



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

RUTH ELY SILVA PINHEIRO DOS SANTOS

**ANÁLISE MULTITEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS – ILHA DE
COLARES - PA**

**BELÉM-PA
2011**

RUTH ELY SILVA PINHEIRO DOS SANTOS

**ANÁLISE MULTITEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS – ILHA DE
COLARES - PA**

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.

Orientadora: Dr^a. Odete Fátima Machado da Silveira

**BELÉM-PA
2011**

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

S237a Santos, Ruth Ely Silva Pinheiro dos

Análise multitemporal e distribuição de sedimentos – ilha de Colares - Pa / Ruth Ely Silva Pinheiro dos Santos; Orientadora: Odete Fátima Machado da Silveira – 2011

59 f. : 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. Sedimentologia. 2. Análise Multitemporal. 3. Baía do Marajó (PA). 4. Ilha de Colares (PA). I. Silveira, Odete Fátima Machado da, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 20^o ed.: 551.3098115

RUTH ELY SILVA PINHEIRO DOS SANTOS

ANÁLISE MULTITEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS – ILHA DE COLARES - PA

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

Data da Defesa: ___/___/___

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Odete Fátima Machado da Silveira – Orientadora
Doutora em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Marcelo Rollnic - Membro
Doutor em Oceanografia Física
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Susane Rabelo de Souza Vieira - Membro
Doutoranda em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará (UFPA)

A DEUS, pelo dom da vida. Aos meus três velinhos Sandoval, Ruth e Maria de Jesus (in memorian), por terem doado a mim, princípios, coragem e o primordial, o amor, o qual levarei para sempre e com muita gratidão.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, por toda sabedoria a mim concedida. E porque em cada momento de aflição foi o meu maior refúgio.

Agradeço a UFPA, por ter sido um berço onde adquirir conhecimentos aplicáveis não só à área profissional, mas também à vida. À Faculdade de Oceanografia, pelo auxílio quanto aos interesses e aspirações acadêmicas. Ao projeto PROINT que subsidiou a realização do presente trabalho, com participação da turma de 2006 e em especial a colaboração da Prof^a. Dr^a. Maria Ozilea Bezerra Menezes.

Sou grata ao Instituto de Geociências (IG), o qual forneceu fundamental apoio para o desenvolvimento desse trabalho. Ao Laboratório de Sedimentologia (IG), pelo suporte técnico de Seu Lopes. Ao Laboratório de Hidroquímica (IG) e boa vontade de Seu Natalino técnico responsável. Ao Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT) e apoio incondicional do Paulo, obrigada pela grande paciência. Enfim, sou grata ao Instituto de Geociências, o qual ofereceu meios suficientes para me impulsionar a chegar ao fim dessa jornada.

Sou muito grata aos meus avós, Sandoval Santos (por seus sábios ensinamentos), Ruth Santos (pela educação e amor), Jesus Pinheiro (in memorian), (por ter sido meu anjo da guarda), Waldecir e Ely, agradeço também a minha madrinha e mãe Coeli (pelo amor incondicional), padrinho Sarto, meus pais Luiz e Jurema (por serem pessoas maravilhosas), Izabela e Tatiany, (são as irmãs mais maravilhosas que eu poderia ter).

Às minhas amadas tias Helena, Fátima, Ruth e Socorro. Tios queridos Guilherme, Neneco e Augusto. Primos mais que irmãos Serginho, Fellipe, Daniel, Victor (in memorian), Luiz Augusto, Henrique, Rafael, Thiago, Rafaela, Ana Cláudia, Ana Carolina, Michelle, Sthefanie e Amandinha “a caçulinha”.

À Prof^a. Dr^a. Odete Silveira, minha orientadora, exemplo de pessoa e profissional. Agradeço por sempre nos encorajar a ir adiante sem ter medo do novo, mas, sim buscando ampliar horizontes como pessoas e profissionais. Afinal, o MEDO é o NADA querendo ser TUDO.

Não poderia deixar de agradecer aos companheiros de turma Adjalbas, Lygia, Ellen, Elô, Laíssa e Glauciene, por todo o tempo que estivemos juntos, o meu muito obrigada. Espero reencontrá-los, afinal, todos os caminhos nos levam ao mar.

Aos irmãos de LIOG, por cada palavra de apoio, momentos de descontração fundamentais para manter o bom humor e chegar ao final do dia ainda sorrindo. Queridos Fran, Márcio, Xará, Dani, Preto, Jeff, Alan, Nara, Priscila, Luiza, Andrey, Amanda, Aline, Ernan, Lidiane, Japa, Cassi e é claro o Shrek chamado Gustavo, por trás disso tudo ele é uma pessoa legal (risos).

Às pessoas que se tornaram ao longo do tempo, amigos e conselheiros, Fabrício Dinelli, Lucian Carvalho, Atilla Melo, Andréia (Tetéia) e Laysa.

Aos amigos “Força G” que o tempo não afastou, desde o ensino médio no Ideal. Pessoas, que me fazem perceber o quanto é bom ter amigos. Diego (a sinceridade dele é incrível), Negra Gi (aquela que está sempre sorrindo faça chuva ou Sol), Amanda (carisma é com ela mesma), Jamille (um exemplo de humildade e personalidade), Benchi (é hilário, é engraçado mesmo sem querer), Fernando (descobri um irmão) e Deriggi (um amor de menino). É com muito orgulho, que eu afirmo que vocês são meus amigos de verdade. Obrigada por acreditarem em mim.

Não poderia deixar de citar uma pessoa que foi essencial, ao longo dessa caminhada, que me deu apoio incondicional, “suportou” minhas chatices e sempre me fez ver o lado bom das coisas. Breno Dimitri, ou “Periga”, valeu cada sorriso que você me causou. Estar ao seu lado é sinônimo de felicidade, obrigada por tudo Amor.

Para finalizar gostaria de agradecer a todos aqueles que participaram, mesmo que distante, da minha formação. A todos os não citados, gostaria de deixar minha “Gratidão” porque de alguma forma todas as pessoas que passaram em minha vida deixaram um pouquinho de si. Essa vitória, não pertence somente a mim, ela é de todos nós. Muito obrigada.

“A água abre
caminho mesmo através das pedras. E, diante
de algum obstáculo, ela encontra outro rumo.”

Arthur Golden

(Memórias de uma Gueixa)

RESUMO

Este trabalho é resultado do Programa Integrado de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (PROINT 2008-2009), da Faculdade de Oceanografia (UFPA). O município de Colares localiza-se no nordeste paraense e é banhado pelo rio Pará. A razão para a realização desse trabalho foi caracterizar os sedimentos da adjacência ocidental da ilha e análise temporal (1984-2006) da linha de contorno da mesma. A etapa de campo foi realizada nos dias 06 a 10/12/08 na época de estiagem do rio Pará. Com o apoio do catamarã Spartakus, pode-se realizar a coleta de sedimentos por draga Van Veen e o registro das coordenadas em GPS Garmin. A malha amostral foi composta por 20 pontos. Os shapes foram criados a partir de imagens, EarthSat e Google Earth Pro, TM de 25/05/2010, datum WGS84 e georreferenciada em software Arcgis 9.3. A concentração de matéria orgânica variou entre 0,5 e 7,5%, com média de 4,8%. O percentual médio de cada classe textural refletiu que 51,41% do total de amostras são compostas por areia, 42,14% por silte e 6,44% pela fração argila. De acordo com a classificação de Shepard (1954), o sedimento da Ilha de Colares foi classificado como areia síltica a qual representou 50% das amostras e como silte arenoso 40%, sendo que 5% representaram ser areia e os outros 5% restantes de silte. As linhas de contorno da área de estudo, permitiram a identificação de transformações que aconteceram na linha de costa do município, ao longo dos 26 anos (1984-2006).

Palavras-chave: Baía do Marajó. Ilha de Colares. Análise Multitemporal. Sedimentologia.

ABSTRACT

This work is the result of the Programa Integrado de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (PROINT 2008-2009), of Faculdade de Oceanografia - FAOC (UFPA). The municipal district of Colares is located in the northeast from Pará and the Para river flows at its margin. The reason for the accomplishment of that work was to characterize the sediments of the western adjacency of the island and analyze for the time during 1984-2006 the line of the coastline of the same. The field stage was accomplished on the days 06 to 10 of December /08 at that time of drought of the river Pará. With the support of the catamaran Spartakus, can take place the collection of sediments for dredge Van Veen and the registry of the co-ordinates in GPS Garmin. The mesh showed was composed by 20 points. The shapes (masks) they were created starting from images, EarthSat and Google Earth Pro, TM 05/25/2010, datum WGS84, and geo-referenced in software Arcgis 9.3. the concentration of organic matter varied between 0,5 and 7,5%, with average of 4,8%. The percentile medium of each class textural it reflected that 51,41% of the total of samples are composed by sand, 42,14% by clay and 6,44% for the fraction clay. In agreement with the classification of Shepard (1954), the sediment of the Island of Colares was classified as sand silt which represented 50% of the samples and as sandy clay 40%, and 5% represented to be sand and the other ones 5% remaining of clay. The lines of outline of the study area revealed the identification of transformations that happened in coastline of the island, along the 26 years (1984-2006).

Key-words: Marajo Bay. Island of Colares. Multitemporal Analysis. Sedimentology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Imagem de satélite situando a Ilha de Colares (área de estudo).....	16
Figura 02	Embarcação utilizada para a realização das coletas de campo.....	27
Figura 03	GPS Garmin 76CSx.....	28
Figura 04	A) Draga Van Veen; B) Coleta; C) Sedimento acondicionado em basqueta.....	29
Figura 05	Distribuição das coletas de sedimentos de fundo.....	30
Figura 06	A) Balança digital <i>Celtac</i> ; B) Estufa; C) Peneira 0,0062mm; D) Centrífuga.....	31
Figura 07	A) Forno mufla; B) Cadinhos de porcelana.....	33
Figura 08	Gráfico referente à média granulométrica de todas as amostras da porção ocidental da Ilha de Colares.....	35
Figura 09	Classificação textural dos sedimentos da Ilha de Colares segundo o Diagrama de Shepard (1954).....	36
Figura 10	Percentuais das amostras as adjacências da Ilha de Colares correspondentes às subclasses texturais representadas através do Diagrama de Shepard (1954).....	36
Figura 11	Mapa de distribuição espacial de sedimentos.....	37
Figura 12	Gráfico referente ao teor de matéria orgânica percentual, presente em cada amostra de fundo coletada na Ilha de Colares.....	38
Figura 13	Mapa de distribuição da concentração percentual de matéria orgânica da malha amostral.....	39
Figura 14	Mapa da concentração de M.O sobreposto ao mapa de distribuição de sedimentos.....	40
Figura 15	Imagem de satélite (032-755) TM, Ilha de Colares, do ano de 1984.....	41
Figura 16	Imagem de satélite, Ilha de Colares, do ano de 2000 (Google Earth, 2010).....	42
Figura 17	Imagem de satélite (223-350) TM, Ilha de Colares, do ano de 2006.....	43
Figura 18	Áreas (Km ²) de deposição e erosão nas linhas de contorno (1984-2000).....	44
Figura 19	Áreas (Km ²) de deposição e erosão nas linhas de contorno (2000-2006).....	45
Figura 20	Áreas (Km ²) de deposição e erosão nas linhas de contorno (1984-2006).....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	GERAL.....	15
2.2	ESPECÍFICOS.....	15
3	LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA DE TRABALHO	16
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	18
4.1	ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS.....	18
4.1.1	Geologia Regional	18
4.1.1.1	Planície Amazônica.....	18
4.1.1.2	Planalto Rebaixado da Amazônia.....	19
4.1.2	Geologia Local	19
4.1.2.1	Drenagem.....	19
4.1.2.2	Relevo.....	20
4.1.2.3	Sedimentos.....	21
4.1.3	Vegetação	21
4.2	PARÂMETROS HIDRO-OCEANOGRÁFICOS.....	22
4.2.1	Clima	22
4.2.2	Marés	23
5	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
5.1	DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS.....	24
5.2	ANÁLISE MULTITEMPORAL.....	25
6	MATERIAIS E MÉTODOS	27
6.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO.....	27
6.2	CAMPO.....	27
6.2.1	Coleta	27
6.3	LABORATÓRIO.....	29
6.3.1	Sedimentologia	30
6.3.1.1	Granulometria.....	31
6.3.1.2	Classificação Textural.....	32
6.3.1.3	Quantificação de Matéria Orgânica.....	33
6.4	GEOPROCESSAMENTO E GABINETE.....	34

7	RESULTADOS	35
7.1	GRANULOMETRIA.....	35
7.2	QUANTIFICAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA.....	38
7.2.1	Método de Calcinação	38
7.3	ANÁLISE MULTITEMPORAL DE IMAGENS POR SATÉLITE.....	41
8	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS	51
	ANEXOS	55
	ANEXO A - PLANILHA REFERENTE AOS DADOS SEDIMENTOLÓGICOS	56
	ANEXO B - PLANILHA FINAL COM AS CONCENTRAÇÕES DE M.O EM CADA AMOSTRA, PELO MÉTODO DE CALCINAÇÃO	57
	ANEXO C - TABELA CONTENDO DIMENSÕES GRANULOMÉTRICAS EM mm E ϕ (Phi) DAS CLASSIFICAÇÕES TEXTURAIS, SEGUNDO WENTWORTH (1922)	58
	ANEXO D - HISTOGRAMA GRANULOMÉTRICO DAS AMOSTRAS ANALISADAS	59

1 INTRODUÇÃO

A área de trabalho está localizada na Zona Costeira do Pará, a qual possui cerca de 1.200 km de linha de costa, sendo dividida em 3 setores: Setor 1 ou Costa Atlântica do Salgado Paraense; Setor 2 ou Continental Estuarino e Setor 3 ou Insular Estuarino (SZLAFSZTEIN, 2009). A Ilha de Colares está inserida no Setor 1 ou Costa Atlântica do Salgado Paraense.

A geologia da área apresenta evidências que a Formação Barreiras está sendo continuamente meteorizada e erodida, permitindo o desenvolvimento de latossolos e solos podzolizados sobre as várzeas e terraços, no entanto, nas depressões formaram-se os solos concrecionários e de mangue (BRASIL, 1974).

A Ilha de Colares, em sua parte ocidental, é amplamente exposta às influências dos processos estuarinos, enquanto a parte oriental, é mais protegida da influência das marés, e está sujeita a uma dinâmica caracterizada como flúvio-estuarina (TUMA, 1997).

Segundo Pinheiro (1987), o Rio Pará pode ser definido como um canal flúvio-estuarino que segrega a borda sul da Ilha de Marajó da parte continental do estado do Pará, evidenciando o denominado “braço direito da foz do Rio Amazonas”. A região de Colares apresenta esse perfil estuarino na sua porção ocidental, representado pela Baía do Marajó.

