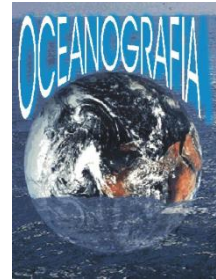




**Universidade
Federal do Pará**



**Instituto de
Geociências**



**Faculdade de
Oceanografia**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JEFFERSON ROBSON ARAÚJO DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DE FUNDO DO BAIXO
CURSO DO RIO ARAGUARI, ESTADO DO AMAPÁ, ENTRE
O IGARAPÉ SANTANA E A ÁREA PROXIMAL A FOZ.**

**GEOCIÊNCIAS
U.F.P.A.**

**Belém
2011**

JEFFERSON ROBSON ARAÚJO DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DE FUNDO DO BAIXO CURSO
DO RIO ARAGUARI, ESTADO DO AMAPÁ, ENTRE O IGARAPÉ
SANTANA E A ÁREA PROXIMAL A FOZ.**

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

Orientadora: Prof^a. Dra. Odete Fátima Machado da Silveira.

**Belém
2011**

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

S729c Souza, Jefferson Robson Araújo de

Caracterização sedimentar de fundo do baixo curso do rio Araguari, Estado do Amapá, entre o igarapé Santana e a área proximal a foz / Jefferson Robson Araújo de Souza; Orientador: Odete Fátima Machado da Silveira – 2011

71f. : 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. Baixo curso do rio Araguari - AP. 3. Sedimentos de fundo. 4. Carta de distribuição de sedimentos. I. Silveira, Odete Fátima Machado da *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 20º ed.: 552.5098116

JEFFERSON ROBSON ARAÚJO DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DE FUNDO DO BAIXO CURSO
DO RIO ARAGUARI, ESTADO DO AMAPÁ, ENTRE O IGARAPÉ
SANTANA E A ÁREA PROXIMAL A FOZ.**

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

Data de aprovação: 09/02/2011
Conceito: EXCELENTE

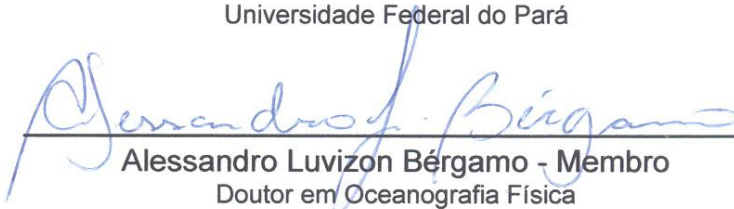
Banca examinadora:



Odete Fátima Machado da Silveira - Orientadora
Doutora em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará



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



Alessandro Luvizon Bergamo - Membro
Doutor em Oceanografia Física
Universidade Federal do Pará

Ao meu pai Eurádio Souza, minha esposa Ariane e meus filhos Vinícius Vaner e Victor Ariel, amores que me ensinaram a dinâmica do viver.

AGRADECIMENTOS

Na minha lista de agradecimentos o primeiro será direcionado Àquele que sempre que precisei não tive dúvidas em solicitar auxílio, pois sabia que Ele sempre iria e irá estar ao meu lado. Obrigado meu Deus pelas vezes em que encontrei barreiras e Tu estiveste a minha espera pronto para me dar forças e encorajamento, fazendo-me acreditar que era capaz de superar os obstáculos.

Agradeço também aos meus pais que com toda humildade em que vivemos e dificuldade pelas quais passamos, confiaram que eu passaria por este estágio da vida. Muito obrigado Dona Célia, minha mãe (*in memoria*), pelas vezes em que me determinou a fazer as tarefas de casa e estudar. Agora sei o que a senhora queria para mim. A sua falta nos enche os olhos de lágrimas, mas nos faz compreender o ciclo da vida... Ao meu pai, Eurádio Souza, agradeço, por toda a vida, pelo exemplo de Ser Humano que mostrou ser e que deve ser seguido. Obrigado pelas inúmeras ajudas prestadas no decorrer de nossa convivência.

Aos meus irmãos Fátima (*in memoria*), Alfredo, Manoel Raimundo (Maneco), Jorge, Ana, Oscarina, Eurádio, Zózimo, Orlandina, Lucivaldo e Junior, agradeço, pois cada um, a seu modo, contribuiu para a conquista deste objetivo.

Agradeço também aos meus queridos filhos Vinícius e Victor, e minha esposa Ariane por, ainda que não soubessem, terem sido a razão para a minha luta incessante de querer chegar a este momento.

A todos os mestres, pela experiência e conhecimento socializados no decorrer de minha estada no curso, e que sabem e reconhecem o valor de suas funções, compondo rigor, razão e amizade na sublime tarefa de transmissão de sua bagagem intelectual, presto meu agradecimento.

Meu melhor agradecimento à professora Dra. Odete Silveira que me orientou neste trabalho, e que até nos momentos mais difíceis pelos quais passei mostrou-se, acima de tudo, compreensiva e incentivadora. "*A vida em si é simples. Nós é que precisamos complicá-la para nos sentirmos ocupados*". A ti, Odete, fica registrado o meu eterno muito obrigado.

À Universidade Federal do Pará, ao Instituto de Geociências e especificamente à Faculdade de Oceanografia por oportunizarem o desenvolvimento deste trabalho, agradeço imensamente.

Agradeço também pela utilização do laboratório de sedimentologia, e pelo auxílio dispensado pelo Sr. Lopes enquanto estive “cuidando” dos sedimentos.

Ao PIATAM (Potenciais Impactos Ambientais do Transporte de Petróleo e Derivados na Zona Costeira Amazônica) agradeço pela concessão da bolsa-auxílio para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos do LIOG (Laboratório de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha) e de classe (turma de 2003), um agradecimento especial pelo respeito e por nossa convivência durante esta árdua jornada. Sempre me lembrarei de vocês...

Ao meu amigo Charlie Aood, pelos momentos de certezas e incertezas que passamos no decorrer do curso, principalmente durante o longo período de tratamento das amostras nos laboratórios para a construção do trabalho de conclusão de curso, onde a ação de ajudar mostrou-se mútua e verdadeira, eternos abraços e agradecimentos.

Não podia deixar de agradecer àquele que no momento mais crítico de minha jornada acadêmica estendeu as mãos e disse: “vem que eu te ajudo”. Muitíssimo obrigado Artur Gustavo por se mostrar um amigo para todas as horas e mesmo com esse jeito durão de ser, ao fundo se revela uma pessoa verdadeira e compreensiva.

Àqueles que no último instante dispuseram-se a ajudar, um forte abraço.

E obrigado *de coração* a todos aqueles que acreditaram que este trabalho seria possível.

“Mulheres e homens, somos os únicos que, social e historicamente, nos tornamos capazes de aprender. Por isso, somos os únicos para quem aprender é uma aventura criadora. Algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito.”

Paulo Freire

RESUMO

O estuário do rio Araguari é um sistema dominado por marés que alcançam cerca de 5 metros de altura em sua foz, e que adentram o estuário seguindo por seus segmentos meandantes, constituindo o mais expressivo sistema de drenagem do estado do Amapá em extensão, largura e volume de água, tendo seu baixo curso limitado a sul pelo rio Amazonas e a norte pela Região dos Lagos do Amapá. Para a caracterização sedimentar de fundo do baixo curso do rio Araguari foram analisadas sub-amostras dos sedimentos coletados durante a segunda expedição realizada pela equipe do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA à Reserva Biológica do Lago Piratuba em novembro de 2005. Nos 17 perfis traçados em linhas transversais ao curso do rio com equidistância de 5 Km foram coletadas, através de um amostrador do tipo Petersen, 70 amostras de sedimento com peso aproximado de 1 Kg, que após o trabalho realizado em laboratório pôde-se inferir que a partir da classificação pela média do tamanho dos grãos a área estudada apresenta a sua constituição sedimentar representada basicamente por sedimentos pelíticos e que de acordo com a classificação do sedimento analisado a partir de Folk & Ward, foram obtidas três subclasses texturais que são representadas por silte médio, silte fino e argila grossa. Estes resultados foram essenciais para a confecção da carta de distribuição de sedimentos do rio Araguari, no trecho compreendido entre o Igarapé Santana e a área proximal a Foz.

Palavras-chave: Sedimentologia. Baixo curso do rio Araguari - AP. Sedimentos de fundo. Carta de distribuição de sedimentos.

ABSTRACT

The estuary of the Araguari river is a system dominated by tides that reach about 5 feet tall in its mouth, and that enter the estuary following their meandering segments, constituting the most significant drainage system of the state of Amapá in length, width and volume of water, considering its lower course restricted to the south by the Amazon river and to the north by the Lakes Region of Amapá. For the characterization of bottom's sedimentation of the lower course Araguari river were analyzed sub-samples of sediments collected during the second expedition performed by the staff of the Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA to the Biological Reserve of Piratuba Lake in November 2005 . In the 17 profiles drawn in lines across the river course with equidistance of 5 km were collected, through a sampler of Petersen, 70 sediment samples weighing approximately 1 kg, after which the work done in the laboratory could be inferred that from the classification by the average of the grains size the area presents its sedimentary constitution represented basically by pelitic sediments and that according to the classification of sediment analysis from Folk & Ward, were obtained three textural subclasses that are represented by medium silt, fine silt and coarse clay. These results were essential for making the letter distribution of sediments of the Araguari river, on the stretch between the Santana creek and the proximal area to its mouth.

