do que o sinal biogeoquímico do tanino (COHEN et al., 2008; 2009). Portanto, a presença de tanino nos sedimentos indica a existência de árvores de *Rhizophora* praticamente imediatamente acima da superfície do sedimento analisado, enquanto que a ocorrência de grãos de pólen de *Rhizophora* pode indicar a presença de um bosque de Manguezal nas proximidades do sedimento analisado.



**Figura 10**– Integração, perfil polínico e concentrações de tanino (mM) ao longo do testemunho R-1.

## 6.2 AMAPÁ-MAC

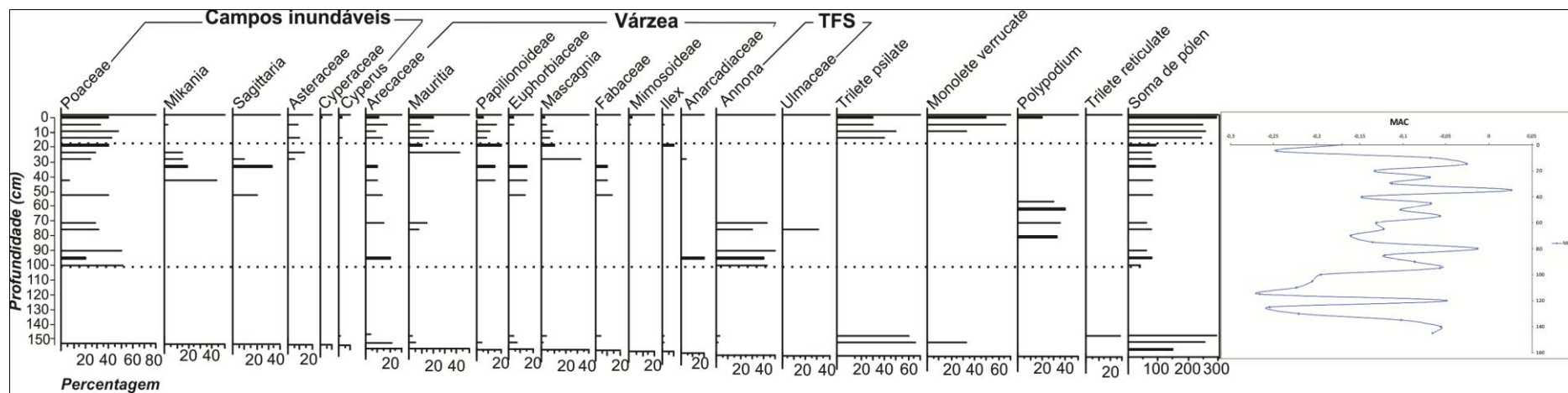
No testemunho MAC foi realizada análise do conteúdo polínico e quantificação de tanino, onde não encontramos concentrações desse fenol tendo a maioria dos resultados abaixo de zero, isso se deve provavelmente ao fato de não ter sido encontrado grãos de pólen de manguezal (*Avicennia* e *Rhizophora*), como é possível verificar no testemunho R-1. Utilizando as características das assembléias vegetais podemos separar os testemunhos por zonas de paleovegetação (Figura11).

Na base do testemunho, entre 150 e 100 cm, indicou a *predominância Trilete psilate* (60 a 67%), *Monolete verrucate* (34%) e comuns em ambientes de campo herbáceo. Havendo ainda uma pequena concentração de grãos de pólen *Arecaceae* (5% a 22%), *Mauritia* (2% a 5%), *Euphorbiaceae* (5% a 9%), comuns de ambientes de várzea, sugerindo uma influência de água doce na vegetação da região.

No período compreendido entre 20 e 100 cm temos uma baixa concentração de grãos de pólen uma grande diversidade de famílias encontradas, onde verificamos o início do domínio dos campos inundáveis tendo como principais representantes *Poacea* (7% a 50%), *Mikania* (15% a 43%), *sagittaria* (10% a 42%), e *polypodium*, mas observamos a presença da vegetação de várzea como *Arecaceae* (10% a 20%), *Mauritia* (10% a 43%), *Papilionoideae* (15% a 20%) podendo indicar períodos de inundação da região. Logo em seguida na ultima zona compreendida entre 20 e 0 cm observamos a mesma resposta polimica, mais com maior concentração dos grãos de pólen, tendo domínio do ambiente de campo

campos inundáveis como principais representantes *Poacea* (32% a 55%), *Trilete psilate* (30% a 50%), *Monolete Verrucate* (35% a 65%) e *Polypodium* (20%) e ainda tendo influência do ambiente de várzea *Arecacea* (10% a 19%), *Mauritia* (9% a 20%), *Papilionoideae* (5% a 16%).