Este estudo é resultado do Programa Integrado de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (PROINT 2008), da Faculdade de Oceanografia. O projeto denominado: Medições Oceanográficas de Campo e por Satélites foi subsidiado pela Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG), da Universidade Federal do Pará (UFPA). O projeto foi desenvolvido no período de 06 a 11 de dezembro de 2008, com 120 horas de atividades embarcadas.

A região de trabalho é uma área de grande interesse, pois está localizada às adjacências da rota de saída da frota comercial. Conhecer a distribuição dos sedimentos de fundo na área pode auxiliar a Marinha do Brasil no monitoramento sedimentológico e hidrodinâmico da área, com vistas à navegação. A área submersa

pouco conhecida. Assim, foi satisfatório realizar um levantamento detalhado desse perímetro do litoral norte brasileiro.

O trabalho ora apresentado visa fornecer informações a respeito da distribuição dos sedimentos e a comparação multitemporal da linha de contorno da Ilha de Colares (1984 - 2006). Os resultados poderão contribuir para futuros estudos de modelagem.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Caracterizar os sedimentos de fundo adjacente à Ilha de Colares e as modificações temporais da linha de costa da mesma.

2.2 ESPECÍFICOS

- Análise textural dos sedimentos de fundo;
- Elaboração de carta de distribuição de sedimentos e de M.O;
- Caracterizar as modificações multitemporais identificadas na Ilha de Colares através de técnicas de SR.

3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA DE TRABALHO

Segundo Tuma (1997), o município de Colares está situado no quadrante nordeste do estado do Pará (Folha Soure – AS.22-X-B-III), na zona fisiográfica do Salgado, à margem direita do Rio Pará (Baía de Marajó).

A ilha apresenta extensão territorial de 250.59 km², limitada por coordenadas geográficas representadas pelos paralelos 00°49'S e 01°01'S e pelos meridianos 48°09'W e 48°19'WGr. (Figura 01).

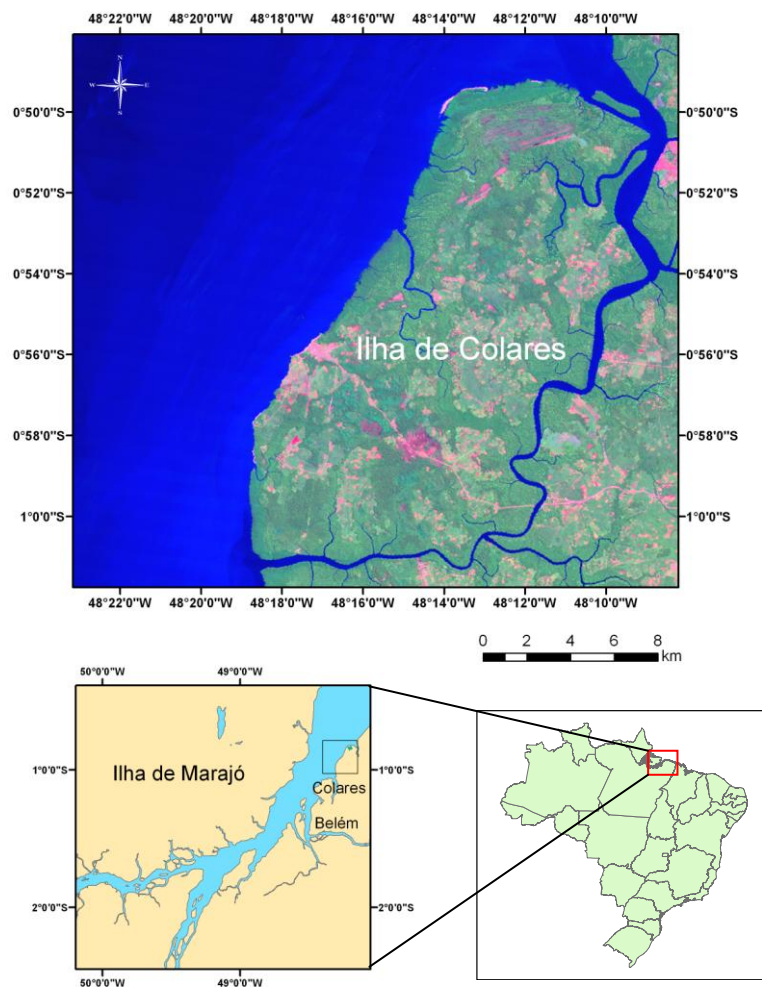


Fig. 01 – Imagem de satélite situando a Ilha de Colares (área de estudo).
Fonte: EarthSat, TM, de 27/07/1984.

Situada a aproximadamente 90 km de Belém, tem-se acesso à ilha através da BR 316. Pela BR 316 (saindo de Belém) é necessário seguir até Santa Izabel, de onde em seguida trafega-se pela estrada do município de Vigia, passando por Santo Antônio do Tauá até Penha Longa. De Penha Longa à Colares é realizada uma curta travessia de balsa pelo Rio Guajará-Miri (conhecido também como Furo da Laura). A viagem Belém - Colares dura cerca de 2 horas (COLARES ILHA DE ENCANTOS – WEB PARCEIROS, 2005).

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

4.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

4.1.1 Geologia Regional

4.1.1.1 Planície Amazônica

A unidade geomorfológica conhecida como “Planície Amazônica” corresponde a uma rede de canais recentes, paleocanais, “furos”, “igarapés”, “paraná”, meandros abandonados e lagos, que firmam um complexo em evolução atual (BARBOSA; RENNÓ; FRANCO, 1974).

Essa planície tem setores subordinados às inundações periódicas pelas chuvas ou pelas cheias dos rios. A inundação é um dos fatores que possibilita a sedimentação recente de uma grande área, contribuindo, também, para a fixação sedimentar através da vegetação rasteira. Nos vales que cortam as planícies nota-se uma vegetação arbustiva, sendo que na maior extensão a vegetação é predominantemente gramíneas (TUMA, 1997).

Dois são os domínios coincidentes com larga faixa da planície amazônica: “Domínio morfoclimático de planícies inundáveis recobertas por campos” e “Domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos ou dissecados, das áreas colinosas e planícies revestidas por floresta densa” (BRASIL, 1974). No município de Colares ocorrem principalmente unidades cenozóicas atribuídas ao Grupo Barreiras, Pós-Barreiras e Depósitos recentes (DUTRA, 1995).

4.1.1.2 Planalto Rebaixado da Amazônia

O Planalto Rebaixado da Amazônia é uma extensa superfície correspondente ao pediplano pleistocênico. Este pediplano é responsável pela ampla topografia baixa da Folha Belém. As faixas de praias são muito estreitas e descontínuas no sopé do escarpamento. Os rios apresentam escarpamentos abruptos e a floresta chega geralmente até às margens dos rios. A cobertura vegetal é baseada por floresta densa e a superfície é conservada, sendo recortada pela intrincada rede de drenagem constituída por “furos” e “igarapés” (BARBOSA et al., 1974). Os autores observaram formas de dissecação incipiente das superfícies pediplanadas por drenagens aprofundadas, caracterizados por colinas de topo aplainado. Para as formas de acumulação, foram identificadas planícies fluviais colmatadas por diques marginais, com inundações parciais e acréscimo periódico de aluvião.

Segundo Brasil (1974), a extensão total do pediplano pleistocênico está inserida no “Domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos rebaixados ou dissecados por floresta densa”.

4.1.2 Geologia Local

4.1.2.1 Drenagem

A área é constituída por um sistema de drenagem de média a alta densidade, basicamente de 2ª ordem, predominantemente curvos, de angularidade média a baixa, tropia (direção dos rios) multidirecional e assimetrias fracas (TUMA, 1997).

Na Ilha de Colares a rede de drenagem (rios, igarapés e córregos), desempenha um dos papéis mais importantes no contexto paisagístico. A região de Colares se separa do continente pelo “Furo da Laura”, o canal é caracterizado por

alta sinuosidade, onde pequenos trechos retilíneos e mistos alternam-se com eventuais formas anômalas em “cotovelos”. A largura varia entre 200 m a 1 km, e a profundidade máxima em torno de 10 m. Os rios que drenam a Ilha de Colares enquadram-se nos tipos perenes e semi-perenes. Rios perenes recortam a área como um todo, principalmente nos trechos de depressão e sobre os platôs. E rios semi-perenes são caracterizados por drenagens médias e pequenas, que secam em intervalos curtos durante o ano (TUMA, 1997).

A drenagem na ilha, em forma geral, tende ao padrão retângular-angular, com assimetria marcante, exemplificados por rios curvos e anômalos, com meandros compridos, anastomosados e contorcidos, apresentando formas em arcos e cotovelos (TUMA, op. cit.).

4.1.2.2 Relevô

De acordo com Tuma (op. cit.) a área de estudo apresenta duas unidades de relevô marcantes: Planícies Aluvionares e Relevô de Platôs.

A primeira unidade mencionada está ligada à ocorrência de intercalações de sedimentos pelíticos e arenosos, caracterizando superfícies horizontalizadas, dando cobertura à uma área relativamente extensa nos domínios regionais. Esses sedimentos, recentes e inconsolidados, depositam-se nas margens dos canais de inundação, representando faixas estreitas, mas abrangendo grandes extensões, sempre em cotas altimétricas próxima ao nível médio das preamares (TUMA, op. cit.).

A segunda unidade é o Relevô de Platôs. As áreas, nesse relevô, indicam saliências topográficas arrasadas e rebaixadas, as superfícies são suavemente onduladas a planas, tendendo ao aplainamento total, é rara a presença de colinas na região. As cotas topográficas não atingem 10 m de altitude, podendo formar falésias quando surgem no litoral (TUMA, op.cit.).

4.1.2.3 Sedimentos

Segundo Tuma (1997), os sedimentos da Formação Barreiras, são os que estão presente em Colares, além de expressivos depósitos do Quaternário. Os sedimentos da Formação Barreiras formam falésias ativas, com exposições melhor localizadas em frente à cidade de Colares, com elevações de 2 a 3 m. A região foi particularizada em fácies argilosa e arenosa com laminação plano-paralela. A fácies argilo-arenosa inclui argilitos, siltitos e arenitos, caracterizando os níveis que gradam da base para o topo, tendo granocrescência ascendente. As estruturas sedimentares mais constantes são definidas pela estratificação cruzada de baixo ângulo.

Os depósitos holocênicos são representados por planícies lamosas colonizadas por (manguezais), planícies arenosas (barras e bancos arenosos) e os “cheniers” (barras arenosas longitudinais a linha de costa). Os depósitos lamosos (manguezais), na essência argilosos, com ampla distribuição na ilha contornam os canais sinuosos que instalam-se em áreas baixas e alagadas, influenciadas por variações sazonais das marés. As barras longitudinais estão apresentadas subparalelamente a linha costeira, formados essencialmente de grãos de quartzo cristalinos, subangulosos a subarredondados e inconsolidados (TUMA, op. cit.).

4.1.3 Vegetação

Japiassú; Filho (1974) registram que as associações vegetais encontradas em Colares são bastante variadas refletindo as condições de umidade que predominam na região. A vegetação conhecida como “Formação Pioneira” ocorre em áreas de influência marítima onde encontra-se uma formação florestal com progressão de espécies, como exemplo a aninga (*Montrichardia arborescens Schott*) ou aturiá (*Machaerium lunatum L.*) e o mangue vermelho (*Rhizophora mangle*).

4.2 PARÂMETROS HIDRO-OCEANOGRÁFICOS

4.2.1 Clima

Nos trópicos, o parâmetro climatológico mais importante é a precipitação. As causas físicas de sua variabilidade interanual na Amazônia ainda não são bem conhecidas, mas, certamente estão ligadas às flutuações de macroescala, principalmente as da intensidade da circulação de Hadley-Walker. Estas flutuações, por sua vez, estão relacionadas com a intensidade e a variabilidade, tanto espacial como temporal, das fontes de calor latente nas regiões equatoriais (MOLION, 1987).

A região da Floresta Amazônica possui alta pluviosidade associada a uma forte atividade convectiva, com períodos longos e intensos de chuvas durante o ano (FISCH et al., 2007). As condições meteorológicas na Amazônia são afetadas por um amplo espectro de fenômenos que variam desde a escala de convecção-cúmulo até as configurações da circulação de escala global (MOLION, op.cit.).

O fato do alto índice pluviométrico se deve a influência de sistemas de grande escala como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), forte convecção local, aglomerados de *Cumulunimbus* e por estar localizada em áreas litorâneas (OLIVEIRA, 2005). A ZCIT é formada pela confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte e os ventos alísios do Hemisfério Sul e é responsável pelas precipitações sobre as áreas costeiras da Amazônia e do NE brasileiro (MOLION, op. cit.).

O estado do Pará, devido sua dimensão geográfica, com aproximadamente 1.257.000 km², apresenta grande variação climática, com distribuição de períodos de chuvas e estiagem, os quais diferem as regiões em função da sazonalidade. Utilizando a classificação de Köppen, foram identificados três subtipos climáticos: “Af”, “Am” e “Aw”. Tais subtipos pertencem ao clima tropical chuvoso, caracterizando-se por apresentar temperaturas médias mensais sempre superiores a 18 °C e diferenciam-se pela quantidade de precipitação pluviométrica média, mensal e anual (GUIMARÃES, 2005).

A região da Ilha de Colares insere-se no subtipo Af de acordo com a classificação de Köppen para clima, que caracteriza um clima tropical de floresta, constantemente úmido, (CORREA; PERES; VIEIRA, 1974) e apresenta uma estação muito chuvosa, entre os meses de janeiro e junho, e uma estação seca, nos demais meses do ano.

4.2.2 Marés

As correntes de maré são causadas por subida e descida do nível do mar, à medida que a crista e cava da onda de maré se aproximam. Essas correntes fazem a água fluir para dentro e para fora de baías e portos (GARRISON, 2001).

A amplitude de maré varia na costa brasileira entre 0,5 metros (micro-maré) no sul do país até uma amplitude de 7 metros (macro-maré), no norte. Em toda a costa norte evidencia-se a presença de marés semidiurnas com duas enchentes e duas vazantes a cada 24 horas (DHN, 2009).

Na área de estudo, a maré é do tipo semidiurna, isto é, com dois ciclos de maré (preamar e baixa-mar) por dia, onde as Médias das Preamares de Sizígia (MHWS) é 331 cm acima do Nível de Referência (NR), as Médias das Preamares de Quadratura (MHWN) é 242 cm acima do NR, as Médias das baixa-mares de Sizígia (MLWS) é 18 cm acima do NR e as Médias das baixa-mares de Quadratura (MLWN) é 106 cm acima do NR. (FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR - FEMAR, 1959).