Keywords: Sedimentology. Lower reaches of the Araguari-AP river. Bottom sediments. Letter distribution of sediments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Mapa de localização do estado do Amapá, incluindo os seus limites geográficos.	17
Figura 2	Mapa de localização da área de estudo.	18
Figura 3	Limite da maré dinâmica no rio Araguari.	21
Figura 4	Distribuição das fisionomias vegetais do estuário do rio Araguari e adjacências.	23
Figura 5	Precipitação média mensal no período de um ano no Estado do Amapá	26
Figura 6	Unidades morfoestruturais do Estado do Amapá. Em destaque a Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque.	28
Figura 7	A) Erosão da margem do rio. B) Margem em processo de erosão.	30
Figura 8	Ocorrências da pororoca na costa amapaense.	33
Figura 9	Vista aérea da pororoca no rio Araguari, com suas ondas nos formatos ondular e macaréu.	34
Figura 10	Concentração de sedimentos em suspensão no rio Araguari.	35
Figura 11	A e B) terraços em barra em pontal	35
Figura 12	Pontos de referência das coletas	37
Figura 13	A) Sedimento coletado; B) Amostrador do tipo <i>Petersen</i> .	37
Figura 14	Fluxograma contendo as atividades desenvolvidas em laboratório, mostrando a seqüência do tratamento das amostras e análises realizadas.	39
Figura 15	A) Ultrassom; B) Amostra de sedimentos em decantação.	40
Figura 16	A) e B) Estufa; C) e D) rolo de aço inox sobre uma folha de papel	41
Figura 17	Peneiramento a úmido utilizando a peneira com abertura de malha de 0,062 mm.	41
Figura 18	A) Recipiente de vidro; B) Centrífuga	42
Figura 19	Agitador RoTap	43
Figura 20	Balança eletrônica digital.	44
Figura 21	Gráfico da classificação granulométrica pela média.	45
Figura 22	Gráfico do percentual granulométrico a partir de Larssonneur.	49
Figura 23	Classificação granulométrica pelo diagrama de Shepard.	50
Figura 24	Gráfico do percentual granulométrico a partir de Shepard.	50
Figura 25	Gráfico do percentual granulométrico a partir de Folk & Ward.	51

Figura 26	Ponto de coleta na borda de canal da margem esquerda do rio Araguari.	52
Figura 27	Amostra de lama arenosa coletada no fundo do canal do rio Araguari.	53
Figura 28	Classificação hidrodinâmica a partir do diagrama de Pejrup.	53
Figura 29	Carta de distribuição de sedimentos de fundo, de acordo com a classificação de Larssonneur de 1977.	55
Figura 30	Carta de distribuição de sedimentos de fundo, de acordo com a classificação de Shepard de 1954.	56
Figura 31	Carta de distribuição de sedimentos de fundo, de acordo com a classificação de Folk & Ward de 1957.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Amostras coletadas e localização geográfica.	38
Tabela 2	Amostras coletadas no rio Araguari e resultados estatísticos das análises granulométricas.	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	ÁREA DE ESTUDO	17
2	OBJETIVOS E METAS	19
2.1	GERAL	19
2.2	ESPECÍFICOS	19
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	20
3.1	SOLO	21
3.2	VEGETAÇÃO	23
3.2.1	Floresta de várzeas	23
3.2.2	Florestas de mangue	24
3.2.3	Campos inundáveis	24
3.3	METEOROLOGIA	25
3.4	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	26
3.5	HIDRODINÂMICA	29
4	POROROCA	31
4.1	A POROROCA E OS AMBIENTES COSTEIROS	31
4.2	POROROCA: UMA DAS FORÇANTES OCEANOGRÁFICAS NA COSTA AMAZÔNICA	32
4.3	PROCESSOS SEDIMENTARES E MORFOLOGIA INFLUENCIADOS PELA POROROCA	34
5	MATERIAIS E MÉTODOS	36
5.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO	36
5.2	COLETA DE SEDIMENTOS	36
5.3	TRABALHO EM LABORATÓRIO	39
5.3.1	Tratamento das amostras	40
5.3.2	Peneiramento a úmido	41
5.3.3	Peneiramento à seco	42
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
6.1	GRANULOMETRIA	45
6.1.1	Classificação pela média	45

6.1.2	Classificações a partir de parâmetros estatísticos	49
6.1.2.1	Classificação de Larsounneur, de Shepard e de Folk & Ward	49
6.1.3	Comparação entre as classificações	51
6.2	CARTAS DE DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS DE FUNDO	52
6.2.1	Segundo classificações de Larsounneur, de Shepard e de Folk & Ward	52
7	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	60
	ANEXOS	62
	ANEXO A - ESCALA DE TAMANHO DE GRÃO EM mm E Phi (Ø)	63
	ANEXO B - HISTOGRAMAS DO PERCENTUAL DE TAMANHO DO GRÃO EM Phi DAS AMOSTRA	64
	ANEXO C - NOMENCLATURA DOS SEDIMENTOS MARINHOS	71

1 INTRODUÇÃO.

De acordo com Lima (2002) a drenagem sempre desempenhou papel importante para a humanidade desde os seus primórdios até os dias de hoje, tanto para locomoção, transporte de bens, comunicação, alimentação, como para fornecer o insumo vital para os seres vivos: a água. As populações quase sempre buscaram se fixar às margens dos cursos d'água, ao longo de sua história, tanto que muitas civilizações deveram seu florescimento e desenvolvimento à presença de um grande rio.

O território brasileiro tendo o Amazonas-Solimões como uma de suas bacias hidrográficas, teve seu processo de colonização e penetração através dos rios (LIMA, op. cit. p. 13).

O autor citado advoga que as bacias de drenagem constituem a principal unidade para estudos de macrozoneamento ambiental e de zoneamento ecológico-econômico, de grande aplicação atual e, portanto, de expressiva relevância no estudo do meio ambiente, propiciando informações importantes sobre o meio físico, em especial o geológico e o geomorfológico, além de seus condicionamentos como o clima, a pedogênese e os ambientes fitofisionômicos, no sentido de fornecer informações dos recursos naturais de uma região. Esses conhecimentos são relevantes para mostrar implicações no planejamento agrícola, zoneamento ecológico-econômico, potencial geoambiental, etc.

Santos (2006), em sua tese de doutoramento intitulada - *Ambientes costeiros amazônicos: avaliação de modificações por teledecação* - afirma que os ambientes costeiros apresentam um dinamismo intenso por sofrerem influências de complexos processos que ocorrem na transição entre o oceano e o continente. Quando as forçantes regionais atuam sobre esses processos a complexidade aumenta de forma a gerar um desafio para a ciência, no sentido de reconhecer esses ambientes e sua dinâmica.

Ao referir-se à costa norte brasileira, inúmeras são as condições limites que atuam sobre esta região. As suas posições equatoriais, situadas entre duas margens continentais de comportamentos opostos e submetidas às conjunções impostas pela Zona de Convergência Intertropical e o Sistema de Dispersão Amazônico, sugerem que vários são os fatores que interferem na sua evolução, exercendo pressões

sobre a rede de drenagem dessa região que apresenta característica de baixo gradiente (COSTA NETO; SILVEIRA, 2006).

A região costeira norte brasileira está submetida à conjunção de três tipos principais de forçantes: *atmosférica*, *oceânica* e *amazônica*. A *forçante atmosférica* depende da migração N/S da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) que provoca o regime dos ventos alísios e das estações climáticas e o controle hidrológico dos rios locais; a *forçante oceânica* é resultante da circulação oceânica geral (Corrente Norte Equatorial) que localmente é modulada pela forçante atmosférica (reflexão da Corrente Norte do Brasil), já a *forçante amazônica* resulta do transporte dos aportes do Rio Amazonas, estando, ela mesma, sob a influência das duas outras forçantes citadas (SILVEIRA; SANTOS, 2006).

Na Amazônia, nos limites do estado do Amapá, os ambientes costeiros apresentam uma dinâmica espacial e temporal diferente das observadas no mundo por estarem situados à borda da floresta, apresentando extensas paisagens de difícil penetração que são segmentadas por diversos estuários, tendo como o maior deles o do rio Amazonas seguido pelo estuário do rio Araguari.

Conforme Cronin¹ (1967 apud MIRANDA et al., 2002) a descarga de água doce na parte interna dos estuários, a entrada de água do mar, e os transportes de sedimentos em suspensão, nutrientes orgânicos e inorgânicos associados são processos que desempenham uma grande importância para o desenvolvimento urbano, social e econômico das regiões estuarinas.

Nas costas tropicais do Brasil os estuários apresentam-se como ecossistemas complexos e dinâmicos, sofrendo influência por fenômenos naturais de ordem física e, caracterizados por uma riqueza tanto na produtividade quanto na biota, constituindo habitats propícios para locais de refúgio, reprodução e crescimento de inúmeras espécies animais (COSTA NETO; SILVEIRA, op. cit.). Esses autores ainda afirmam que os processos atuantes nestes estuários permitiram o estabelecimento de ecossistemas diversos, regulados pela sazonalidade das chuvas, da descarga hídrica e sólida das drenagens regionais, das marés, ventos e correntes.