A quantificação de tanino não apresentou valores expressivos, pois a concentração de pólenes de manguezal (*Avicennia* e *Rhizophora*) é muito baixa, colaborando com os dados de França 2007, que verificou resultados similares, onde os valores registrados na curva de análise de tanino são considerados nulos (Figura 11).



**Figura 11:** Perfil de integração entre as concentrações de tanino e o conteúdo polínico do testemunho MAC.

## 7 CONCLUSÃO

O testemunho Resex-1(R1) apresentou relação entre a paleovegetação e as concentrações de tanino presentes no sedimento. Uma parcial falta de correlação entre os grãos de *Rhizophora* e a concentração de tanino pode ser atribuída ao processo de entrada de novas espécies na área de estudo, em função das alterações nas características físico-químicas do sedimento, que podem ser geradas por meio das oscilações no fluxo de inundação das marés (acúmulo de sais, granulometria e intensidade das ondas), resultando em condições que podem prejudicar o desenvolvimento dessas plantas.

De acordo com os dados de pólen, não encontramos ocorrência da vegetação de manguezal durante a deposição dos depósitos de sedimentos do MACAPÁ (MAC). Portanto, como esperado, as concentrações de tanino são consideradas estáveis e próximas de 0 mM. Provavelmente o acúmulo de tanino ao longo do testemunho da ilha do Marajó indica presença de paleomanguezais nessa região, e o domínio de campos herbáceos na costa do Amapá.

Análises espectroanalíticas dos testemunhos indicam um aumento nas concentrações de tanino em sedimentos acumulados durante períodos de forte expansão de manguezais. Confirmando o uso desse fenol como indicador complementar para o estudo de paleomanguezais.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, D. D.; VIEIRA, I. C. G.; SALOMÃO, R. P.; ALMEIDA, S. S.; SILVA, J. B. F.; COSTA NETO, S. V.; SANTOS, J. U. M.; CARREIRA, L. M. M.; BASTOS, M. N. C. *Campos e florestas das bacias dos rios Atué e Anajás, Ilha do Marajó, Pará* – Belém: MPEG, 2007. p. 110.
- Aguilar, C. N.; Augur, C.; Viniegra-González, G.; Favela, E. A comparison of methods to determine Tannin Acyl Hydrolase Activity. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, v. 42, n. 3, p. 355-361. 1999.
- ARAÚJO, D. S. D.; HENRIQUES, R. P. B. Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (org.), *Restingas: origem, estrutura e processos*. Niterói – RJ: CEUFF, 1984. p. 159-193.
- ARAÚJO, D. S. D.; PEREIRA, M. C. A.; PIMENTEL, M. C. P. Flora e restinga de comunidades na restinga de Jurubatiba – síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação Aberta de *Clusia*. In: ROCHA, C. F. D.; ESTEVES, F. A.; SCARANO, F. R. (orgs.), *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba – ecologia, história natural e conservação*. São Carlos – SP: RiMa, 2004. p. 59-76.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D. SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. *Acta Amazonia*. v. 34, p. 513-524. 2004.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; LIMA, A.; LIMA, M. V. Determinação de tanino em pedúnculo de caju: método da vanilina versus método do butanol ácido. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 26, n. 5. 2003.
- BASTOS, M. N. C. Levantamento florístico dos campos do Estado do Pará. I – Campo de Joanes (Ilha de Marajó). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Botânica)*, v. 1, p. 67-6. 1984.
- BATTESTIN V.; MATSUDA L. K.; MACEDO G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 15, n. 1, p. 63-72. 2004.
- BALSAM, W. L.; DEATON, B. C. Sediment dispersal in the Atlantic Ocean: Evaluation by visible light spectra. *Rev. Aquat. Sci.* v. 4.p. 411-447. 1991.

BALSAM, W. L., Estimating sediment organic content and percent calcium carbonate in marine sediment from NUV/VIS/NIR spectra. *EOS*. v. 73,p. 308. 1992.