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS

A distribuição sedimentar dos estuários é importante para identificação de possíveis zonas de acúmulo de sedimentos, além de contribuir para o conhecimento dos sistemas estuarinos e do seu comportamento quanto à distribuição das características sedimentares e físicas. Para tanto, a caracterização morfológica, sedimentar, e o imageamento de fundo são ferramentas imprescindíveis que já vem sendo aplicadas com sucesso no estudo dos ambientes marinhos e costeiros em geral (FOLK; WARD, 1957).

A análise de sedimento torna-se relevante, no sentido de levantar subsídio para a compreensão da distribuição das tendências espaciais representativas da diagnose ambiental da baía (COSTA; ARGENTO; REIS, 2005).

A carga em suspensão constitui-se de partículas finas, silte e argila, que se conservam suspensas na água até a velocidade crítica, que corresponde à menor velocidade requerida para uma partícula de determinado tamanho movimentar-se. A carga do fundo é formada por partículas de tamanhos maiores (areia, cascalho ou fragmentos de rocha) que saltam ou deslizam ao longo do leito fluvial. A velocidade, nesse tipo de carga, tem participação reduzida, fazendo com que os grãos se movam lentamente. (CUNHA, 2001).

Em relação ao gradiente granulométrico existente nos cursos d'água de uma bacia hidrográfica, é possível observar que as cabeceiras dos rios são compostas por sedimentos de tamanhos maiores, como pedras, pedregulhos e seixos. À medida que são transportados, esses materiais vão se fracionando, transformando-se em sedimentos de granulometria menor, passando à areia grossa, média e fina gradativamente a jusante. (CARVALHO, 1994).

De acordo com Cunha op cit., a capacidade de erosão das margens e do leito fluvial, bem como o transporte e deposição da carga de sedimentos no rio dependem, dentre outros fatores, da velocidade da água, e a alteração das

características do rio, modifica, de imediato, essas condições de transporte e deposição. As correntes fluviais podem transportar a carga sedimentar de diferentes maneiras (suspensão, saltação, e rolamento), de acordo com a granulometria das partículas (tamanho e forma) e as características da própria corrente (turbulência e forças hidrodinâmicas exercidas sobre as partículas).

A quantidade de sedimentos transportada pelos rios, além de informar sobre as características e ou estado da bacia hidrográfica, é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, seja para análise da viabilidade de utilização da água para abastecimento, irrigação ou para o cálculo da vida útil de reservatórios (XAVIER, 2009).

5.2 ANÁLISE MULTITEMPORAL

Para Carvalho Júnior et al. (2005), os trabalhos que abordam a análise multitemporal, cada vez mais se intensificam, considerando as características espectrais das imagens de satélite.

A gestão e o uso adequado da zona costeira implicam necessariamente no conhecimento dos processos que atuam sobre ela, dentro de uma escala temporal histórica. O estudo da evolução dos litorais, normalmente, pode ser feito a partir de duas escalas temporais distintas: uma de longo prazo, que envolve ciclos de milhares a dezenas de anos, onde os processos de modelagem da costa estão associados às variações climáticas, e outra, de curto prazo (escala de meses ou anos), onde estão envolvidos os processos dinâmicos que controlam a evolução da paisagem na atualidade (FORBES; LIVERMAN, 1996).

Em estudos de monitoramento, o ideal é que se possam contemplar as duas escalas, a fim de projetar através dos processos atuais as tendências ou o comportamento da costa (erosão, sedimentação, reativação de cursos fluviais) em um cenário futuro de evolução costeira. Neste contexto, o sensoriamento remoto desponta como uma importante ferramenta para estudos multitemporais, especialmente, em ambientes costeiros dinâmicos, onde as alterações atingem

extensas escalas espaciais e se processam com relativa rapidez (CASTRO et al., 2003).

As transformações multitemporais podem ocorrer devido a padrões cíclicos de frequência e intensidade de tempestades, de alternância entre períodos chuvosos e secos, de direção e intensidade dos ventos, de regime de ondas e marés, de transporte sedimentar e de balanço local de sedimentos, desencadeando processos de erosão, transporte e sedimentação costeira. Por sua vez, a resposta do litoral aos agentes hidrodinâmicos depende da configuração e orientação da costa, dos tipos de materiais que constituem os substratos costeiros, da vegetação e do rearranjo da bacia fluvial adjacente (SOUZA FILHO, PARADELLA, 2002; FRANÇA; SOUZA FILHO, 2003).

O processamento e interpretação de imagens de sensores remotos para estudos de monitoramento costeiro visam a quantificação de alterações ocorridas em linha de costa. O movimento da linha de costa forneceu um registro da direção das mudanças relacionadas ao recuo e avanço da linha de costa, determinando os trechos onde a erosão e a acumulação de sedimentos vem acontecendo nas últimas três décadas. Os SIG's têm sido largamente utilizados como suporte para análise espacial e modelagem de fenômenos, especialmente, no monitoramento de processos costeiros. Nestes estudos, os bancos de dados georreferenciados podem registrar, mapear e quantificar com precisão, diferentes posições de processos erosivos e acrecionários em planícies costeiras (FRANÇA; SOUZA FILHO, 2003).

A utilização do Geoprocessamento possibilita o tratamento eficaz e rápido dos dados ambientais, agilizando a execução do processamento desses dados e garantindo confiabilidade aos resultados finais obtidos. O emprego dessas tecnologias permitiu identificar a variação da morfodinâmica (BATISTA; SOUZA FILHO; SILVEIRA, 2009).

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO

O levantamento de informações-bases foi realizado na Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão, biblioteca setorial do IG e World Wide Web (internet), para o embasamento do conhecimento sobre a área.

6.2 CAMPO

6.2.1 Coleta

A campanha realizada em dezembro de 2008 na Ilha de Colares teve duração de 5 dias. O trabalho em campo foi realizado com o auxílio de um catamarã, Spartakus (Figura 02).



Fig. 02 – Embarcação utilizada para a realização das coletas de campo.

Fonte: Acervo LIOG/UFGA.

Durante a fase de campo, foi realizada amostragem de sedimentos em 20 pontos na adjacência ocidental da Ilha de Colares.

A navegação dentro da área de estudo foi realizada com o auxílio de GPS Garmin e modelo 76CSx (Figura 03). Os pontos de coleta foram posicionados em sistema UTM, com o auxílio do equipamento GPS e, posteriormente, as informações foram plotadas em base cartográfica de referência.



Fig. 03 – GPS Garmin 76CSx.

Fonte: Acervo LIOG/UFGA.

A malha amostral pré-definida foi executada através de draga modelo Van Veen, que recupera aproximadamente 3 Kg de sedimentos. Após coletadas, as amostras foram descritas macroscopicamente antes de serem embaladas e acondicionadas em sacos identificados para serem encaminhadas ao Laboratório de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha (ACERVO LIOG/UFGA) (Figura 04).

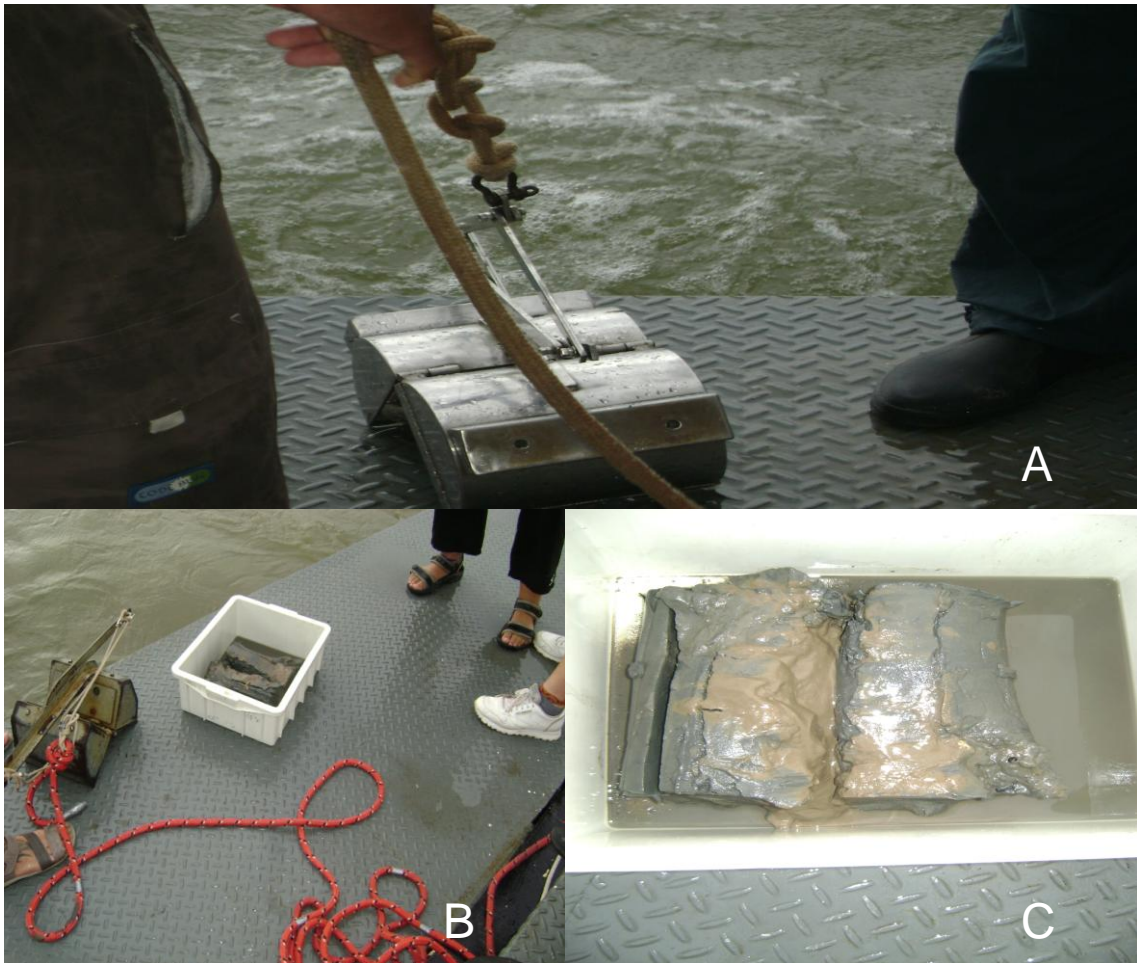


Fig. 04 – A) Draga Van Veen; B) Coleta; C) Sedimento acondicionado em basqueta.

Fonte: Acervo LIOG/UFPa.

6.3 LABORATÓRIO

Em laboratório cada amostra foi subdividida em duas, sendo que uma parte foi separada para secar a temperatura ambiente e a outra, acondicionada para compor o banco de dados de amostras para futuras análises. As amostras destinadas ao trabalho foram lavadas pelo menos três vezes para a retirada de sais que poderiam alterar futuras análises conforme (VIEIRA et al., 2007) o Protocolo Sedimentológico do Projeto PIATAM-MAR.

6.3.1 Sedimentologia

Para a sedimentologia foi utilizada a malha amostral total com 20 (vinte) amostras (Figura 05).

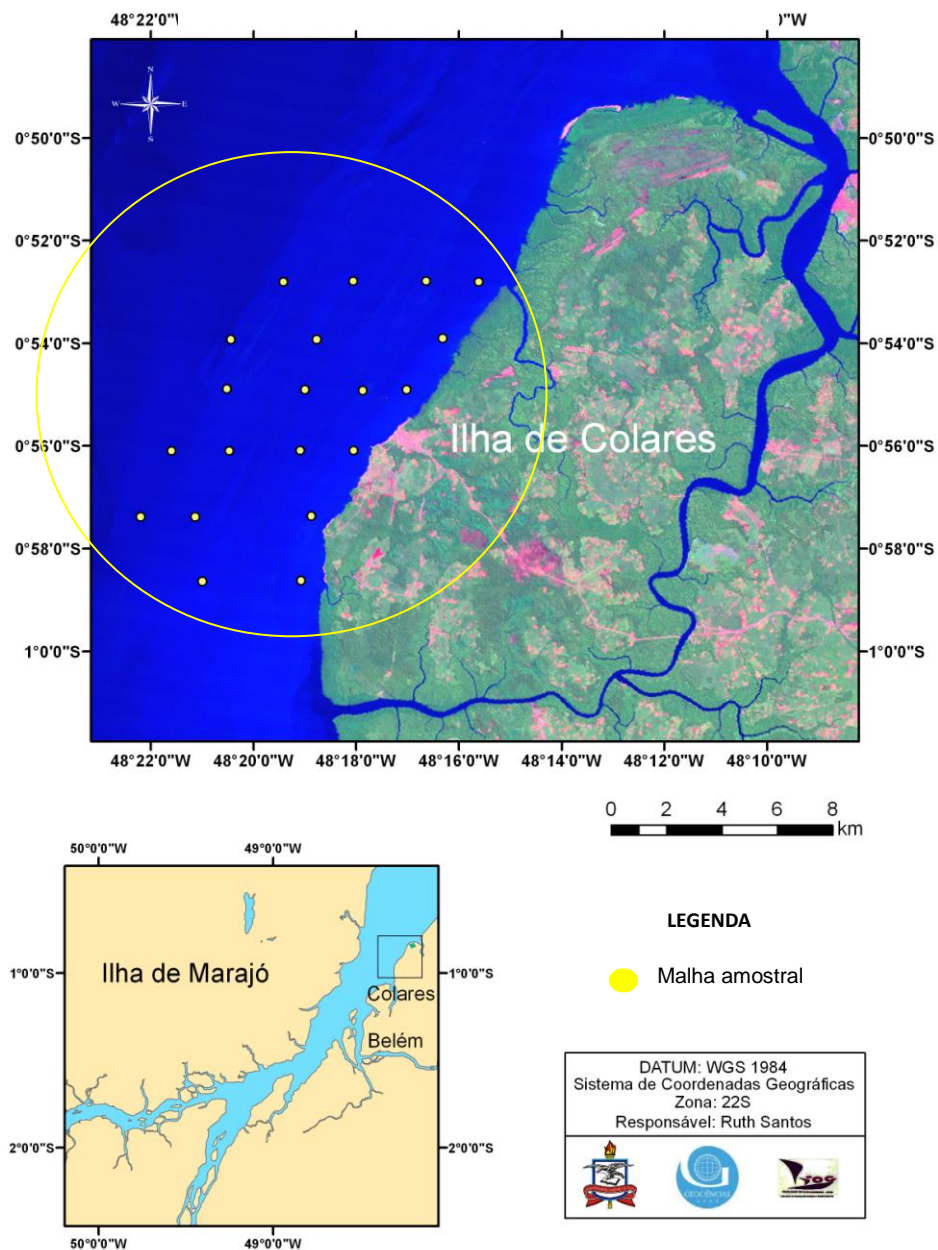


Fig. 05 – Distribuição das coletas de sedimentos de fundo.
Fonte: EarthSat, TM, de 27/07/1984.