O rio Araguari é um exemplo dos estuários que ocorrem na região costeira amazônica, sendo o foco deste trabalho. Este apresenta uma configuração

¹ CRONIN, L. E. "The role of man in estuarine processes." In: LAUFF, G. H. (ed). **Estuaries**. Washington, D. C.: American Association for the Advancement of Science.1967. p. 667-689 (Publication, 83)

meandrante, onde em sua desembocadura as marés que adentram os seus segmentos alcançam alturas superiores a quatro metros.

O presente trabalho procura contribuir para o conhecimento do rio Araguari, na área compreendida entre o Igarapé Santana e a sua foz.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Araguari está localizado na região Centro-Leste do estado do Amapá, e é considerado o mais importante rio deste estado. Apresenta-se na porção norte da planície costeira amazônica, seccionando o Estado do Amapá em duas partes. Às proximidades de Porto Grande dá-se a sua confluência com o rio Amapari e a alguns quilômetros abaixo deste ponto inicia-se seu trajeto pela Planície Costeira do Amapá, até o Oceano Atlântico e sua orientação preferencial é N40-60E, combinada com a do Lineamento Tumucumaque, aproximadamente N-S (SILVEIRA, 2004) (Figura 1). Sua foz encontra-se a 10 km a norte da foz do rio Amazonas (COSTA, 1996).



Figura 1 - Mapa de localização do estado do Amapá, incluindo os seus limites geográficos.
Fonte: Rosa, 1985.

O baixo curso do rio Araguari é limitado a sul pelo rio Amazonas e a norte pela Região dos Lagos do Amapá (SANTOS et al., 2005), possuindo configuração meandrante com formas anômalas em arco e cotovelos (LAUT et al., 2005) (Figura 2). Está inserido na Folha NA.22-Z-A (Cabo Norte), com escala 1:250.000, e é limitado pelos paralelos 01° 10' e 01° 25'N e os meridianos 50° 05' e 50° 20'W.

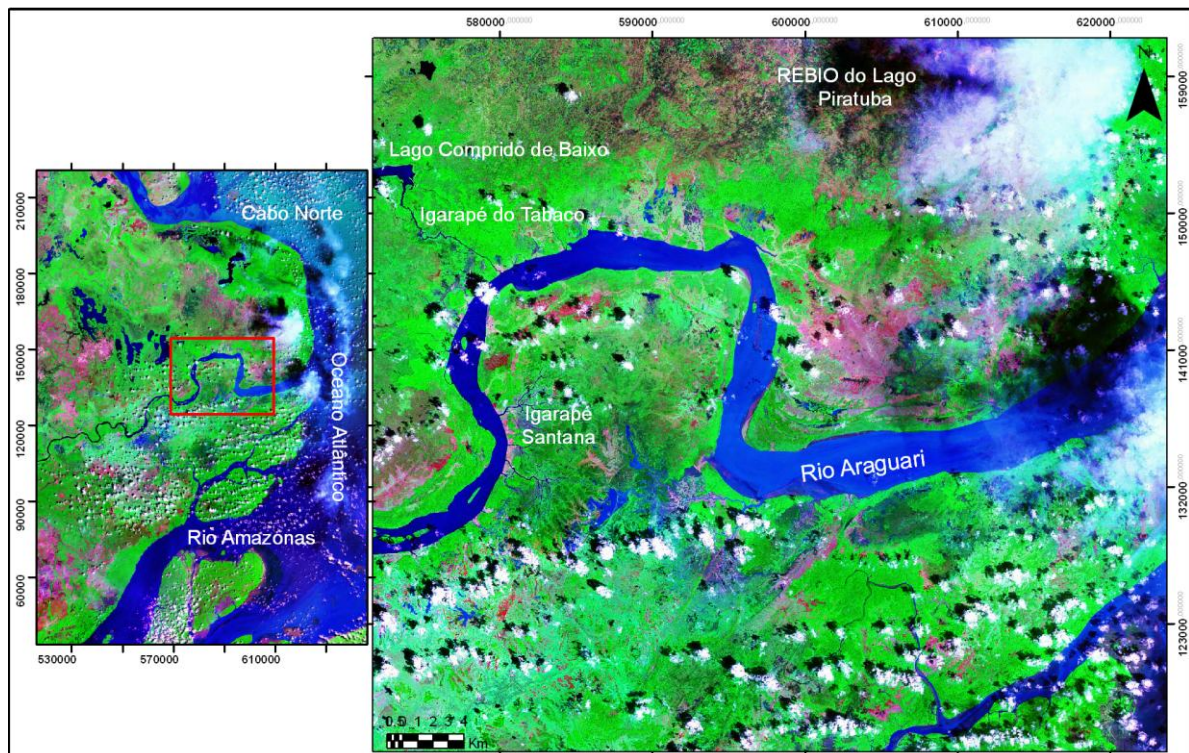


Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.

A partir da cidade de Belém (PA) até a cidade de Macapá (AP) o acesso à área pode ser tanto por via aérea, com duração de 45 minutos, como fluvial, por embarcações características da região amazônica, tendo duração de um a dois dias. De Macapá ao rio Araguari, segue-se por via terrestre até o município de Cutias do Araguari, primeiro pela BR-156 e posteriormente pela estrada estadual AP-070, de onde continua em uma pequena embarcação, “voadeira”, até chegar à área em questão. A área também pode ser alcançada por pequena embarcação através do rio Gurijuba, partindo de Macapá até o igarapé Novo e daí até o rio Araguari (SANTOS, 2008).

2 OBJETIVOS E METAS

2.1 GERAL

Esta proposta tem como objetivo confeccionar a carta de distribuição de sedimentos do rio Araguari, no trecho compreendido entre o Igarapé Santana e a área proximal a Foz.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a granulometria das amostras coletadas nos perfis realizados entre o Igarapé Santana e a área proximal a Foz do rio Araguari.
- Confeccionar a carta de distribuição de sedimentos na área de trabalho

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), o Estado do Amapá possui uma superfície de 142.827,897 km², com uma população de 668.689 habitantes, estimada para o ano de 2010. Cerca de 75% da população concentra-se nos municípios de Santana e Macapá. Acredita-se que o difícil acesso devido às carências infra-estruturais, aliado às características fisiográficas do Estado sejam as razões para a sua baixa densidade demográfica. O Estado do Amapá destaca-se por possuir uma considerável malha hídrica, apresentando o terceiro maior potencial de descarga de rios do país (REBOUÇAS², 2002 apud BÁRBARA, 2006).

A bacia de drenagem do rio Araguari possui uma área de aproximadamente 37.600 km², dos quais 7.000 km² localizam-se na planície costeira (PROVAM³, 1990 apud SANTOS, 2006). Este rio contém uma vazão média de cerca de 22,8x10⁹ m³/ano e uma descarga sólida de 7x10⁵ ton/ano, destacando-se como o estuário que apresenta os maiores gradientes dentre os que deságuam na costa amapaense, após o rio Amazonas (SANTOS, op cit.).

O rio Araguari constitui o mais expressivo sistema de drenagem do estado do Amapá, em extensão, largura e volume de água. Ao longo de seu trajeto cruza rochas pré-cambrianas e terciárias do Complexo Guianense e Grupo Barreiras, além de sedimentos holocênicos que compõem a unidade geomorfológica denominada Planície Costeira do Amapá, disposta ao longo de todo litoral deste estado (COSTA, 1996). Este rio se estabeleceu na Zona Equatorial, recebendo influência do rio Amazonas com sua descarga hídrica e sedimentar. Nesta zona atuam processos atmosféricos e oceanográficos singulares, tais como o regime de macro marés estabelecido na plataforma adjacente.

O estuário do rio Araguari, assim como outros sistemas estuarinos da costa amazônica, é um sistema dominado por marés que alcançam alturas de cerca de 5 m em sua foz (Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN⁴, 2000 apud SANTOS,

² REBOUÇAS, A. C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. da C. [et al.] (Org.). **Águas Doces no Brasil** - capital ecológico, uso e conservação. 2 ed. São Paulo, SP: Escrituras Editora, 2002. 703 p.

³ PROVAM. Programa de Desenvolvimento Integrado do Vale do Araguari - Estado do Amapá. **Estudos básicos: recursos naturais e sócio-economia**, 1. Belém: SUDAM/OEA, 1990. 189 p.

⁴ DHN. Dados de previsões de marés para a costa amapaense. Ponta do Guará: Marinha do Brasil, 2000.

op cit.). As marés adentram o canal do rio Araguari por 224 km, aproximadamente, considerando os segmentos meandantes do estuário, até a localização do município de Ferreira Gomes (SANTOS, 2006) (Figura 3).



Figura 3 - Limite da maré dinâmica no rio Araguari. Carta imagem do Projeto RADAM de 1972. Fonte: Santos, 2006.

3.1 SOLO

Segundo Silva (2004) o solo é definido como a massa natural, que compõe a superfície da Terra, que é capaz de suportar plantas, ou também como a coleção de corpos naturais que contém matéria viva. O solo é resultado da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação se realiza no decorrer do tempo e é influenciada pelo tipo de relevo.