BALSAM, W. L.; WOLHART, R. J. Sediment dispersal in the Argentine Basin: evidence from visible light spectra. *Deep Sea research part II: Tropical Studies in Oceanography*. v. 40, p. 1001-1031. 1993.

Balsam, W. L.; Deaton, B. C., Determining the composition of late quaternary marine sediments from NUV, VIS, and NIR diffuse reflectance spectra. *Marine Geology*, v. 134, p. 31–55. 1996.

BALSAM, W. L.; DEATON, B. C.; DAMUTH, J. E. The effects of water content on diffuse reflectance spectrophotometric studies of deep-sea sediment cores. *Marine Geology*, v.149, p. 177-189. 1998

BALSAM, W. L.; DEATON, B. C.; DAMUTH, J. E., Evaluating optical lightness as a proxy for carbonate content in marine sediment cores. *Marine Geology*. v. 161. p. 141-153. 1999.

BARRANCO JR., F. T.; BALSAM, W. L.; DEATON, B. C., Quantitative reassessment of brick red lutites: evidence from reflectance spectrophotometry. *Marine Geology*, V. 89, p. 299-314. 1989.

BEMERGUY, R. L. *Estudo sedimentológico dos paleocanais da região do Rio Paracauari, Ilha do Marajó – Estado do Pará*. 1981. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1981.

BEMERGUY, R. L.. *Morfotectônica e Evolução Paleogeográfica da região da calha do rio Amazonas*. 1997. 199 f. Tese (Doutorado em Geologia) Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.

BEHLING, H.; COHEN, M. C. L.; LARA, R.J. Studies on Holocene mangroves ecosystem of the Bragança Peninsula in north-eastern Pará, Brazil. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol*, v.167, p. 225-242. 2001.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v. 18, p. 491- 502. 2004.

BEZERRA, P. E. L.; OLIVEIRA, W.; REGIS, W. D. E.; BRAZÃO, J. E. M.; GAVINHO, J.; COUTINHO, R. C. P. Amazônia legal: zoneamento das potencialidades e dos recursos naturais. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. *Projeto zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazônia: geologia, solos e vegetação*. 1990. 5ª ed., Rio de Janeiro, p. 9-89, (Relatório de atividades).

BOUCHDAD, A.; GILLON, Y.; GAGNEPAIN, C. Effect of the ripe seed husks of viciafaba on the larval development of callosobruchus-maculatus. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 42, n.3, p. 219-223. 1986.

BOAVENTURA, F. M. C; NARITA, C. Geomorfologia da Folha NA/NB.22 Macapá. In: PROJETO RADAM. *Projeto de Integração Nacional*. Rio de Janeiro: DNPM. Parte II, p.1-36. 1974. (Levantamento de Recursos Naturais v. 6).

BOSSU, C. M.; FERREIRA, E. C.; CHAVES, F. S.; MENEZES, E. A.; NOGUEIRA, A. R. A. Flow injection system for hydrolysable tannin determination. *Microchemical Journal* v. 84, p. 88-92. 2006.

CABRAL FILHO, S. L. S. *Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos*. 2004. 88f. Tese de Doutorado-USP, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba – São Paulo, 2004.

CANNAS, A. *Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules*. Itaka. [s.n.] 1999.

CHAPMAN, V. J. *Mangrove vegetation*. Germany: J. Cramer. 1976. 447 p.

COHEN, M. C. L.; LARA, R. J. Temporal changes of mangrove vegetation boundaries in Amazonia: Application of GIS and remote sensing techniques. *Wetlands Ecology and Management*, v.11, p. 223-231. 2003.

COHEN, M. C. L; BEHLING, H; LARA, R. J. Amazonian mangrove dynamics during the last millennium: The relative sea-level and the Little Ice Age. *Review of Palaeobotany & Palynology*, v. 136, n.1-2, p. 93-108. 2005.

COHEN, M. C. L.; LARA, R. J.; SMITH, C. B.; ANGÉLICA, R. S.; DIAS, B. S.; PEQUENO, T. Wetland dynamics of Marajó Island, northern Brazil, during the last 1000 years. *CATENA*, v. 76, p. 70-77. 2008.

COHEN, M.C.L; GUIMARAES, J.T; FRANÇA, M.C; LARA, R.J; BEHLING, H. Tannin as an indicator of paleomangrove in sediment cores from Amapá, Northern Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, v. 17, p. 145-155. 2009.