Para a classificação textural dos sedimentos foi adotado o Software *Sysgran* 3.0 cujos dados granulométricos analisados estavam de acordo com a escala θ (phi) de Wentworth (1922), que pode ser visualizada no (Anexo C).

6.3.1.1 Granulometria

A granulometria foi realizada a partir de um peso padrão de 50 g. Após o estabelecido o peso padrão para todas as amostras, essas foram direcionadas ao processo de peneiramento a úmido com o auxílio de uma peneira de abertura 0,0625 mm (Figura 06), cujo objetivo foi separar o material pelítico da areia.

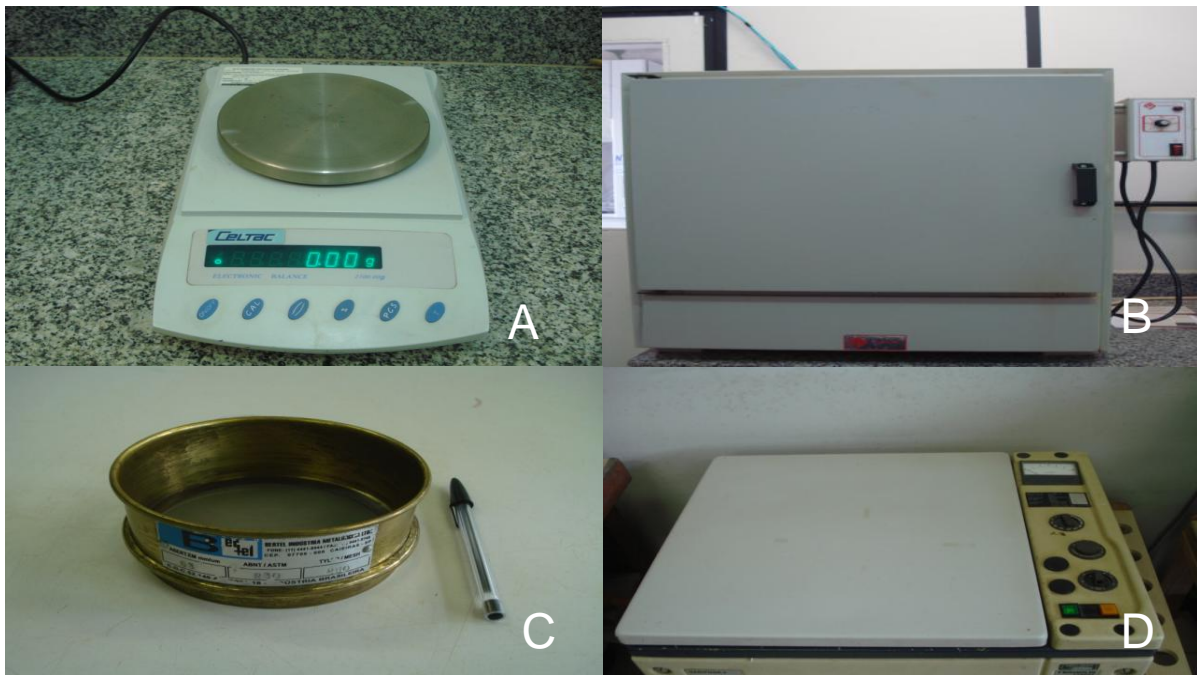


Fig. 06 - A) Balança digital *Celtac*; B) Estufa; C) Peneira 0,0062mm; D) Centrífuga.

Fonte: Arquivo do autor.

Para segregar as classes de material fino (< 0,063 mm), foi utilizado o método da centrifugação com rotação de 1000 rpm durante 2 (dois) minutos. Essa metodologia sugere que o silte precipitará e o sobrenadante será a argila mais água. Para evitar o processo de floculação, o qual acelera a decantação da argila em grande parte das amostras, principalmente nas que contém mais matéria orgânica, foi adicionado 50 ml de pirofosfato de sódio (dispersante químico) com concentração de 0,9g/L em cada amostra diluída em 150ml de água. Esse reagente é utilizado afim de desagregar as partículas ao máximo, para a obtenção de uma suspensão em que as partículas estejam totalmente individualizadas e mantenham-se, durante a análise, nesse estado. A influência do dispersante pode ser responsável por modificações de apenas algumas unidades percentuais a mais de 20% no resultado da análise (Dias, 2004). A centrífuga foi utilizada para a separação de silte e argila. Para a classificação granulométrica, primeiramente, foram utilizadas escalas milimétricas. Após isso, essa foi convertida para a escala logarítmica de Wentworth (1922), designada como escala θ "(phi)", o qual facilitou o tratamento estatístico convencional à sedimentologia.

6.3.1.2 Classificação Textural

O método adotado para a classificação textural desses sedimentos foi o de Shepard (1954), através de diagrama que possui uma subdivisão granulométrica da fração fina mais adequada quando comparado à classificação de Larssonneur (1977), alterado por Dias (op cit), que, além de agrupar silte e argila em uma única classe denominada lama, também baseia a sua classificação de acordo com a porcentagem de carbonato presente na amostra, parâmetro não visado no corrente trabalho.

6.3.1.3 Quantificação de Matéria Orgânica

Para a análise de matéria orgânica em sedimento de fundo, foi empregada a metodologia de calcinação, que baseia-se na secagem de cada amostra subordinada à análise à 100°C durante uma hora em estufa para a eliminação de água da estrutura. Posteriormente, as amostras foram levadas à mufla em cadinho de porcelana com 2g do sedimento seco, onde permanece por 6 horas a 550°C para a queima da matéria orgânica. A seguir, a diferença entre o peso final e o inicial foi convertida em porcentagem, afim, de obter o teor de matéria orgânica (%) da amostra (Figura 07).

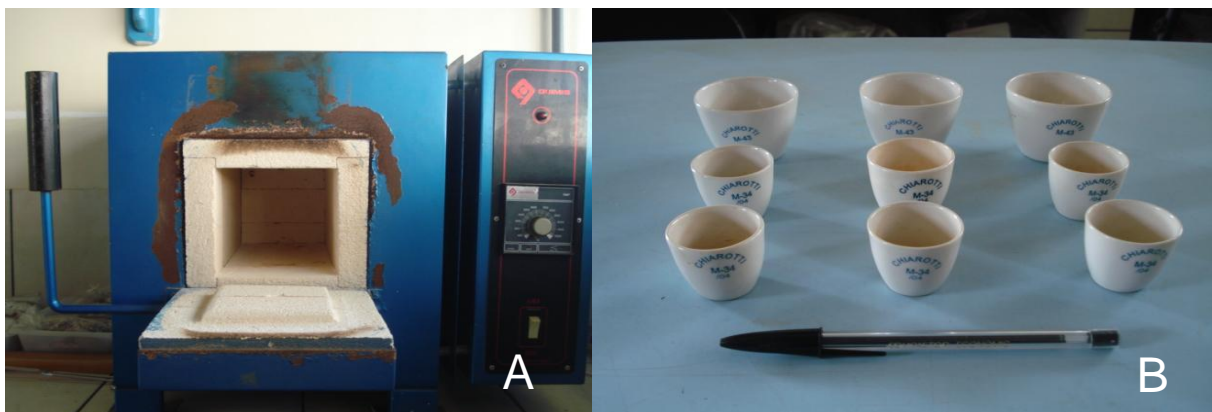


Fig. 07 - A) Forno mufla; B) Cadinhos de porcelana.

Fonte: Arquivo do autor.

Os mapas de distribuição de sedimentos e concentração de M.O foram gerados no software SURFER 9. Foi executado o método da interpolação de dados, valores numéricos da imagem, com krigagem linear, para uma melhor distribuição espacial dos teores de matéria orgânica e classificação textural.

6.4 GEOPROCESSAMENTO E GABINETE

As imagens para análise multitemporal e os shapes (máscaras) foram gerados a partir do EarthSat e Google Earth Pro, TM (GLOBAL LAND COVER FACILITY – GLCF, 2009). O Datum utilizado foi o WGS84 da zona 22 sul. As imagens adquiridas no GLCF foram dos anos de 1984 e 2006. A imagem do ano de 2000 teve como fonte o Google Earth Pro, onde foi montado um mosaico de 135 fotos com zoom em elevação de 2000 m no Corel PHOTO-PAINT X3. As imagens foram tratadas e georreferenciadas em software Arcgis 9.3.

Os shapes dos anos de (1984/2000/2006) foram sobrepostos, a fim de oferecer melhor visualização para a comparação multitemporal e para a quantificação de áreas depositas e erodidas. Para os cálculos das áreas, utilizou-se o software Arcgis 10, as ferramentas acionadas para mensurar áreas foram respectivamente, ArcToolbox, Analysis Tools, Overlay, Symmetrical Difference (evidencia a área erodida ou depositada), Explode Multi-part Feature (individualiza cada área). E através da ferramenta Measure calculou-se a área em km².

As áreas de erosão foram representadas por valores negativos. E, as áreas de deposição com valores positivos. Para definir a tendência efetuou-se somatória resultante das áreas.

7 RESULTADOS

7.1 GRANULOMETRIA

Os resultados granulométricos obtidos mostraram que a fração areia variou de 27 a 80% enquanto que a fração silte ficou entre 17 e 65%. Já a fração argila variou de 2 a 11%. O percentual médio de cada classe textural refletiu que 51,41% do total de amostras são compostas por areia, 42,14% por silte e 6,44% pela fração argila (Figura 08) e (Anexo A e D).

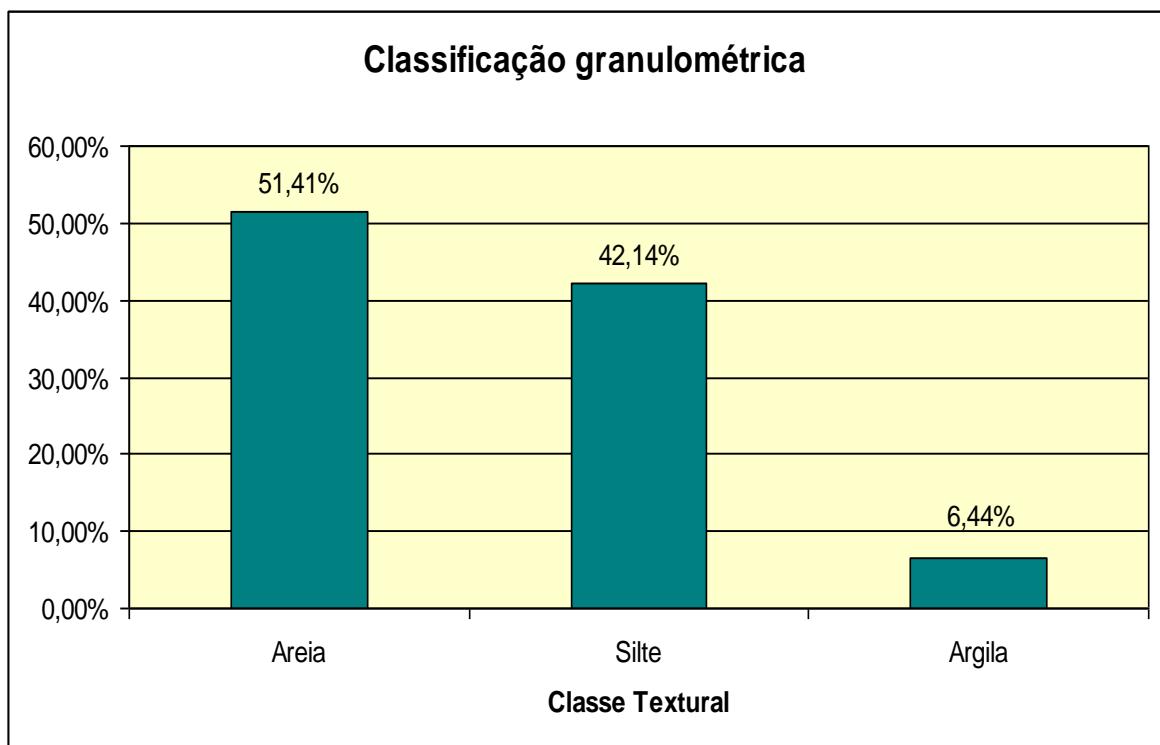


Fig. 08 – Gráfico referente à média granulométrica de todas as amostras da porção ocidental da Ilha de Colares.

De acordo com a classificação de Shepard (1954), o sedimento da porção ocidental da Ilha de Colares foi classificado como areia síltica a qual representou 50% das amostras e como silte arenoso 40%, sendo que 5% representaram ser areia e os outros 5% restantes de silte (Figura 09 a 11).

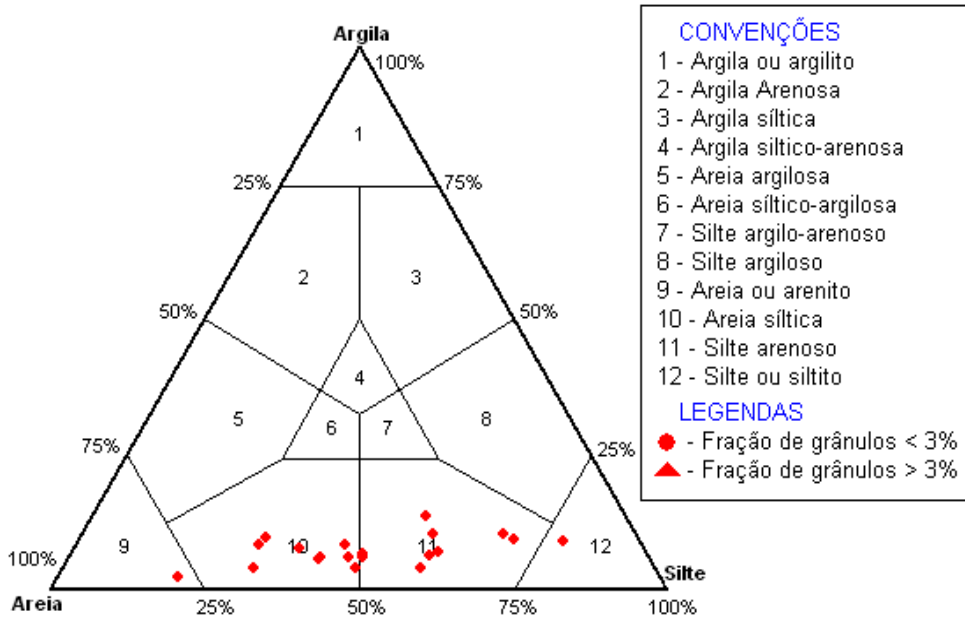


Fig. 09 – Classificação textural dos sedimentos da Ilha de Colares segundo o Diagrama de Shepard (1954).