Os solos encontrados na área da *REBIO Piratuba*⁵ apresentam características bem particulares, por estarem associados a áreas de baixo relevo (várzeas, campos e manguezais), sob a influência direta de alagamentos diários e sazonais, promovidos por ação das cheias de marés e do alto índice de pluviosidade na região. Na porção sudoeste da área há presença de solos associados ao Grupo Barreiras (Terra Firme) (COSTA NETO e SILVEIRA, 2006).

De acordo com Silveira e Santos (2006) a região apresenta solos de 3 tipos diferentes: Latossolo amarelo, Glei pouco húmico e Solos indiscriminados de mangue.

⁵Reserva Biológica do Lago Piratuba

Ao tipo *Latossolo Amarelo* estão associados o **Latossolo Amarelo Distrófico**, que apresenta textura argilosa; **Latossolo Distrófico**, que apresenta textura média e os **Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados Distróficos**, apresentando textura indiscriminada. Todos nas áreas de cerrado, margeando os lagos.

Esta unidade compreende solos de textura argilosa média e argilosa com concreções; sendo profundos e medianamente profundos, assim como bem e fortemente drenados; ainda apresenta estrutura maciça e granular e de fertilidade natural baixa. Nela o relevo apresenta-se plano e com ondulação suave e sua formação se dá a partir de sedimentos argilosos e argilo-arenosos do Grupo Barreiras.

Ao solo do tipo *Glei Pouco Húmico* associam-se os terrenos desenvolvidos durante o Quaternário, que são representados pelas áreas de várzea, campos, mangues e igapós, os quais estão distribuídos ao longo de toda a planície costeira, e apresentam como principais associações ocorrentes na área o **Glei Pouco Húmico Ta Eutrófico A**, com solo moderado, textura muito argilosa, fase floresta equatorial de várzea, de relevo plano + SOLOS HIDROMÓRFICOS INDISCRIMINADOS + GLEI POUCO HÚMICO Ta EUTRÓFICO A, com solo moderado, textura argilosa, fase campo equatorial higrófilo de várzea, e relevo plano; **Glei Pouco Húmico Ta Eutrófico A**, com solo moderado, textura argilosa, fase campo equatorial higrófila de várzea, de relevo plano + SOLOS HIDROMÓRFICOS INDISCRIMINADOS.

O terceiro tipo de solo encontrado na região é o *Solo Indiscriminado de Mangue* que apresenta uma associação às áreas de manguezais ocorrentes nas porções nordeste e sudeste da área, partindo desde a foz do rio Araguari até a foz do rio Amapá Grande. Estes solos são pouco profundos, mal drenados, não estruturados, por estarem excessivamente molhados ou mesmo alagados. Apresentam como característica textura indiscriminada e de pouca possibilidade de aproveitamento agropecuário, pois suas condições físicas e químicas estão condicionadas pelas águas salobras ou mesmo salgadas. Nas faixas costeiras, em área de relevo plano e côncavo este tipo de solo é encontrado, formado sobre argilas e siltes da Planície Flúvio-Marinha.

3.2 VEGETAÇÃO

Apesar de ter sido o primeiro estado da região norte onde foi registrada a busca por ouro no século XVII, o Amapá é o Estado que tem a cobertura vegetal natural mais preservada (MENDES, 1994).

Santos (2006) afirma que três unidades de paisagem são encontradas com destaque na planície costeira amapaense, que de acordo com Costa (1996) estão inseridas em duas regiões fitoecológicas denominadas de Região das Formações Pioneiras e Região Ecológica de Floresta Densa, sendo as unidades representadas da linha de costa para o interior por floresta de várzea, floresta de mangue e campos inundáveis (Figura 4).

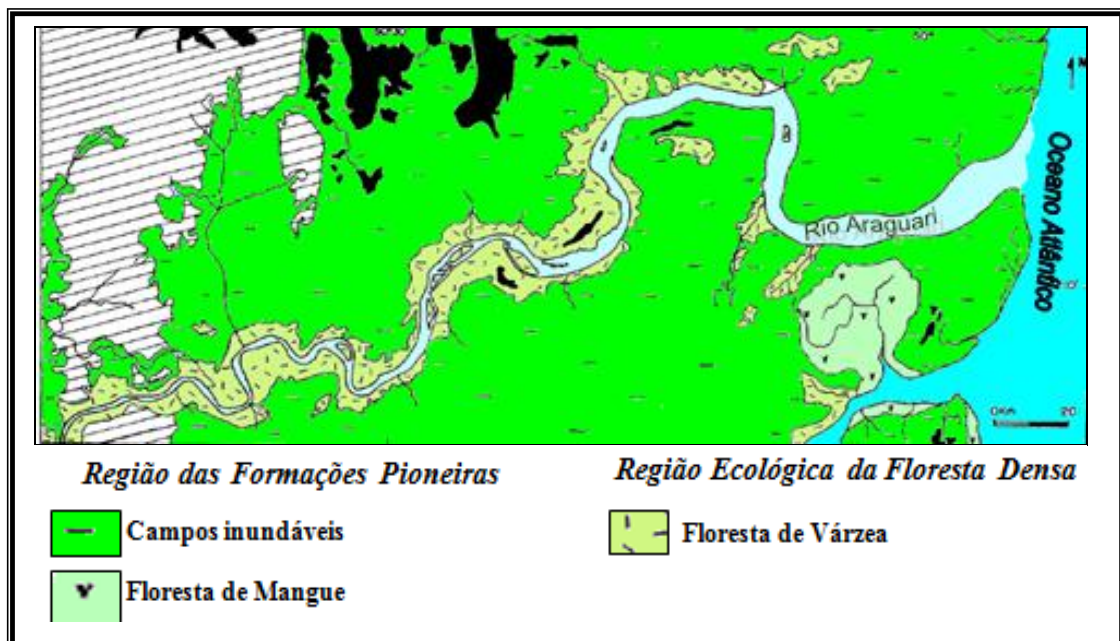


Figura 4 - Distribuição das fisionomias vegetais do estuário do rio Araguari e adjacências. Fonte: Costa, 1996.

3.2.1 Florestas de várzeas

São encontradas nas margens do rio Amazonas e no interior da planície costeira, apresentando destaque nas regiões submetidas às condições de águas doces e sofrendo influências do regime sazonal de inundações.

As florestas de várzeas apresentam estrutura complexa rica em palmeiras como o açaí (*Euterpe* spp.), assim como samaúmas (*Ceiba pentandra* Gaertn), ucuúbas (*Virola* spp.), andirobas (*Carapa guianensis* Aubl.), tachis (*Tachygalia*

sp.), taquaras (***Guadua*** sp.) entre outras. Ainda como parte da estrutura a floresta apresenta na foz do rio Araguari árvores com altura de 15 a 20 metros, tendo como domínio o Bambu do gênero *Guadua* sp., que forma uma franja de difícil penetração.

3.2.2 Florestas de mangue

Ocorrem na planície costeira, na borda voltada para o Oceano Atlântico, formando uma franja ao longo do litoral a partir do rio Amazonas, adentrando os estuários.

Estas florestas, de acordo com Leite *et al.*⁶ (1974 *apud* SANTOS, 2006), apresentam em sua constituição as siriúbas (***Avicénias*** sp.), mangue-vermelho (***Ryzophora*** sp.) e mangue-branco (***Lagunculária*** sp.).

3.2.3 Campos inundáveis

Esta unidade de paisagem encontra-se entre as florestas de várzea e/ou manguezais e o limite da planície costeira com os terrenos terciários ou cristalinos. Fazem parte da planície de inundação dos rios e estuários da região amapaense, sendo, portanto, submetidos a inundações periódicas. Porém esses campos são afetados pelo regime das marés através das drenagens que recortam essa unidade de paisagem.

Os campos inundáveis apresentam cobertura vegetal, em suas áreas inundadas periodicamente, composta por Poaceae, Cyperaceae, Nymphaeaceae, Alismataceae, Araceae, Maranthaceae; nos campos herbáceos e nos campos arbustivos as espécies em destaque são a taxi (*Triplaris surinamensis* Cham.), mamorana (*Pachira aquatica* Aubl.), munguba (*Bombax munguba* Mart. et Zucc.), além de arbustos esparsos como *Solanum* sp., *Mimosa pigra* L. e palmeiras como o buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) e caranã (*Mauritiella aculeata* (Kunth) Burnet.); nas regiões de maior rebaixamento e mais alagadas o destaque é por conta da aninga (***Montrichardia arborescens*** Shortt), tiriricão (***Scleria*** sp.), buriti (***Mauritia flexuosa*** Mart.), piri (***Cyperus giganteus*** Vahl.). Nas áreas de maiores depressões, onde são

⁶ LEITE, P. F.; VELOSO, H. P., FILHO, L. G. Vegetação. Folha Na/NB.22-Macapá. In: BRASIL. Projeto RADAM. **Folha NA/NB-22-Macapá**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, 6)

formados lagos permanentes, destaca-se o aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms e *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth), mururé (*Nymphaea* sp.), cabomba (*Cabomba aquatica* DC.) e outras vegetações aquáticas (Leite et al.⁷ (1974) e Costa Neto, et al.⁸ (2003) apud SANTOS, 2006).