COLINVAUX, P. A.; De OLIVEIRA P. E.; PATIÑO, J. E. M. Amazon Pollen Manual and Atlas – Manual e Atlas Palinológico da Amazônia. Amsterdam: *Hardwood Academic*. 1999. 332 p.

COSTA, J. B. S.; HASUI, Y.; BEMERGUY, R. L.; SOARES-JUNIOR, A. V.; VILLEGAS, J. M. C. Tectonic and paleogeography of the Marajó Basin, northern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* v. 75 n.3, p. 519-531. 2002.

COSTA NETO, S. V.; SENNA, C. S. F.; COUTINHO, R. S. *Vegetação das áreas Sucuriju e Região dos Lagos*, no Amapá. In: INVENTARIO biológico das áreas do Sucuriju e região dos Lagos no Estado do Amapá. MMA/PROBIO, Macapá, p. 41-79. 2006.

DEATON, B. C.; BALSAM, W. L. Visible spectroscopy—A rapid method for determining hematite and goethite concentration in geological materials. *Journal of Sedimentary Petrology*. v. 61 p. 628–632. 1991.

DEATON, B. C.; BALSAM, W. L., Determination of metalloporphyrins in rocks, sediments and other geological materials using total reflectance spectrophotometry. *Org. Geochem.* v. 24. p. 323-331. 1996.

DESPHANDE, S.S. CHERYAN, M.SALUNKHE, D.K. Tannin analysis of foods products. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, v. 24. p. 401-449. 1986.

Departamento de Hidrografia e Navegação (*DHN*), Rio de Janeiro, 2003.

ERDTMAN, G. The acetolysis method: in a revised description. *Sv. Bot. Tidskr. Lund*, v. 54, n. 4, p. 561-564. 1960.

FILHO, F. S. S. *Composição Florística e Estrutural da Vegetação de Restinga do Estado do Piauí -PE*. 2009. 120 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, 2009.

FRANÇA, C.F. *Morfologia e mudanças costeiras da margem leste da Ilha de Marajó (PA)*. 144 f. Tese (Doutorado em Geologia), Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2003.

FRANÇA, M. C. *Avaliação quantitativa de tanino em sedimentos da costa do Amapá*. 2007. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

FRANÇA, M. C. *Mudanças na vegetação do litoral leste da ilha de Marajó durante o holoceno superior*. 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2010.

GETACHEW, G. *Tannins in tropical multipurpose tree species: localization and quantification of tannins using histochemical approaches and the effect of tannins on in vitro rumen fermentation*. Stuttgart: Verlag Ulrich E. Grauer, 1999. 186 p.

GORNITZ, V. Global coastal hazards from future sea level Rise. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 89, p. 379-398, 1991.

GRIMM, E. C. CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of square. *Computer and Geosciences*, v. 13, p. 13-35. 1987.

GUIMARÃES, J. T. F. *Estudos da reflectância espectrofotométrica em testemunhos de sedimentos do litoral do Amapá*. 2006. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

HAGERMAN, A.; BUTLER, L. G. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. *J. Biol. Chem.* v. 256, p. 4494-4497. 1981.

HASLAM, E. *Chemistry of vegetable tannin*. London: *Academic Press*, p. 179. 1989.

HERZ, R. *Manguezais do Brasil*. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. p. 227. 1991.

HESLOP, D.; VON DOBENECK, T.; HÖCKER, M. Using non-negative matrix factorization in the "unmixing" of diffuse reflectance spectra. *Marine Geology*, v. 241, p. 63-78. 2007.

INDIANA UNIVERSITY. Department of Geology, School of Science. *Field sample processing*. Indianapolis, 2005. Disponível em <http://www.geology.iupui.edu/research/SedLab/procedures>. Acesso em: fev. 2005.

JI, JUNFENG; SHEN, JI; BALSAN, W.; CHEN, J.; LIU, L.; LIU, X., Asian monsoon oscillations in the northeastern Qinghai-Tibet Plateau since the late glacial as interpreted from visible reflectance of Qinghai Lake sediments. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 223, p. 61-70. 2005.

LACERDA, L. D. 1999. Os manguezais do Brasil. In: M. Vanucci. *Os manguezais e nós*. Edusp, CNPq. São Paulo, Brazil. 1999. p. 233.