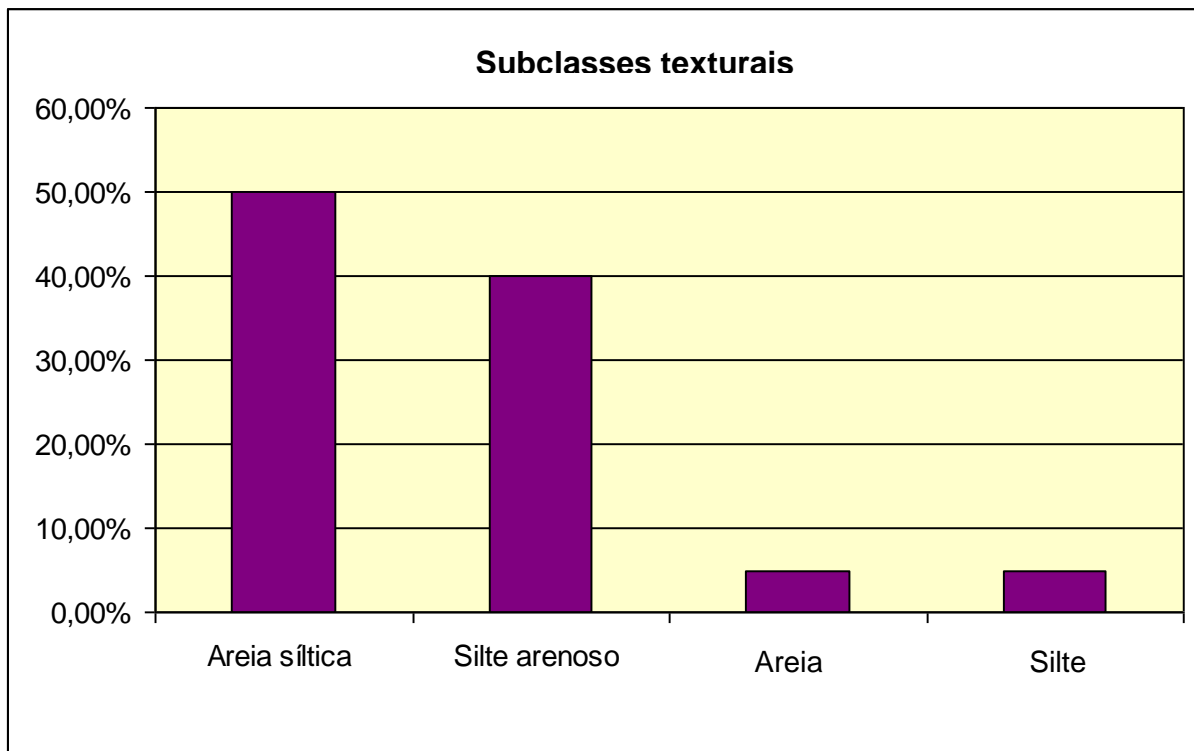


Fig. 10 - Percentuais das amostras as adjacências da Ilha de Colares correspondentes às subclasses texturais representadas através do Diagrama de Shepard (1954).

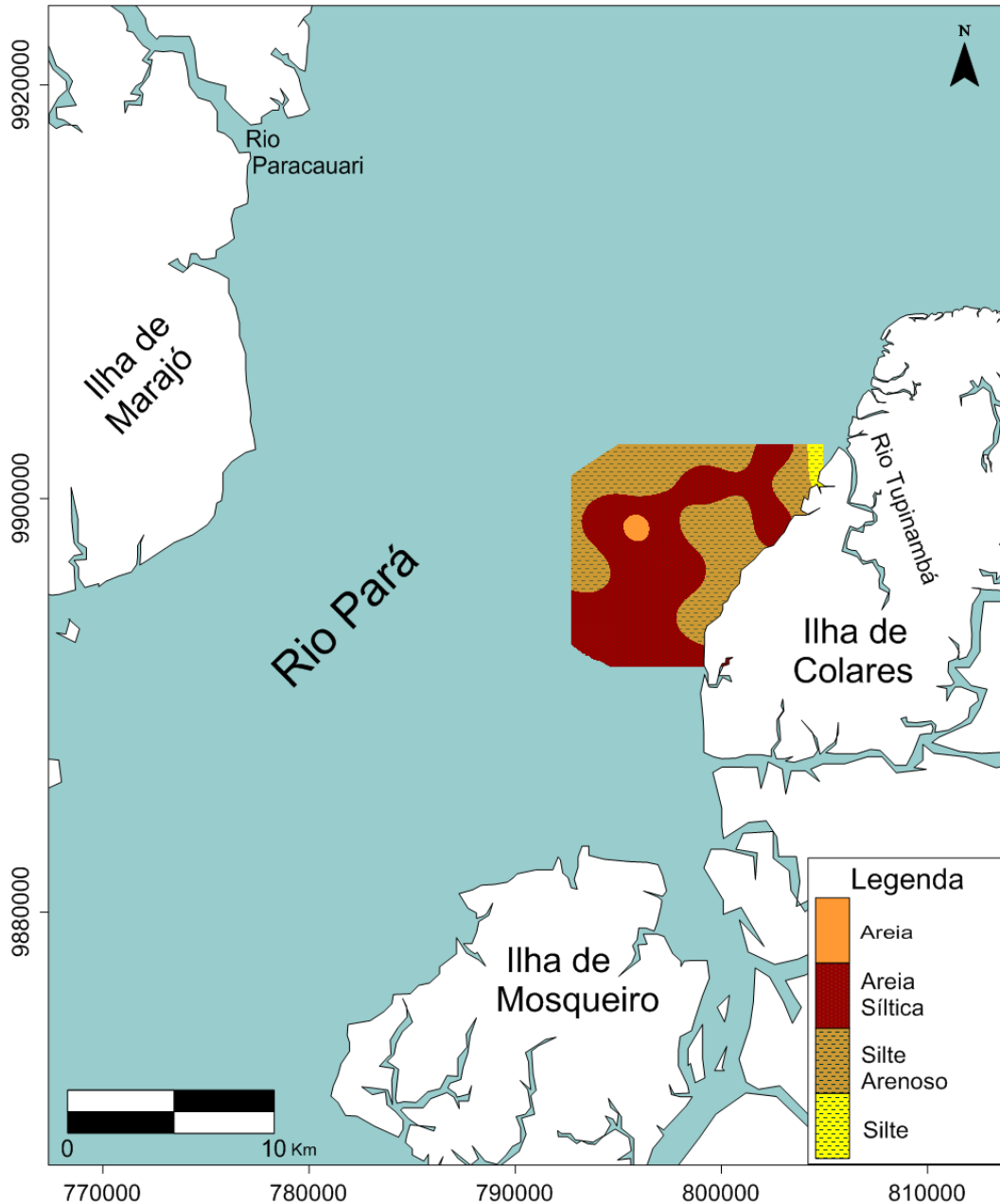


Fig. 11 – Mapa de distribuição espacial de sedimentos.

O mapa de distribuição dos sedimentos facilitou a compreensão espacial das subclasses texturais identificadas. Há uma faixa de areia siltica com orientação SW/NE e ao redor a ocorrência de silte arenoso. O silte concentrou-se a nordeste do mapa de distribuição espacial de sedimentos. Nessa área, há o Rio Tupinambá e igarapés que desembocam no Rio Pará, justificando a ocorrência de silte na área, pois a mesma possui baixa energia, facilitando a deposição de sedimentos granulométricos finos.

7.2 QUANTIFICAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA

7.2.1 Método de Calcinação

A concentração de matéria orgânica determinada através de calcinação nas 20 amostras variou entre 0,5 e 7,5%, sendo que a média foi de 4,8% de M.O por amostra (Figura 12 a 14) e (Anexo B).

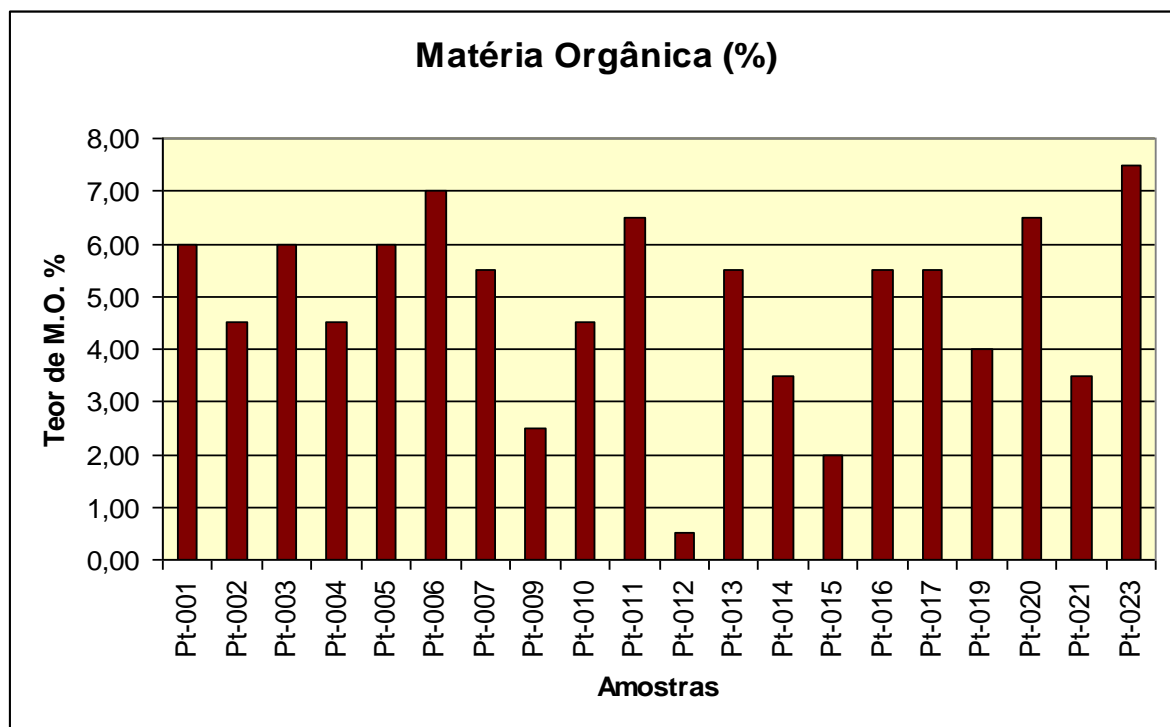


Fig. 12 – Gráfico referente ao teor de matéria orgânica percentual, presente em cada amostra de fundo coletada na Ilha de Colares.

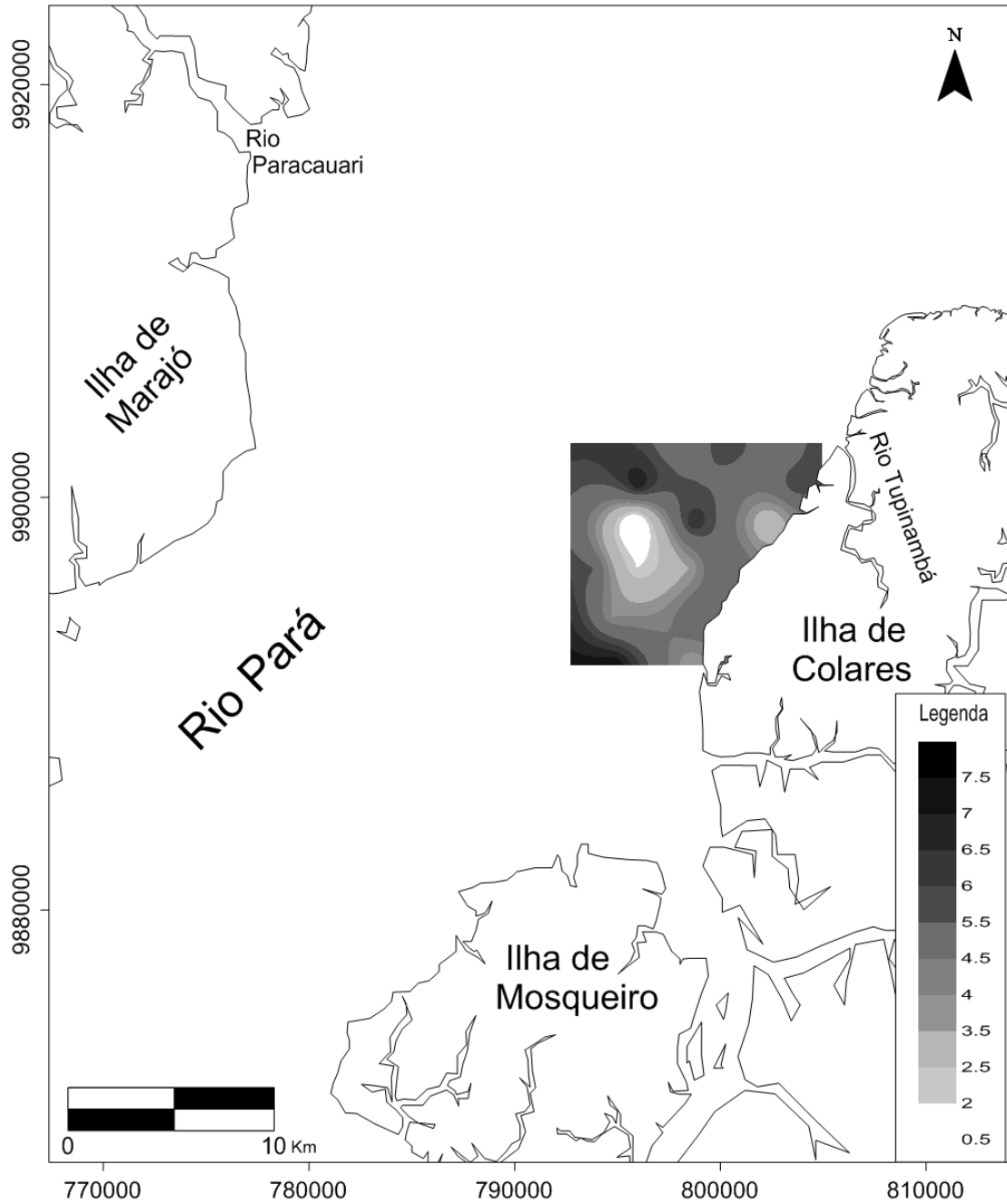


Fig. 13 – Mapa de distribuição da concentração percentual de matéria orgânica da malha amostral.

Observa-se que a concentração mais baixa de M.O, (0.5%) está correspondendo ao sedimento mais arenoso. E, as concentrações de M.O mais alta (3,5 a 6,5%) em correlação aos sedimentos mais siltosos, ou seja, mais finos.