3.3 METEOROLOGIA

Os índices de precipitação são geralmente elevados, oscilando entre 1500 mm e 3500 mm, com chuvas durante o ano inteiro (COSTA, 1996). De acordo com Bárbara (2006) os maiores índices de precipitação ao mês estão compreendidos entre dezembro e maio, e os menores índices pluviométricos observados ocorrem entre os meses de setembro e novembro (Figura 5). Isto auxilia para que grande parte da planície do estuário permaneça inundada por vários meses.

Segundo Bárbara op cit., as temperaturas médias anuais variam de 26,1°C a 31°C; a insolação total anual apresenta uma variação de 1.700 a 2.300 horas; a velocidade média dos ventos está compreendida entre 0,7 m/s e 3,6 m/s, e a evaporação total anual é de 600 mm a 1.200 mm.

Costa op cit. verificando que os índices térmicos da região costeira amapaense apresentavam-se elevados durante todo o ano, afirmou que lá o clima era do tipo Megatérmico.

⁷ LEITE, P. F.; VELOSO, H. P.; FILHO, L. G. Vegetação. Folha Na/NB.22-Macapá. In: BRASIL. Projeto RADAM. **Folha NA/NB-22-Macapá**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, 6)

⁸ COSTA NETO, S. V.; SILVA, M. S.; CARVALHO, R.; SILVA, R. **Vegetação do setor costeiro estuarino do Estado do Amapá**. Macapá, IEPA, 2003. 91p.

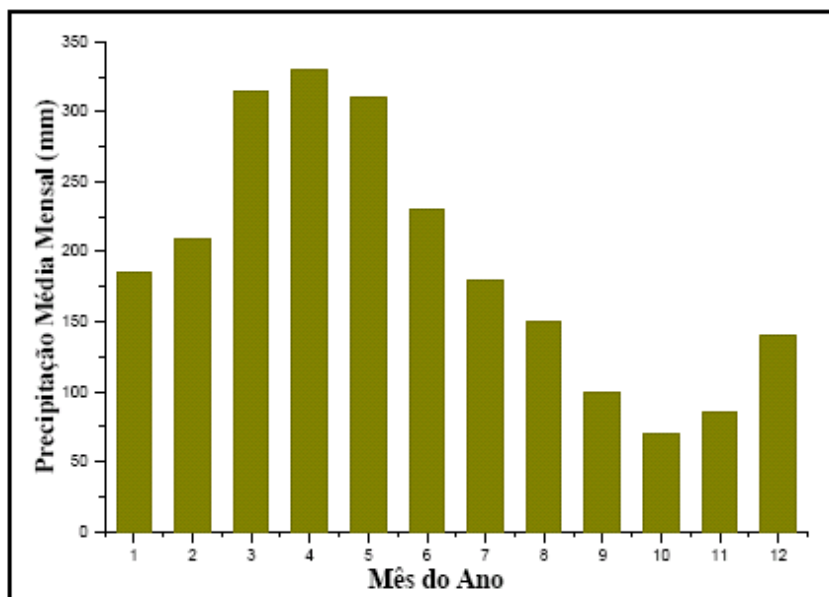


Figura 5 - Precipitação média mensal no período de um ano no Estado do Amapá.

Fonte: Bárbara, 2006.

3.4 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Segundo Silva et al. (2004) o histórico da geologia é composto por um conjunto de fenômenos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos que concorrem para a história da formação da Terra desde a sua origem até os dias atuais.

A geologia regional é representada por três unidades diferentes: as rochas pré-cambrianas do Complexo Guianense, os sedimentos terciários da Formação Barreiras e os sedimentos quaternários da Planície do Baixo Araguari, e são descritas como segue:

O Complexo Guianense é representado por rochas pré-cambrianas, predominantemente metassedimentos, vulcânicas ácidas e rochas metamórficas de alto grau, atravessadas por diques de diabásio de idade Permo-Triássica e orientação aproximada N20°E. Estende-se a montante do local da Barragem do Paredão, no Rio Araguari e sua dissecação fluvial intensa, sob controle estrutural, deu origem a um conjunto de cristas e picos formando serras com altitudes variáveis entre 400 e 550 m nos seus pontos mais elevados, destacando-se entre estas a Serra do Navio.

A Formação Barreiras é tangenciada pelo Rio Araguari entre as localidades de Porto Grande e Ferreira Gomes e cortada por este rio entre Ferreira Gomes e Cutias do Araguari. É constituída de argilitos, siltitos e arenitos grosseiros conglomeráticos ocorrendo, ocasionalmente, espessos pacotes de caulim.

Os Sedimentos do Quaternário encontram-se por toda bacia do Baixo Araguari, onde constituem a Planície Fluvio-marinha Macapá-

Oiapoque. A planície costeira apresenta predominância de argila e silte, com areia subordinada, enquanto na planície fluvial encontra-se siltes, areias, seixos e argilas. Essa área é recortada por rios meandantes e apresenta paleocanais e lagos residuais em toda sua extensão, onde é observado um acelerado processo de colmatação. (ROSA et al., 1985, p. 2).

A Geomorfologia é a ciência que estuda a forma do relevo que compõe as mais distintas configurações da paisagem morfológica de uma superfície. A forma do relevo é determinada por uma seqüência de ações regulares e contínuas que se desenvolvem, levando a um determinado resultado.

O estudo da forma, e do processo que leva a este resultado, é considerado o principal objetivo da geomorfologia, que no Estado do Amapá se apresenta em unidades morfoestruturais que estão submetidas a processos erosivos. De acordo com Boaventura e Narita⁹ (1974) apud Silveira (1998), essas unidades são:

- Os Planaltos Residuais do Amapá, que são representados por maciços residuais dissecados pelos intensos processos fluviais. Estes podem apresentar formas tabulares com altitudes de até 550 metros.
- O Planalto Rebaixado da Amazônia, que tem sua composição por sedimentos continentais do Grupo Barreiras e ocorrem na porção ocidental do estado, com altitudes de até 100 metros.
- A Depressão Periférica do Norte do Pará, que é considerada como uma faixa de denudação periférica à Bacia Amazônica, constituindo uma depressão localmente controlada por fraturas de direção N-S no Estado do Amapá.
- A Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque (Planície Costeira) que segundo suas características genéticas foi subdividida em dois domínios morfológicos, tendo como referência o Rio Flechal. Essa unidade foi considerada como sendo de origem marinha, ao norte, enquanto que ao sul a sua evolução foi influenciada pelos processos fluviais.

Lima et al.¹⁰, (1991) apud Silveira, op. cit., definiram uma nova classificação, com cinco Unidades morfoestruturais, representadas pela Planície Costeira do

⁹ BOAVENTURA, F. M. C.; NARITA, C. Geomorfologia da Folha NA/NB-22-Macapá. In: BRASIL. Projeto RADAM. **Folha NA/NB-22-Macapá**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento dos Recursos Naturais, 6)

¹⁰ LIMA, M.I.C.; BEZERRA, P.E.L.; ARAÚJO, H.J.T. Sistematização da geologia do estado do Amapá In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 3., 1991. Belém. **Anais**. Belém, SBG-Núcleo Norte. 1991. p.322-335.

Amapá; Planalto rebaixado da Amazônia; Planalto da Bacia da Amazônia; Planalto Dissecado Jari-Araguari e; Planalto Dissecado do Norte do Amapá (Figura 6).



Figura 6 - Unidades morfoestruturais do Estado do Amapá. Em destaque a Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque.
Fonte: Silveira, 1998.

Na área entorno da Reserva Biológica do Lago Piratuba, Silveira (2002) identificou as unidades geomorfológicas *Planícies Flúvio-Marinhas*, localizadas na margem atlântica, limite nordeste da REBIO. Estas são formadas por barras arenosas que gradativamente são anexadas ao continente e sofrem a influência diária das marés; *Planícies Flúvio-Estuarinas* que ocupam o baixo curso do rio Araguari e estão submetidas às marés semi-diurnas e aos processos erosivos relacionados à pororoca; *Planícies Fluviais*, encontradas no baixo curso do rio Araguari, representam as áreas contíguas à margem direita do rio. São áreas rebaixadas e bastante localizadas que mostram baixos terraços e são propícias à colmatação; *Planícies Fluviais Antigas (A)*, áreas de evolução mais antiga e representam as regiões modificadas por processos de mudança de nível de base,

causando desorganização da drenagem. Nessas regiões localizam-se antigas drenagens com grande expressão areal. Nas bordas atlântica e fluvial, sofrem a influência de marés e inundações pluviais; *Planícies Fluviais Antigas* que representam as porções mais internas da porção sul da área de entorno. Estão sujeitas à ação das marés de sizígia e mostram vários meandros abandonados; *Tabuleiros Costeiros*, localizam-se às imediações do lago Novo e representam sedimentos de coloração avermelhada em terraços esculpidos no Grupo Barreiras, correspondendo aos Planaltos Rebaixados de Boaventura e Narita de 1974 e Lima et al. de 1991.

3.5 HIDRODINÂMICA

De acordo com Laut (2005) a costa do Amapá é submetida a um regime de macromarés, apresentando amplitudes superiores a 4 m. Segundo este autor as marés podem atingir 5,2 m na região da foz do Araguari. Conforme Mendes (1994), o litoral do Amapá apresenta as maiores amplitudes de maré do território brasileiro.