LEITE, P. F.; VELOSO, H.P.; GOÉS FILHO, L; Vegetação da folha NA/NB. 22 – Macapá. In: Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral. *Projeto RADAM. Folha NA/NB. 22 – Macapá; geologia, geomorfologia, solos, vegetação, e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: s. ed. p. IV/9-V/40,1974. Levantamento de Recursos Naturais v. 6)

LEKHA, P. K.; LONSANE, B. K. Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. *Adv. App. Microbiol.* v. 44. 1997.

LISBOA, P. L. B.; LISBOA, R. C. L.; ROSA, N. A.; SANTOS, M. R. Padrões de diversidade florística na Reserva Ecológica do Bacurizal, em Salvaterra, Ilha de Marajó, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, (Botânica)* v. 9 p. 223-248. 1993.

LIMA, A. M. M.; OLIVEIRA, L. L.; FONTINHAS, R. L., LIMA, R. J. S. A Ilha do Marajó: Revisão Histórica, Hidroclimatológica, Bacias Hidrográficas e Propostas de Gestão. In *Holos Environment*, v. 5 n. 1. p. 65-80. 2005.

LIN, Y. M., LIU, J. W., XIANG, P., LIN, P., YE, G. F., STERNBERG, L. S. L. Tannin dynamics of propagules and leaves of *Kandelia candel* and *Bruguiera gymnorrhiza* in the Jiulong River Estuary, Fujian, China. *Biogeochemistry*, v. 78, p. 343–359. 2006.

LIN, Y. M.; LIU, J. W.; XIANG, P.; LIN, P.; DING, Z. H.; STERNBERG, L. DA S. L. Tannins and nitrogen dynamics in mangrove leaves at different age and decay stages (Jiulong River Estuary, China). *Hydrobiologia*, v. 583, p. 285-295. 2007.

MATNI, A. S.; MENEZES, M. P. M.; MEHLIG, U. Estrutura dos bosques de mangue da península de Bragança Pará Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, Belém, v. 1, n. 3, p. 43-52. 2006.

MATOS, M. F. A. *Caracterização de Processos Morfodinâmicos e Hidrodinâmicos do Cinturão Lacustre Meridional da Reserva Biológica do Lago Piratuba, Amapá*. 142f. 2009. - Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGG, Natal, 2009.

MAKKAR, H. P. S.; BLUMMEL, M.; BOROWY, N. K.; BECKER, K. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *Journal of Science of Food and Agriculture*, v. 61, p. 161-165. 1993.

MENEZES, M. P. M.; BERGER, U.; MEHLIG, U. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. *Acta Amazonica*, v. 38, p. 403-420. 2008.

MENDES, A. C. Geomorfologia e Sedimentologia,. *Os manguezais da costa norte brasileira* Vol. II, organizado por Marcus E. B. Fernandes, Maranhão. Fundação Rio Bacanga, p. 13-31. 2003.

MENDES, A. C. *Estudo Sedimentológico e Estratigráfico de sedimentos Holocênicos da costa do Amapá*. 274f. 1994. Tese (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Geologia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1994.

MORAIS, P. D.; MORAIS, J. D. O Amapá em Perspectiva: uma abordagem histórico-geográfica. *Editora Valcan*, Macapá. 2000.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova*, v. 28, p. 892-896. 2005.

NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y.; Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. *J. Agric. Food Chem.*, v. 51, p. 331-339. 2003.

NOZELLA, E. *Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes*. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado) - ESALQ, USP, Piracicaba, 2001.

PAIS, M.P. *Valor Nutritivo e Investimento em Defesas em folhas de Didymopanax vinosum E. March e sua Relação com a herbivoria em três fisionomias de Cerrado*. 1998. 106f. Dissertação (Mestrado – Área de Concentração em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1998.

PAES, J. B.; MARINHO, I. V.; LIMA, R. A.; LIMA, C. R.; AZEVEDO, T. K. B. Viabilidade técnica dos taninos de quatro espécies florestais de ocorrência no semiárido brasileiro no curtimento de peles. *Ciência Florestal*, outubro dezembro, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil v. 16, n. 4. p. 453-462. 2006.

PETERSON, L. C.; HAUG, G. H.; HUGHEN, K. A.; RÖHL U. Rapid changes in the hydrologic cycle of the Tropical Atlantic during the Last Glacial. *Science*, v. 290, p. 1947-1951. 2000.

PETRI, S; FULFARO, V. J. *Geologia do Brasil*. São Paulo. T. A.QUEIROZ Ed. ADUSP. 1983. p. 556.