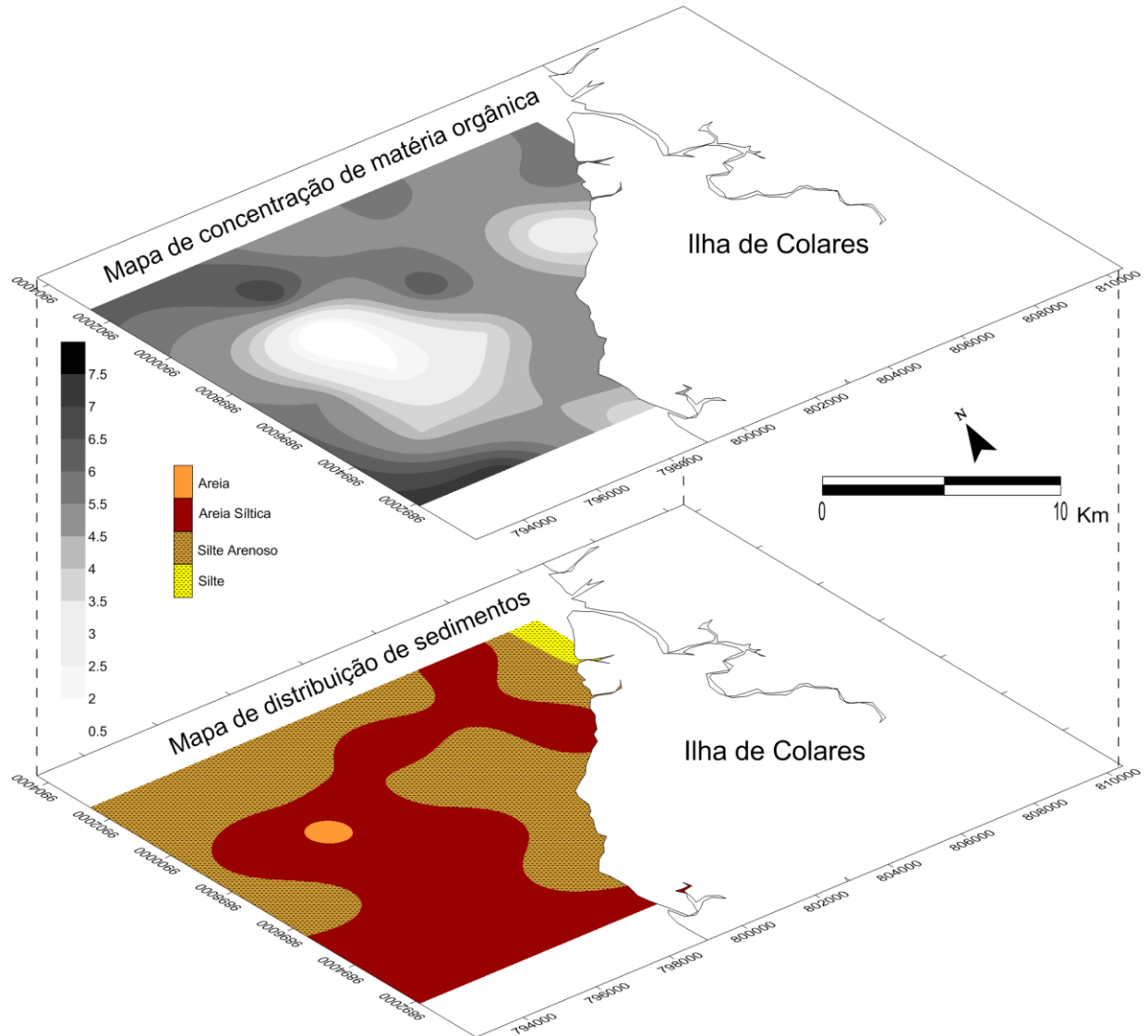


Fig. 14 – Mapa da concentração de M.O sobreposto ao mapa de distribuição de sedimentos.

7.3 ANÁLISE MULTITEMPORAL DE IMAGENS POR SATÉLITE

As comparações temporais por satélite foram feitas a partir das imagens dos anos de 1984, 2000 e 2006 (Figura 15 a 20).

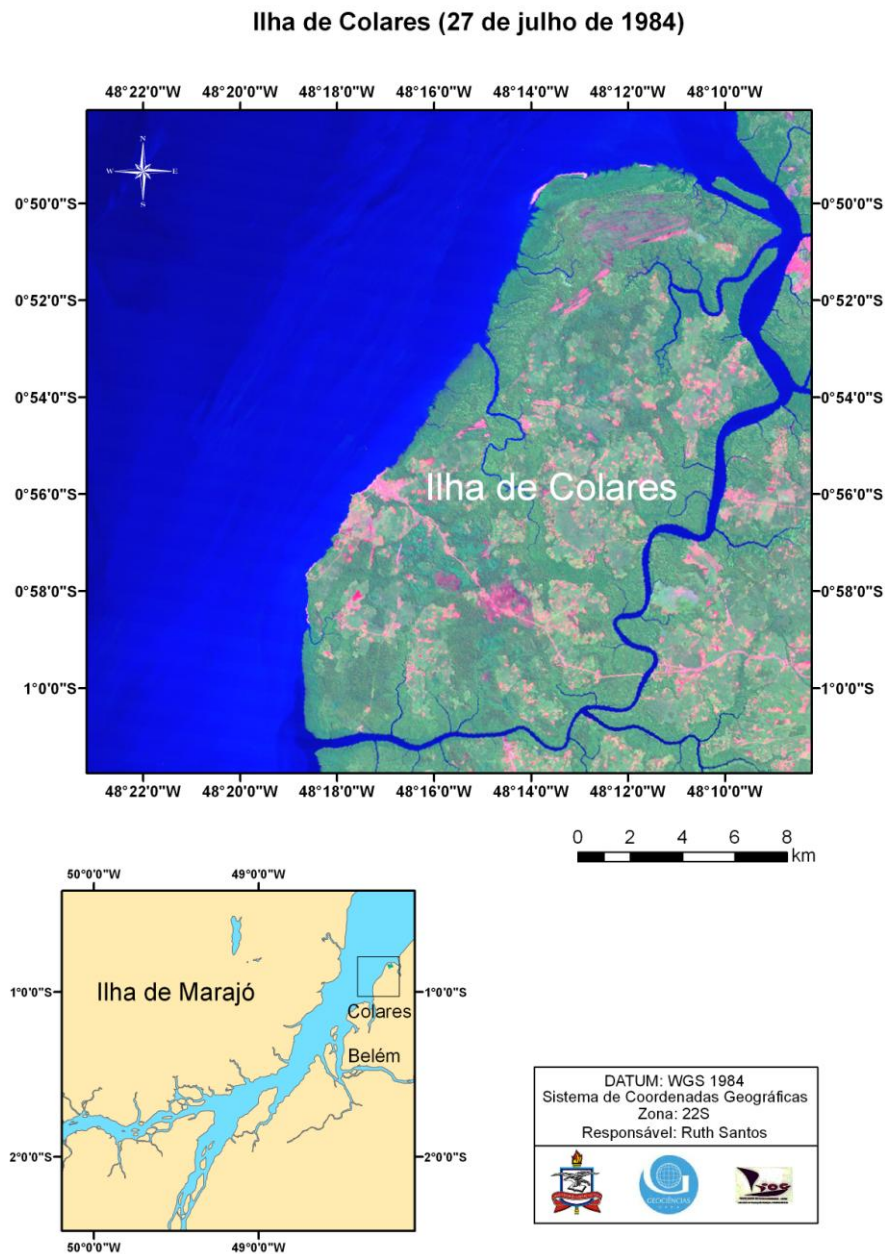


Fig. 15 – Imagem de satélite (032-755) TM, Ilha de Colares, do ano de 1984.

Fonte: Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT).

Ilha de Colares (2000)

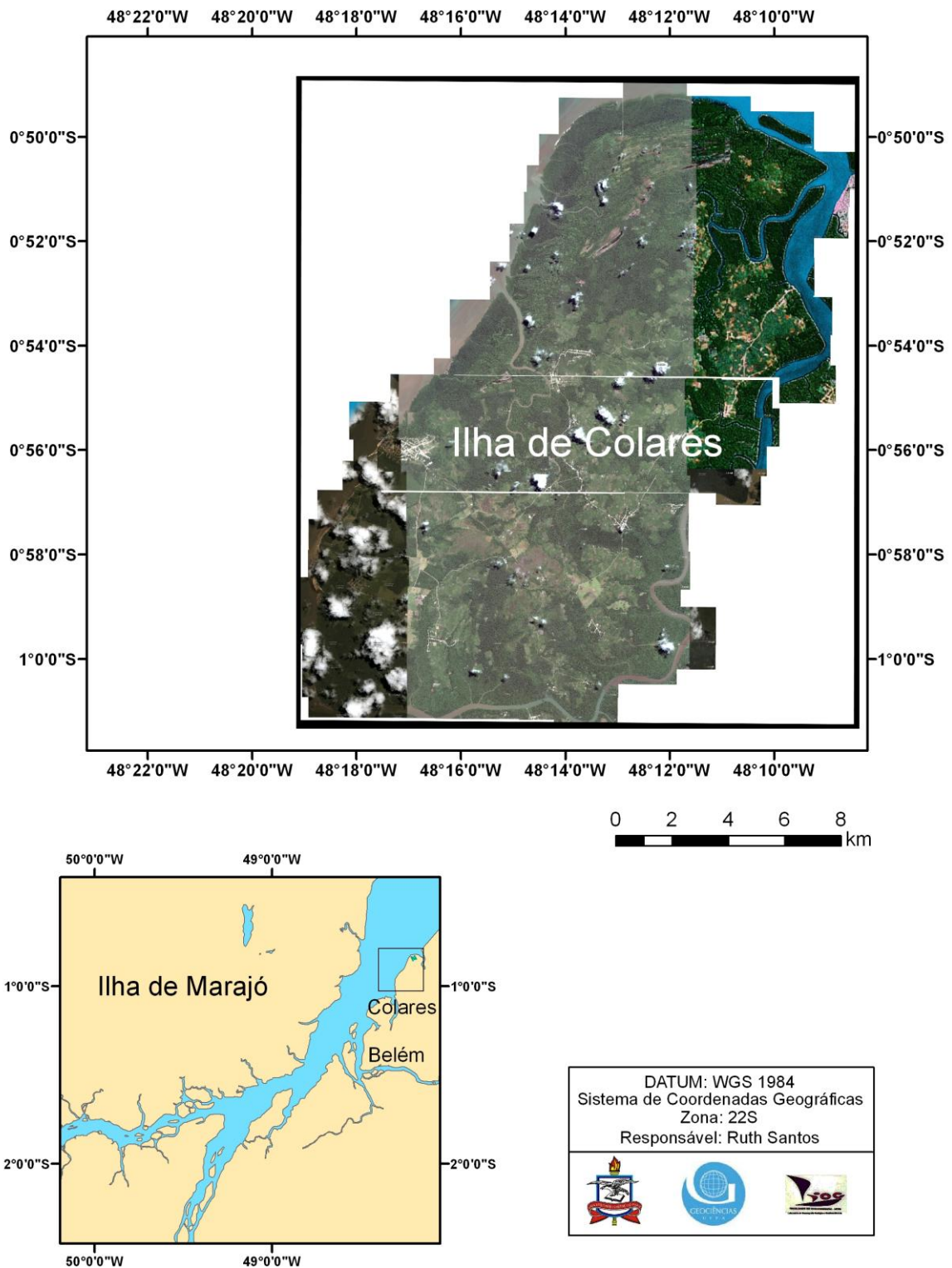


Fig. 16 – Imagem de satélite, Ilha de Colares, do ano de 2000 (Google Earth, 2010).

Fonte: Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT).

Ilha de Colares (09 de agosto de 2006)