A formação do estuário do rio Araguari está associada com a transgressão holocênica e distingue-se de grande parte dos estuários brasileiros em função dos processos hidrodinâmicos serem influenciados pelo fenômeno da pororoca, que são fenômenos no qual a onda tem sua origem relacionada à presença de macromarés, morfologia e declive suave do fundo do estuário. Na região do baixo curso do rio Araguari observa-se o regime de maré semidiurnas e também a pororoca, que apresenta efeito destrutivo na região e permite a entrada de sedimentos que podem ter origem na plataforma interna. A velocidade das correntes de marés durante o fenômeno da pororoca alcança 18 m/s, disponibilizando sedimentos provocados pela erosão dos fundos dos canais, das margens e bancos, o que colaboram para o assoreamento progressivo dos canais (Figura 7) (SANTOS, 1994; SANTOS et al., 2005).

A área da Planície Costeira Amapaense torna-se muito dinâmica devido a sua evolução geológica e antrópica. Portanto, torna-se importante promover o conhecimento desses aspectos, identificando os resultados dos fenômenos naturais ocorridos no rio Araguari, através da confecção da carta de distribuição de sedimentos na área de trabalho, procurando qualificar os sedimentos disponibilizados ao rio Araguari, principalmente pelo igarapé do Tabaco.

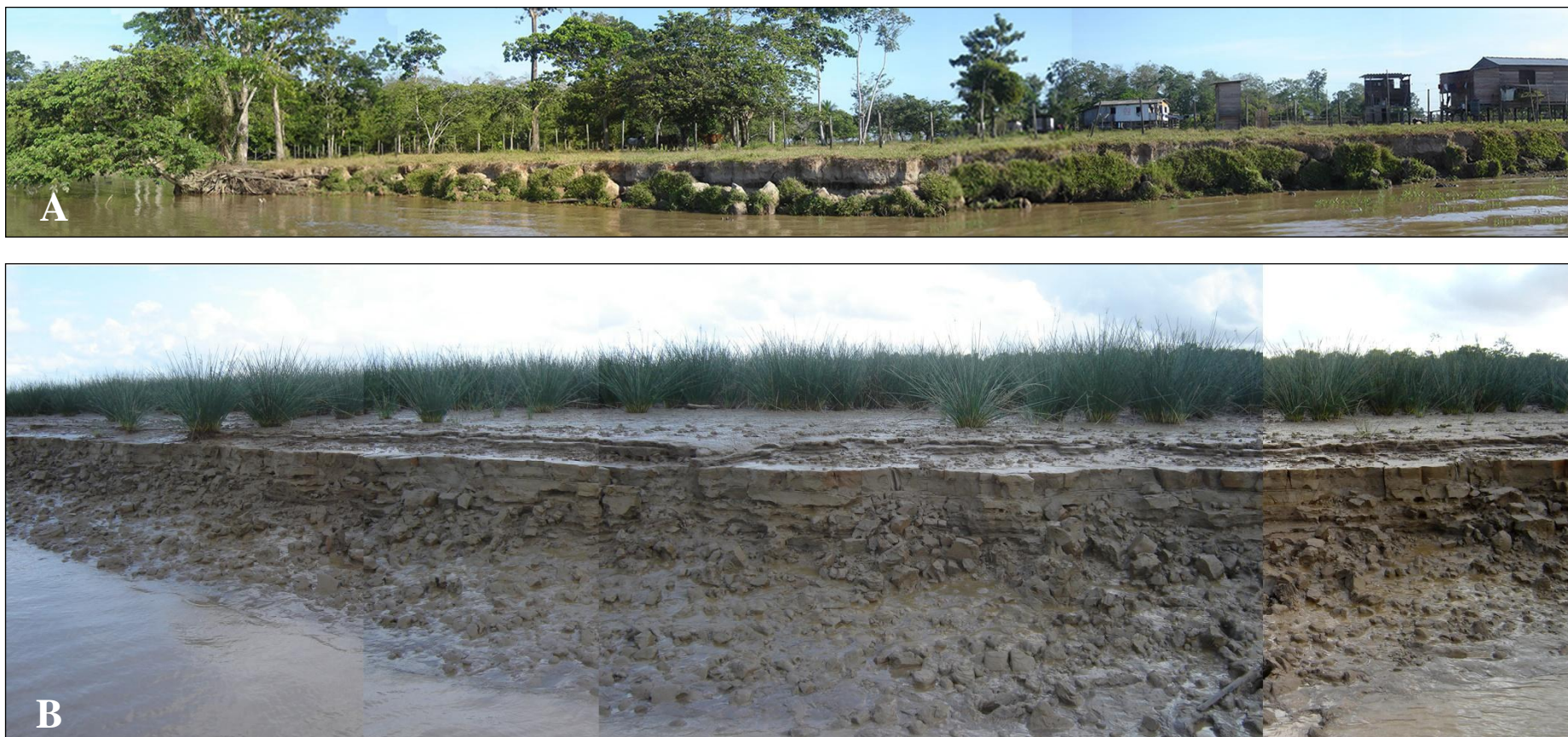


Figura 7 – A) Erosão da margem do rio. B) Margem em processo de erosão, disponibilizando sedimentos que colaboram para o assoreamento dos canais.
Fonte: Cedida pelo Laboratório de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha – LIOG.

4 POROROCA

Nas áreas costeiras as modificações de curto período têm relação direta com a variação do nível do mar, que está associada a fatores astronômicos, meteorológicos, climáticos, geológicos e oceanográficos, provocando processos costeiros que modelam e remodelam a paisagem costeira (SANTOS, 2006).

A pororoca é um dos fenômenos associados às ações das marés sobre os ambientes costeiros. É caracterizada pela entrada de ondas nos estuários, principalmente durante a maré de sizígia, e que são fortalecidas nos períodos de equinócio. A origem da onda da pororoca está relacionada a algumas características dos estuários, tais como macromarés, morfologia de fundo e estuários em forma de funil, esta última contribuindo para que a onda adentre em uma área estreita e rasa, imprimindo força para que o rio flua em direção a montante por algumas horas. (SANTOS, op. cit.).

A pororoca mais conhecida no mundo é a que ocorre no Brasil, na desembocadura do rio Amazonas, alcançando alturas superiores a dois metros. Segundo Pugh¹¹, 2004, e Lynch¹², 1982, apud Santos, op. cit., a velocidade da onda da pororoca pode alcançar mais de 6 m/s.

De acordo com Santos, op. cit., as ondas da pororoca podem apresentar características de formato ondular ou macaréu. As de formato ondular não se quebram durante o percurso e são seguidas por várias outras ondas de menor expressão, sendo muito observado em ambientes tropicais. Em alguns rios as ondas são de formato ondular nas mediações do canal e macaréu sobre os bancos.

4.1 A POROROCA E OS AMBIENTES COSTEIROS

Uma zona de *mistura e de dispersão de sedimentos finos e de salinidade* pode ser gerada com a passagem da onda da pororoca, podendo estender-se ao longo dos rios e estuários, considerando que a pororoca comumente adentra longa distâncias nos rios. Os sedimentos podem ser dispersos por sobre as margens de rios, carregados pelas ondas, quando existe a reflexão da onda, ocasionando um maior poder de *remobilização de sedimentos*. (SANTOS, op. cit.).

¹¹ PUGH, D. **Changing sea levels: effects of tides, weather and climate**. United Kingdom at the University Press, Cambridge, 2004, 265p.

¹² LYNCH, D. K. **Tidal bore**. Scientific American, 247(4): 134-143, 1982.

Os efeitos ecológicos são influenciados pela passagem da onda da pororoca, que disponibiliza alimentos para a fauna estuarina, tornando-se importante para a atividade pesqueira na zona de intermaré. Porém, a pororoca age de forma a diminuir o desenvolvimento econômico de algumas regiões, considerando que a violência com que esta passa, gera problemas para a navegabilidade dos estuários e conseqüentemente para o escoamento de produtos.

4.2 POROROCA: UMA DAS FORÇANTES OCEANOGRÁFICAS NA COSTA AMAZÔNICA

Além das marés, ventos, ondas e correntes costeiras, a pororoca apresenta-se como uma das forçantes que influencia a dinâmica da costa amazônica. O fenômeno encontra condições favoráveis para apresentar uma das maiores expressões, sendo esta, de acordo com Santos (2006), a única a formar-se no oceano.

Na costa ocidental da região amazônica a pororoca revela a sua máxima expressão, distribuindo-se desde a foz do rio Amazonas a quase toda costa amapaense, principalmente no estuário do rio Araguari (Figura 8), apresentando amplitudes de ondas que variam de 1 a 2 metros durante o período de maré de sizígia.