PICCIN, E. *Determinação de polifenóis totais utilizando sistemas de análises por injeção em fluxo / Evandro Piccin*. 2004. 98f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

PRICE, M. L.; BUTLER, L. G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 25, p. 1268-1273. 1977.

ROSSETTI, D.F.; VALERIANO, M.M. Evolution of the lowest amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. *CATENA*, p. 253-265. 2007.

ROSSETTI, D.F. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 14 p. 77-89. 2001

SALUNKHE, D.K.; CHAVAN, J.K; KADAN, S.S. *Dietary tannins: consequences and remedies*. Boca Raton: CRC Press, 1990. 200 p.

SCHOLL, D.W. Recent sedimentary record in mangrove swamps and rise in sea-level over the southwestern coast of Florida: Part 1. *Marine Geology*, v.1, p. 344-454. 1964.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar*, São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MOLERO, G. C.; SOARES, M. L. G & ROSA, T. Aquatic Ecosystem Health and Management. *Brasilian Mangroves* v. 3 p. 561-570. 2000.

SENNA, C. S. F.; PANTOJA, P. C. Impactos naturais e antrópicos em manguezais do litoral NE do Pará. *Workshop ECOLAB. 12. Anais*, Amapá, p. 9-11. 1994.

SIMÕES, C. M.; AMOROS, M.; GIRRE, L. Mechanism of antiviral activity of triterpenoid saponins. *Phytotherapy research*, v. 13, n. 4, p. 323-328. 1999.

SILVEIRA, O. F. M. da. *A Planície costeira do Amapá: dinâmica de ambiente costeiro influenciado por grandes fontes fluviais quaternárias*. 1998. 215f. Tese (Doutorado). Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

SYNGE, R. L. M. Interactions of polyphenols with proteins in plants and plant products. *Qualitas Plantarum-Plant Foods for Human Nutrition*, v. 24, p. 337-350. 1975.

STOCKMARR, J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, v. 8, p. 615-621. 1971.

SOUZA-FILHO, P. W., Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica* v. 23 p. 427-435. 2005.

SPALDING, M., F. BLASCO & C. D. FIELD, World mangrove atlas: *The International Society for Mangrove Ecosystems*, Okinawa. 1997. 1-178 p.

TEMMINK, J. H. M.; FIELD, J. A.; VANHAASTRECHT, J. C.; MERKELBACH, R. C. M. Acute and sub-acute toxicity of bark tannins in carp (*Cyprinus carpio* L) *Water Research*, v. 23, p. 341-344. 1989.

UJIIÉ, H., A 370-Ka paleoceanographic record from the Hess Rise, central North Pacific Ocean, and na indistinct 'Kuroshio Extension'. *Marine Micropaleontology* v. 49, p. 21-47. 2003.

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. Department of Geography. *Fossil pollen preparation protocol (V.1-1)*. Cambridge, 2005 Disponível em: <<http://www-labs.geog.cam.ac.uk/protocols/pollen.html>> Acesso em: fev. 2005

VAN DE PLASSCHE, O. *Sea level research: A manual for the collection and evaluation of data*. Norwich: Geobooks, 1986. p. 615.

VILLEGAS, J. M. *Geologia estrutural da Bacia de Marajó*. 1994. 119f. Dissertação de Mestrado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.

V. NETO, S. da C.; SILVA, M. S. da. Vegetação do setor costeiro estuarino do estado do Amapá. Projeto Zoneamento Econômico-Ecológico do setor costeiro estuarino: diagnóstico sócio ambiental participativo do setor costeiro estuarino. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Governo do Estado do Amapá. Cap. 5. Cd - *Room do Projeto Zoneamento Econômico- Ecológico do setor costeiro estuarino: diagnóstico sócio ambiental participativo do setor costeiro estuarino*. 2004.

WOODROFFE, C.D. Mangrove swamp stratigraphy and Holocene transgression, grand Cayman Island, west Indies. *Marine Geology*, v. 41, p. 271-294. 1981.

YULIANTO, E.; RAHARDJO, A. T.; NOERADI, D.; SIREGAR, D. A.; HIRAKAWA, K. A Holocene pollen Record of vegetation and coastal environmental changes in the coastal swamp forest at Batulicin, South Kalimantan, Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 25, p.1-8. 2005.