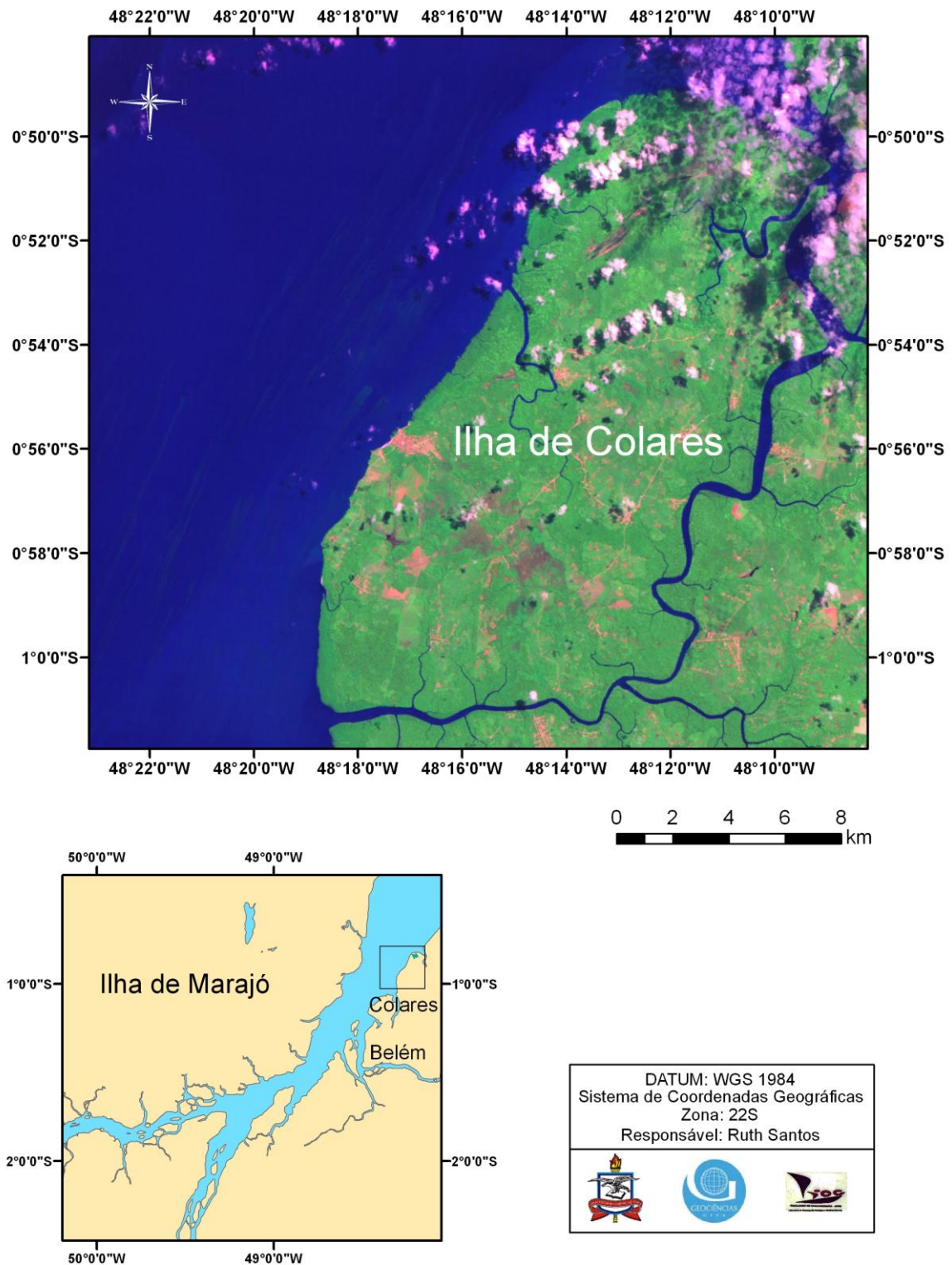
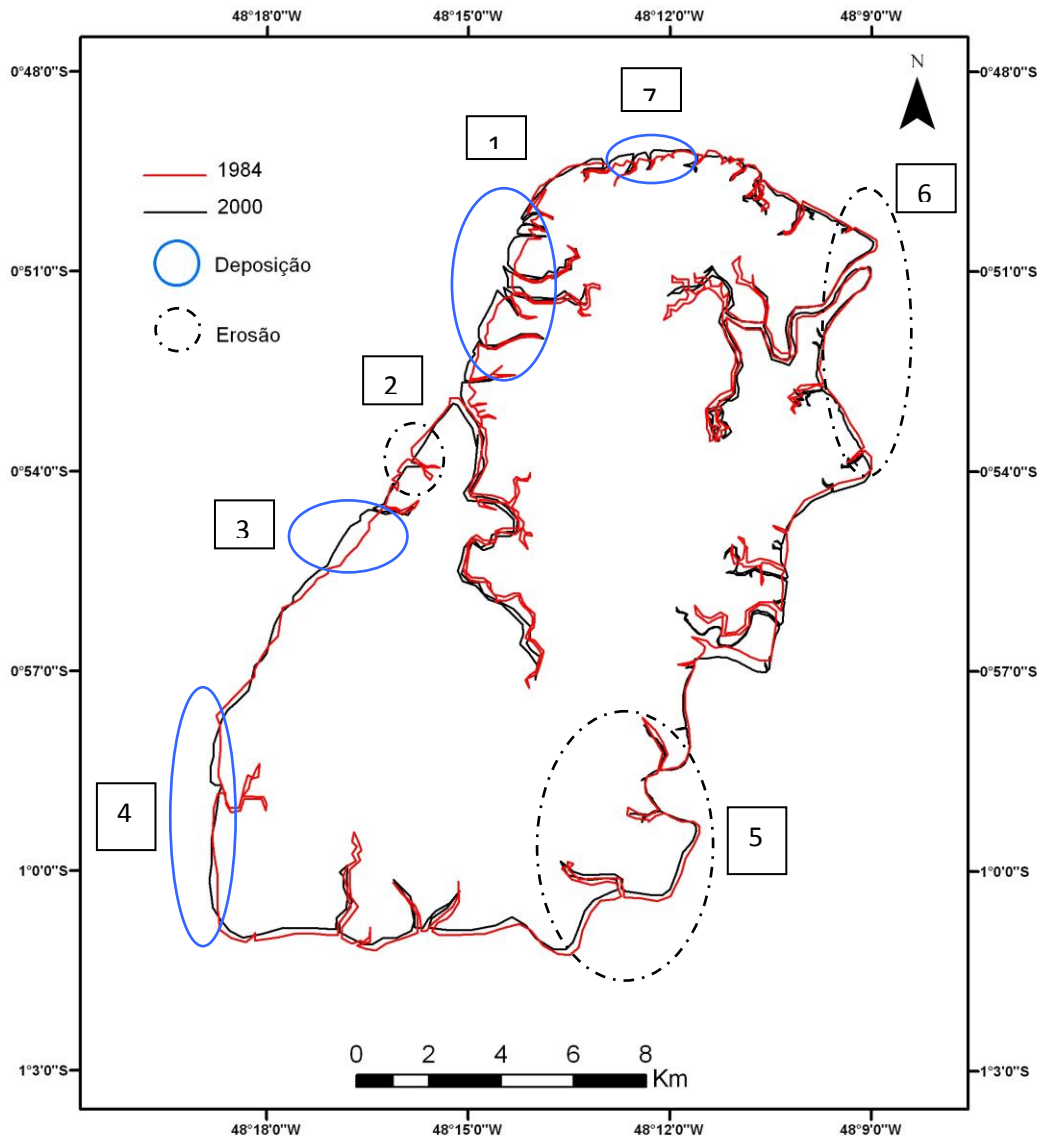


Fig. 17 – Imagem de satélite (223-350) TM, Ilha de Colares, do ano de 2006.

Fonte: Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT).

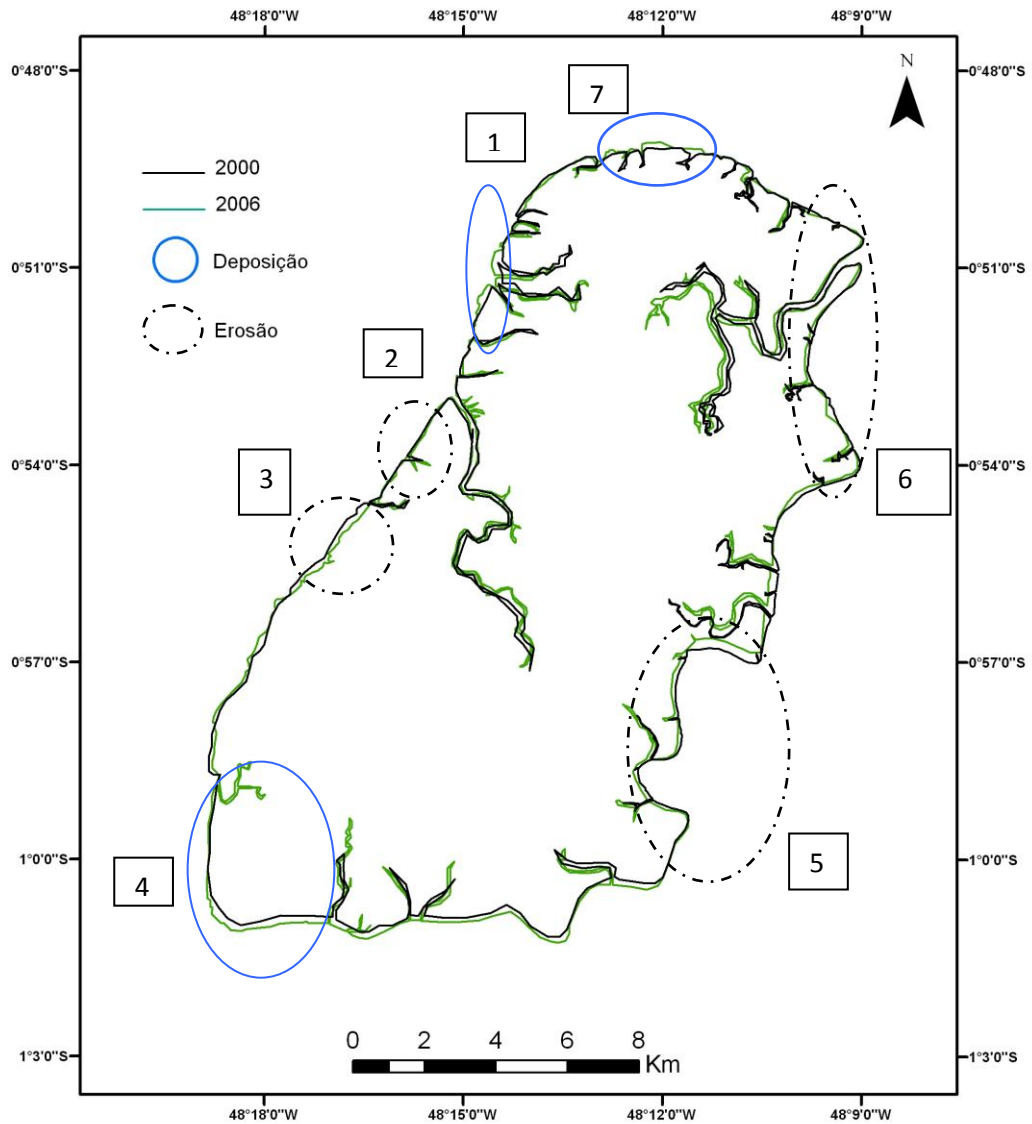
Linha de contorno - Ilha de Colares



ÁREA 1: 8.533 Km ² (DEPOSIÇÃO)	ÁREA 5: -9.495 Km ² (EROSÃO)
ÁREA 2: -2.510 Km ² (EROSÃO)	ÁREA 6: -5.292 Km ² (EROSÃO)
ÁREA 3: 8.639 Km ² (DEPOSIÇÃO)	ÁREA 7: 5.892 Km ² (DEPOSIÇÃO)
ÁREA 4: 3.557 Km ² (DEPOSIÇÃO)	

Fig. 18 – Áreas (Km²) de deposição e erosão nas linhas de contorno (1984-2000).

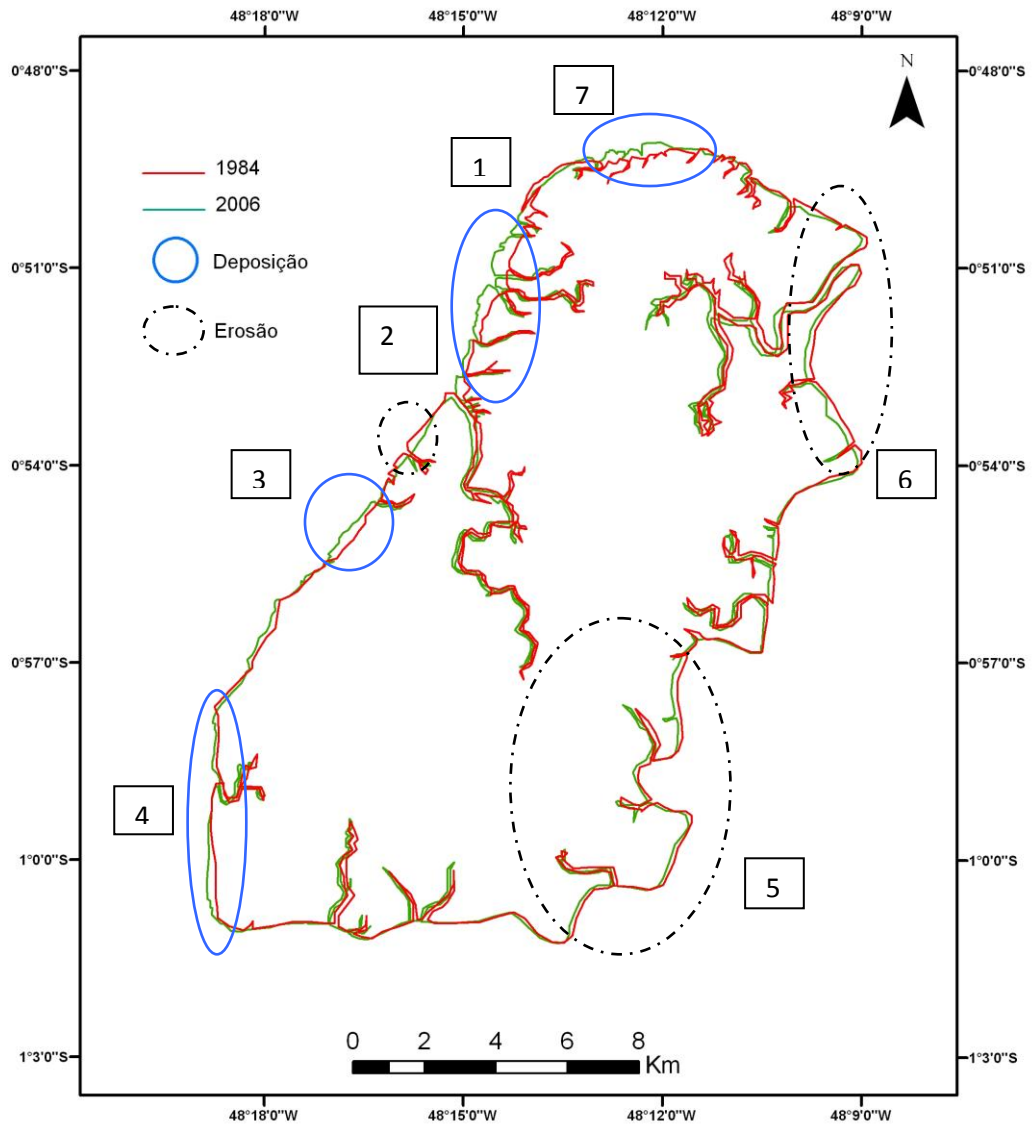
Linha de contorno - Ilha de Colares



ÁREA 1: 2.431 Km ² (DEPOSIÇÃO)	ÁREA 5: -17.222 Km ² (EROSÃO)
ÁREA 2: -101 Km ² (EROSÃO)	ÁREA 6: -4.764 Km ² (EROSÃO)
ÁREA 3: -3.476 Km ² (EROSÃO)	ÁREA 7: 2.155 Km ² (DEPOSIÇÃO)
ÁREA 4: 10.692 Km ² (DEPOSIÇÃO)	

Fig. 19 – Áreas (Km²) de deposição e erosão nas linhas de contorno (2000-2006).

Linha de contorno - Ilha de Colares



ÁREA 1: 10.964 Km ² (DEPOSIÇÃO)	ÁREA 5: -26.717 Km ² (EROSÃO)
ÁREA 2: -2.611 Km ² (EROSÃO)	ÁREA 6: -12.056 Km ² (EROSÃO)
ÁREA 3: 5.163 Km ² (DEPOSIÇÃO)	ÁREA 7: 8.047Km ² (DEPOSIÇÃO)
ÁREA 4: 14.249 (DEPOSIÇÃO)	

Fig. 20 – Áreas (Km²) de deposição e erosão nas linhas de contorno (1984-2006).

No período de 1984 a 2000 (Figura 18), a área total depositada e erodida, respectivamente, foi de 26.626 Km² e 17.297 Km². E no período de 2000 a 2006 (Figura 19), a área de deposição total foi 15.278 Km² e área erodida total de 25.563 Km².

A Figura 20 apresenta áreas de deposição e erosão. Ao longo de 22 anos (1984-2006) a área total de deposição indicada é de aproximadamente 34.142 Km² enquanto que a área total de erosão identificada tem valor aproximado de 24.699 Km². Conforme a tabela abaixo verifica-se que:

Tabela 01 – Tendências deposicionais ou erosionais em relação ao período de estudo (1984-2006).

ÁREA/ANO	1984-2000	2000-2006	TOTAL	TENDÊNCIA
ÁREA 1	8.533	2.431	10.964	DEPOSICIONAL
ÁREA 2	-2.510	-101	-2.611	EROSIVA
ÁREA 3	8.639	-3.476	5.163	DEPOSICIONAL
ÁREA 4	3.557	10.692	14.249	DEPOSICIONAL
ÁREA 5	-9.495	-17.222	-26.717	EROSIVA
ÁREA 6	-5.292	-6.764	-12.056	EROSIVA
ÁREA 7	5.892	2.155	8.047	DEPOSICIONAL

A tabela mostra que a Área 1 manteve a tendência deposicional durante o período de estudo, no entanto a maior deposição ocorreu no período de 1984 a 2000.