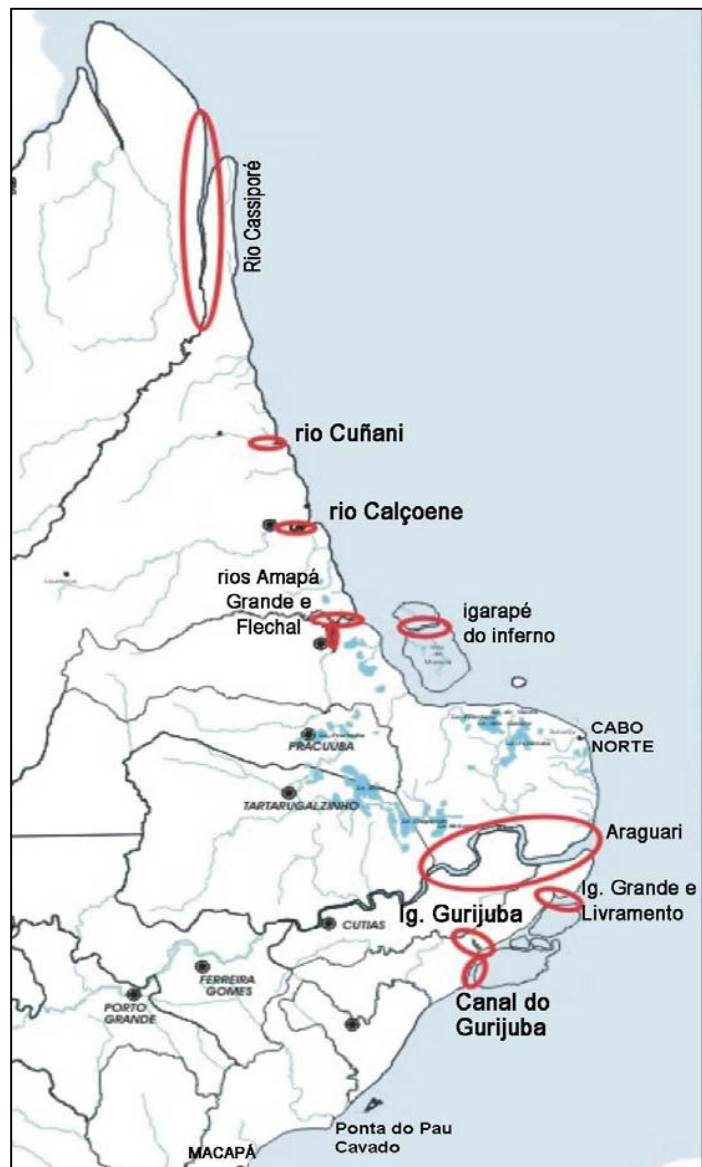


Figura 8 - Ocorrências da pororoca na costa amapaense.
Fonte: Santos, 2006.

Segundo Santos (2006), quando estão nas áreas mais profundas do canal estuarino do rio Araguari, as ondas da pororoca apresentam-se na forma ondular, e quando alcançam as porções mais rasas adquirem a forma de macaréu (*breaking*). Essas ondas apresentam uma característica peculiar, que é a de estender-se de uma margem a outra do rio, que dispõe de uma largura que varia de 2,5 a 3,5 Km (Figura 9).

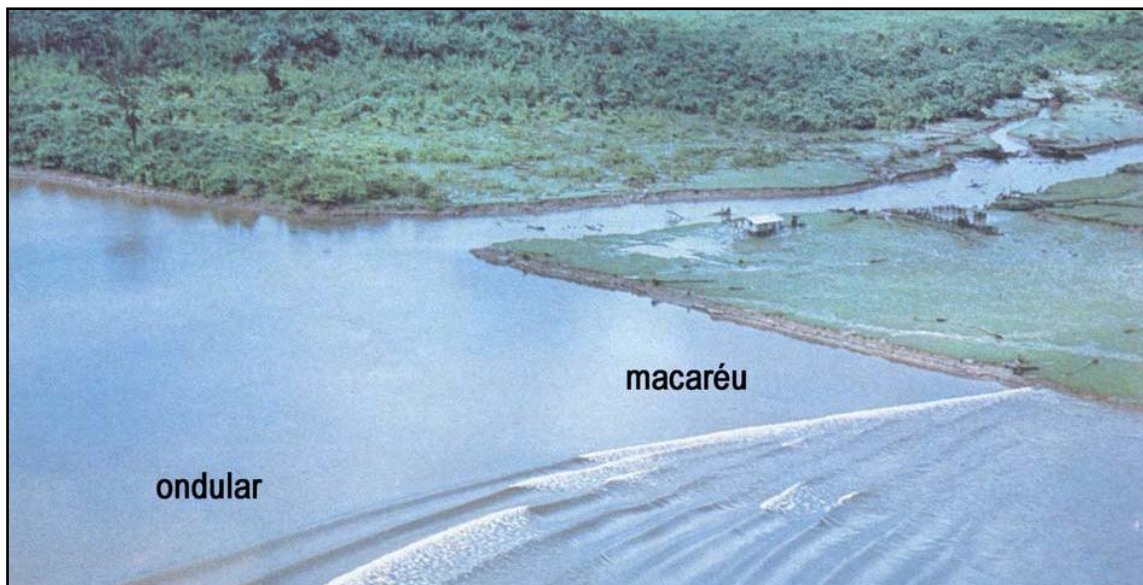


Figura 9 - Vista aérea da pororoca no rio Araguari, com suas ondas nos formatos ondular e macaréu.

Fonte: Santos , 2006.

O estuário do rio Araguari tem sua paisagem alterada com a passagem da pororoca, que se apresenta como um fenômeno de grande expressão para os processos sedimentares ocorrentes neste estuário e em outros da costa do estado do Amapá.

4.3 PROCESSOS SEDIMENTARES E MORFOLOGIA INFLUENCIADOS PELA POROROCA

As mudanças observadas na morfologia dos estuários é resultado de intensa mobilização de sedimentos finos ocasionados pelas macromarés, que é considerada uma das forçantes com maior influência no deslocamento de sedimentos na costa amazônica. O processo de mistura, remobilização e transporte de sedimentos, ocorridos durante os ciclos de marés, influenciam na taxa de concentração de sedimentos em suspensão, o que se intensifica durante o período de influência da pororoca, que promove erosão das margens e posterior deposição de sedimentos. Nesse período a variação da concentração é percebida de forma clara através da turbidez das águas do estuário. No entanto, como mostra a figura 10, isto é percebido com maior facilidade nas margens devido à explosão das ondas, ficando o centro do canal com concentrações de sedimentos em suspensão praticamente inalteradas (SANTOS, 2006).

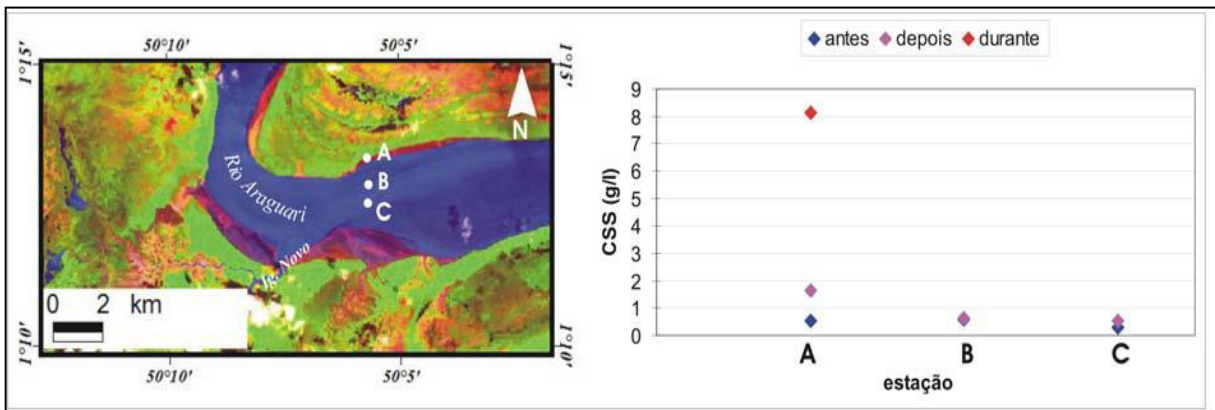


Figura 10 - Concentração de sedimentos em suspensão no rio Araguari. No ponto A a concentração foi medida 25 minutos antes, durante e 50 minutos depois da passagem da onda da pororoca; no ponto B, 60 minutos antes e 13 minutos depois, e no ponto C, 80 minutos antes e 25 minutos depois. Fonte: Santos, 2006.

Santos, 2006, afirma que as mudanças morfológicas nas planícies de marés são explicadas pelas altas taxas de deposição e erosão, causando modificações dos cursos de canais. As planícies de inundação do estuário sofrem os efeitos dos processos agradacionais, com rápidas acumulações que influenciam na desativação de canais e nos processos de acumulação vertical de sedimentos. Sobre os sedimentos consolidados as correntes de marés formam terraços (microfalésias) erosionais com dimensões centimétricas e que se desenvolvem na margem e barras do estuário do rio Araguari (Figura 11).

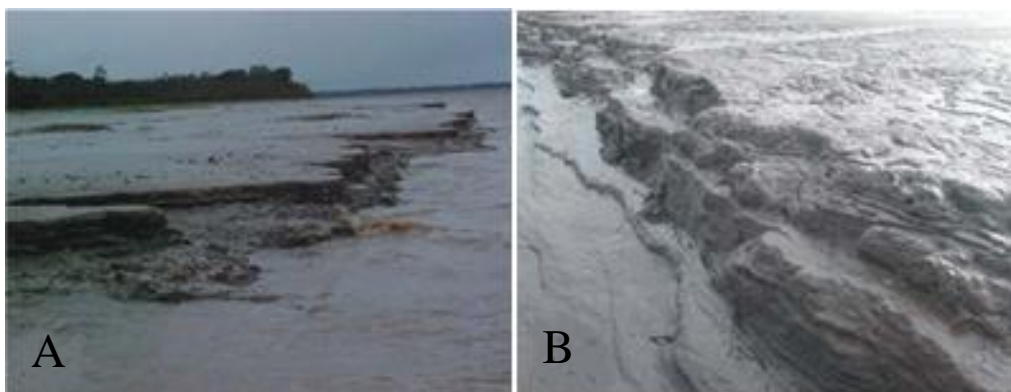


Figura 11 - A) e B) terraços em barra em pontal. Fonte: Santos, 2006.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A idealização para elaboração deste trabalho é resultado de estudos sobre o rio Araguari, observando que a área apresenta uma dinâmica ainda incompreendida no aspecto morfodinâmico, suscitando o interesse em contribuir na promoção do conhecimento desse processo através da construção da carta de distribuição de sedimentos de fundo deste rio.