A Área 2 manteve a sua tendência erosiva, porém, a exemplo da Área 1, a maior erosão aconteceu no período de 1984 a 2000.

A Área 3, por sua vez, passou por um período de clara deposição entre 1984-2000, enquanto que no período de 2000-2006 passou por um processo erosivo. Apesar disso, ainda mantém uma tendência deposicional.

A Área 4 manteve durante todo o período analisado, uma tendência deposicional, sendo o período de 2000-2006 o de mudanças mais significativas.

A análise do comportamento visual da Área 5 indica que sua tendência foi sempre erosiva, porém, no período de 2000-2006 a perda de terreno por erosão foi cerca do dobro da erosão ocorrida no período de 1984-2000.

A Área 6, a exemplo da Área 5 também mostrou tendência erosiva. O período de 2000-2006 teve pequeno acréscimo na área erodida.

A Área 7, ao contrário, tem uma tendência deposicional. A deposição foi maior no período de 1984-2000.

8 CONCLUSÕES

Os sedimentos da região de Colares foram predominantemente compostos por areia (51,41%) e silte (42,14%) com uma pequena participação de argila (6,44%). A classificação textural baseada no Diagrama de Shepard (1954) atribuída aos sedimentos de Colares foi silte (5%), areia (5%), silte arenoso (40%) e areia síltica (50%).

O mapa de distribuição espacial dos sedimentos apresentou-se com uma extensa faixa de areia síltica, ou seja, essa disposição em faixa é inerente a canal, indicando um aumento na hidrodinâmica local. Ao redor da faixa, observa-se silte arenoso, sedimento mais fino, logo, essa área possui uma queda na hidrodinâmica, tendo-se como base, a relação granulométrica dos sedimentos com a hidrodinâmica do local.

A deposição de sedimentos finos não é possível em áreas com fortes correntes. Levando em consideração essa afirmação o mapa de distribuição sedimentar se mostrou coerente, já que a porção de silte depositou na porção mais próxima a costa oeste da Ilha de Colares, onde a força da corrente seja mais moderada.

O teor de matéria orgânica apresenta variação de 0,5 a 7,5%, com uma média de 4,8% no geral das amostras. As amostras resgatadas com elevada concentração de M.O na costa oeste de Colares, fato justificado por estarem próximas as desembocaduras de igarapés e rios, como exemplo citado o Rio Tubinambá.

A análise multitemporal tornou possível localizar tendências erosionais e deposicionais na linha de costa da Ilha de Colares.

As linhas de contorno da área de estudo, permitiram um maior detalhamento ao longo de 22 anos (1984-2006) de transformações que aconteceram na linha de costa. A Ilha Colares sofre processos de deposição e erosão. A área total de deposição indicada é de aproximadamente 34.142 Km² enquanto que a área total de erosão identificada tem valor aproximado de 24.699 Km².

Sobre a linha de costa da Ilha de Colares no período de estudo (1984-2006), observou-se que as áreas deposicionais concentraram-se a noroeste, oeste e

sudoeste da ilha, Entretanto, as áreas erosionais localizaram-se na porção do Rio Guajará-Miri ou Furo da Laura.

Tendo em vista o cálculo das áreas erodidas e depositadas em Km² da região, afirma-se que a Ilha apresentou um predomínio de áreas deposicionais.

REFERÊNCIAS

- ACERVO Laboratório de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha (LIOG/UFGA). Universidade Federal do Pará. 2009.
- BARBOSA, G.V.; RENNÓ, C.V.; FRANCO, E.M.S. Geomorfologia da Folha AS.22. Belém. In: PROJETO RADAMBRASIL. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. v.5.
- BATISTA, E.M.; SOUZA FILHO, P.W.M.; SILVEIRA, O.F.M. 2009. Avaliação de áreas deposicionais e erosivas em cabos lamosos da zona costeira Amazônica através da análise multitemporal de imagens de sensores remotos. *Rev. Bras. Geof.*, São Paulo, v. 27, supl.1 2009.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Belém, Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. In: PROJETO RADAM. Rio de Janeiro, 1974. v.5.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MELO, A. F.; SILVA, P. A. Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gorutuba (MG). In: Bol. Pesq. FI., Colombo, n. 51, p. 182, 2005.
- CARVALHO, N. de O. *Hidrossedimentologia Prática*. Rio de Janeiro: CPRM, 372p. 1994.
- CASTRO, A. F.; SOUTO, M. V. S.; AMARO, V. E.; VITAL, H. Desenvolvimento e aplicação de um banco de dados geográficos na elaboração de mapas da morfodinâmica costeira e sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras localizadas no estado do rio grande do norte. *Rev. Bras. Geociências*, 33(2-Suplemento): 53-64, 2003.
- COLARES ilha de encantos, WEB PARCEIROS, 2005. Disponível em: <<http://www.colares.webparceiros.com/index.asp?titulo=2&id=4>>. Acesso em: 11 nov. 2010.
- CORRÊA, P.R.S.; PERES, R.N. ; VIEIRA, L.S. Levantamento Exploratório de Solos da Folha SA.22 Belém. In: Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Folha AS.22 Belém*. IBGE, Rio de Janeiro. 1974. p. 1 - 153. (Levantamento de Recursos Naturais, v.5).

COSTA, D. T. M. A.; ARGENTO, M. S. F.; REIS, C. H. Caracterização das plumas de sedimentos da Baía de Sepetiba como subsídio ao estabelecimento de planos amostrais em ambientes costeiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSOREAMENTO REMOTO, 12., 2005. Goiânia. *Anais...* Goiânia: INPE, 2005.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA A. J. T.; CUNHA S. B (org.): *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

DIAS, J.A. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos. Faro: Universidade do Algarve, 2004. 84p. E-books. Disponível em: <http://w3.ualg.pt/~jdias/JADe_b_Sedim.html>. Acesso em: maio de 2010.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, 2009 – DHN, Disponível em: <<http://www.dhn.mar.mil.br/>>. Acesso em: 02 set. 2010.

DUTRA, J. M. L. *Contribuição à geologia da Ilha de Colares NE do Estado do Pará*. 1995. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pará - Centro de Geociências. Belém, 1995.

FISCH, G.; VENDRAME, I. F.; HANAOKA, P. C. M. Variabilidade espacial da chuva durante o experimento LBA/TRMM 1999 na Amazônia. *Acta Amazônica*, 2007. v. 37 n. 4 , p. 583-590.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1): 3-26. 1957.

FORBES, D. L.; LIVERMAN, D. G. E. Geological indicators in the coastal zone. In: BERGER AR & IAMS WJ (Ed.). *Geoindicators: assessing rap*, 175-192. *Id environmental changes in Earth systems*. A.A. Balkema, Rotterdam. 1996.

FRANÇA, C. F.; SOUZA FILHO, P. W. M. Análise das mudanças morfológicas costeiras de médio período na margem leste da Ilha de Marajó (PA) em imagem Landsat. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2-Suplemento): 127-136. 2003.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR, FEMAR, 1959. Disponível em: <<http://www.fundacaofemar.org.br/links/links.html>>. Acesso em: 26 nov. 2009.

GARRISON, T. (Ed). *Fundamentos de oceanografia*. Brasil. São Paulo: Cengage Learning, 2001. p. 362.

GLOBAL LAND COVER FACILITY, 2009 – GLCF, Disponível em: <<http://www.landcover.org/index.shtml>>. Acesso em: 25 maio 2010.

GUIMARÃES, P. L. Mapa de Classificação Climática do Estado do Pará. In: *Navegando sob o céu do Pará – Hidroclimatologia e recursos hídricos do Estado do Pará*. Belém: SECTAM, 2005. p. 9-12.

JAPIASSÚ, A. M.; FILHO, L. G. As Regiões Fitoecológicas, sua Natureza e seus Recursos Econômicos. Estudo Fitogeográfico da Folha S.A.22, Belém. In: PROJETO RADAMBRASIL, v.5, DNPM, 1974. Rio de Janeiro.

LARSOUNNEUR, C. La cartographie des dépôts meubles sur Le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche. J. Rech. Oceanography, n.2, p. 34-39. 1977.

MOLION, L. C. B. Climatologia dinâmica da Região Amazônica: mecanismos de precipitação. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 2. p. 107- 1 17. 1987.

PINHEIRO, R. V. Estudo Hidrodinâmico e Sedimentológico do Estuário Guajará-Belém (PA). 169p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Pará. Belém, 1987.

SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt-clays rations. *Journal of Sedimentology Petrology*. v. 24, n.3, p. 151-158. 1954.

SOUZA FILHO, P. W. M.; PARADELLA, W. R. Recognition of the main geobotanical features along the Bragança mangrove coast (Brazilian, Amazon Region) from Landsat TM and RADARSAT-1 data. *Wetlands Ecology and Management*, 10: 123-132. 2002.

SZLAFSZTEIN, C. F. Indefinições e Obstáculos no Gerenciamento da Zona Costeira do Estado do Pará, Brasil*. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 9(2):47-58, 2009. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-114_Szlafstein.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2011.

TUMA, L.S.R. Análise geomorfológica e geológica da Ilha de Colares. Baía do Marajó. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará – Centro de geociências. Belém, 1997.

VIEIRA, S. R. S.; MENDES, A. C.; ALVES, M. A. M. S.; BRAGA, F. P. S. Protocolo Sedimentológico. PROJETO: POTENCIAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DO

TRANSPORTE DE PETRÓLEO E DERIVADOS NA ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA (PIATAM mar): Fase II. 2007.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377- 392.1922.

XAVIER, F. V.; Contribuições metodológicas ao estudo da produção e distribuição espacial de sedimentos na bacia hidrográfica do rio manso utilizando o modelo avswat. Dissertação de Pós-Graduação em Física Ambiental. UFMG, 2009.

ANEXOS

ANEXO A: Planilha referente aos dados sedimentológicos.

Longitude	Latitude	Amostra	Areia (g)	Areia (%)	Silte (g)	Silte (%)	Argila (g)	Argila (%)
804956	9902620	Pt-001	13.63	27.26	32.57	65.14	3.80	7.60
797895	9902620	Pt-002	20.19	40.38	26.34	52.68	3.47	6.94
800417	9902641	Pt-003	17.03	34.06	28.67	57.34	4.30	8.60
803044	9902641	Pt-004	32.54	65.08	13.61	27.22	3.85	7.70
803637	9900594	Pt-005	21.83	43.66	23.84	47.68	4.33	8.66
795982	9900564	Pt-006	21.11	42.22	23.07	46.14	5.82	11.64
799090	9900564	Pt-007	26.30	52.60	20.96	41.92	2.74	5.48
802338	9898754	Pt-009	34.27	68.54	13.92	27.84	1.81	3.62
800756	9898724	Pt-010	25.80	51.60	21.48	42.96	2.72	5.44
798666	9898754	Pt-011	22.99	45.98	25.24	50.48	1.77	3.54
795841	9898784	Pt-012	40.01	80.02	8.89	17.78	1.10	2.20
800417	9896558	Pt-013	19.67	39.34	26.98	53.96	3.35	6.70
798496	9896558	Pt-014	29.97	59.94	17.67	35.34	2.36	4.72
795926	9896558	Pt-015	29.04	58.08	19.27	38.54	1.69	3.38
793836	9896558	Pt-016	20.52	41.04	26.46	52.92	3.02	6.04
798892	9894214	Pt-017	25.73	51.46	21.25	42.50	3.02	6.04
794683	9894185	Pt-019	29.18	58.36	18.08	36.16	2.74	5.48
792706	9894185	Pt-020	26.09	52.18	20.16	40.32	3.75	7.50
798520	9891896	Pt-021	30.21	60.42	16.28	32.56	3.51	7.02
794937	9891870	Pt-023	28.05	56.10	16.68	33.36	5.27	10.54

ANEXO B: Planilha final com as concentrações de M.O em cada amostra, pelo método de calcinação.

<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	<i>Amostra</i>	<i>Metodologia Calcinação</i>			
			<i>Peso Inicial</i>	<i>Peso Final</i>	<i>M.O (gr.)</i>	<i>M.O (%)</i>
804956	9902620	Pt-001	39.22	39.10	0.12	6.0
797895	9902620	Pt-002	36.61	36.52	0.09	4.5
800417	9902641	Pt-003	38.78	38.66	0.12	6.0
803044	9902641	Pt-004	35.09	35,00	0.09	4.5
803637	9900594	Pt-005	42.51	42.39	0.12	6.0
795982	9900564	Pt-006	34.97	34.83	0.14	7.0
799090	9900564	Pt-007	39.16	39.05	0.11	5.5
802338	9898754	Pt-009	16.07	16.02	0.05	2.5
800756	9898724	Pt-010	19.38	19.29	0.09	4.5
798666	9898754	Pt-011	17.19	17.06	0.13	6.5
795841	9898784	Pt-012	18.58	18.58	0.01	0.5
800417	9896558	Pt-013	18.87	18.76	0.11	5.5
798496	9896558	Pt-014	18.82	18.75	0.07	3.5
795926	9896558	Pt-015	19.50	19.46	0.04	2.0
793836	9896558	Pt-016	17.52	17.41	0.11	5.5
798892	9894214	Pt-017	17.65	17.54	0.11	5.5
794683	9894185	Pt-019	17.02	16.94	0.08	4.0
792706	9894185	Pt-020	17.76	17.63	0.13	6.5
798520	9891896	Pt-021	17.62	17.55	0.07	3.5
794937	9891870	Pt-023	17.44	17.29	0.15	7.5

ANEXO C: Tabela contendo dimensões granulométricas em mm e ϕ (phi) das classificações texturais, segundo Wentworth (1922).

Classificação Textural				Escala (mm)	Escala (ϕ)
Português		Inglês			
Bloco		Boulder		512	-9
				256	-8
Matacão		Cobble		128	-7
				64	-6
				32	-5
Seixo		Pebble		16	-4
				8	-3
				4	-2
Cascalho		Granules		2	-1
Areia	Muito grossa	Sand	Very coarse	1	0
	Grossa		Coarse	0,500	1
	Média		Medium	0,250	2
	Fina		Fine	0,125	3
	Muito fina		Very fine	0,0625	4
Silte	Grosso	Silt	Coarse	31m	5
	Médio		Medium	15,6	6
	Fino		Fine	7,8	7
	Muito Fino		Very fine	3,9	8
Argila	Grossa	Clay	Coarse	2,0	9
	Média		Medium	0,98	10
	Fina		Fine	0,49	11
	Muito Fina		Very fine	0,24	12
Colóide		Colloid		0,12	13

ANEXO D: Histograma granulométrico das amostras analisadas.