5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO

A bibliografia e a cartografia referentes ao estuário do rio Araguari, assim como os temas a serem trabalhados, foram obtidos e consultados nos acervos das bibliotecas Central da Universidade Federal do Pará e Setorial do Instituto de Geociências desta mesma instituição, em livros de propriedade da orientadora deste trabalho, como também pesquisados em sites de busca na Internet e portal de periódicos da CAPES, estabelecendo uma base de fundamentação teórica para o desenvolvimento das etapas deste trabalho.

5.2 COLETA DE SEDIMENTOS

A coleta dos sedimentos de fundo no rio Araguari foi realizada durante a segunda expedição à Reserva Biológica do Lago Piratuba, pela equipe do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA, no período de 08 a 11 de novembro de 2005. Esta foi feita em linhas transversais ao curso do rio, com eqüidistância de 5 km. Os pontos de referência das coletas das amostras, perfazendo um total de 70 e distribuídos em 17 perfis, apresentados na Figura 14 e Tabela 1, foram georeferenciados através do Global Position System – GPS- *Pilot III Plus-Garmim* e posteriormente organizados em uma planilha na ordem crescente, por dia, hora, local e perfil. Nessa, os pontos de coletas nos perfis foram identificados como A, B, C e D, sendo A a margem direita, B imediatamente depois da margem direita, C antes da margem esquerda e D a margem esquerda.

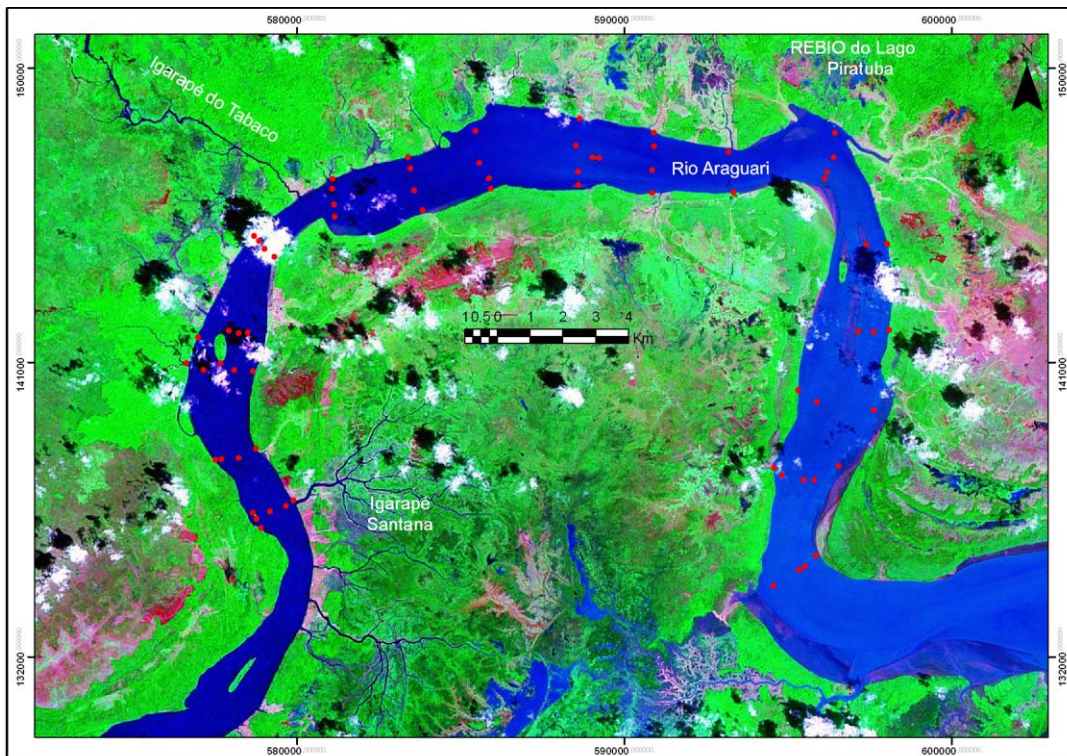


Figura 12 - Pontos de referência das coletas

Em cada ponto foi coletada uma quantidade aproximada de 1 Kg de sedimento (Figura 13 A), através de um amostrador do tipo *Petersen*, constituído por duas conchas de aço inox e articuladas por uma dobradiça através de barras presas a uma corda (Figura 13 B), que foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e posteriormente enviados para Belém para que fossem analisados na Universidade Federal do Pará.



Figura 13 - A) Sedimento coletado; B) Amostrador do tipo *Petersen*.
Fonte: Cedida pelo Laboratório Institucional de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha – LIOG.

Tabela 1 - Amostras coletadas e localização geográfica.

AMOSTRAS COLETADAS		COORDENADAS (UTM)		AMOSTRAS COLETADAS		COORDENADAS (UTM)	
Ponto GPS	Identificação	Longitude (N)	Latitude (W)	Ponto GPS	Identificação	Longitude (N)	Latitude (W)
PT 1	P1A	594555.002	134168.690	PT 36	P10D	585910.813	146327.785
PT 2	P1B	595343.697	134664.171	PT 37	P10C	585861.765	146636.179
PT 3	P1C	595504.998	134755.974	PT 38	P10B	585567.905	147103.674
PT 4	P1D	595852.027	135100.979	PT 39	P10A	585454.115	148095.189
PT 5	P2D	597605.164	139547.611	PT 40	P11D	583370.568	147272.125
PT 6	P2C	596546.526	137833.833	PT 41	P11C	583445.207	146948.265
PT 7	P2B	595873.861	139791.332	PT 42	P11B	583566.684	146259.636
PT 8	P2A	595308.538	140150.410	PT 43	P11A	583832.764	145665.010
PT 9	P3D	598031.766	144629.452	PT 44	P12A	581144.901	145455.290
PT 10	P3C	597385.355	144613.749	PT 45	P12B	581113.638	145838.854
PT 11	P4A	593323.880	146198.648	PT 46	P12C	581061.209	146313.053
PT 12	P4D	593177.708	147453.256	PT 47	P12D	581086.706	146624.783
PT 13	P5D	595782.300	137403.570	PT 48	P13D	578683.001	144876.462
PT 14	P5C	595462.979	137403.466	PT 49	P13C	578825.450	144722.853
PT 15	P5B	594806.486	137559.119	PT 50	P13B	578991.286	144486.346
PT 16	P5A	594567.201	137788.971	PT 51	P13A	579300.646	144233.299
PT 17	P6D	598077.186	141998.525	PT 52	P14B	578493.578	141927.226
PT 17	P6D1	598077.186	141998.525	PT 53	P14C	578206.544	141903.934
PT 17	P6D2	598077.186	141998.525	PT 54	P14C1	577911.698	141973.493
PT 18	P6C	597606.574	141943.092	PT 55	P14C2	577662.755	140982.997
PT 19	P6A	597148.179	141949.567	PT 56	P14D	576976.093	141775.374
PT 21	P7A	596099.616	146626.297	PT 57	P15A	579880.128	136794.166
PT 22	P7B	596186.325	146833.043	PT 58	P15B	579653.208	136623.875
PT 23	P7C	596384.208	147276.391	PT 59	P15C	579162.609	136441.353
PT 24	P7D	596422.882	148032.522	PT 60	P15D	578880.148	135938.325
PT 25	P8D	590898.980	148028.414	PT 61	Amostra-A	578754.352	136220.166
PT 26	P8C	590904.681	147612.778	PT 62	Amostra -B	578647.495	136405.843
PT 27	P8B	590852.631	146887.605	PT 63	P16D	577493.327	138021.616
PT 28	P8A	590842.846	146194.504	PT 64	P16C	577673.557	138042.666
PT 30	P9A	588592.049	146429.226	PT 65	P16B	578216.479	138091.448
PT 31	P9B	588590.802	146849.283	PT 66	P16A	578725.963	138364.616
PT 32	P9C	588516.009	147628.576	PT 67	P17A	578641.878	140729.024
PT 33	P9D	588629.220	148458.778	PT 68	P17B	578068.898	140767.556
PT 34	Guará 1	589223.837	147266.229	PT 69	P17C	577139.909	140775.042
PT 35	Guará 2	589022.336	147278.323	PT 70	P17D	576613.615	140974.976

5.3 TRABALHO EM LABORATÓRIO

O trabalho em laboratório, partindo da amostra total até a classificação granulométrica, atravessou várias etapas até alcançar o objetivo final. A figura 14 representa o esquema do trabalho desenvolvido em cada etapa que será descrito a seguir.

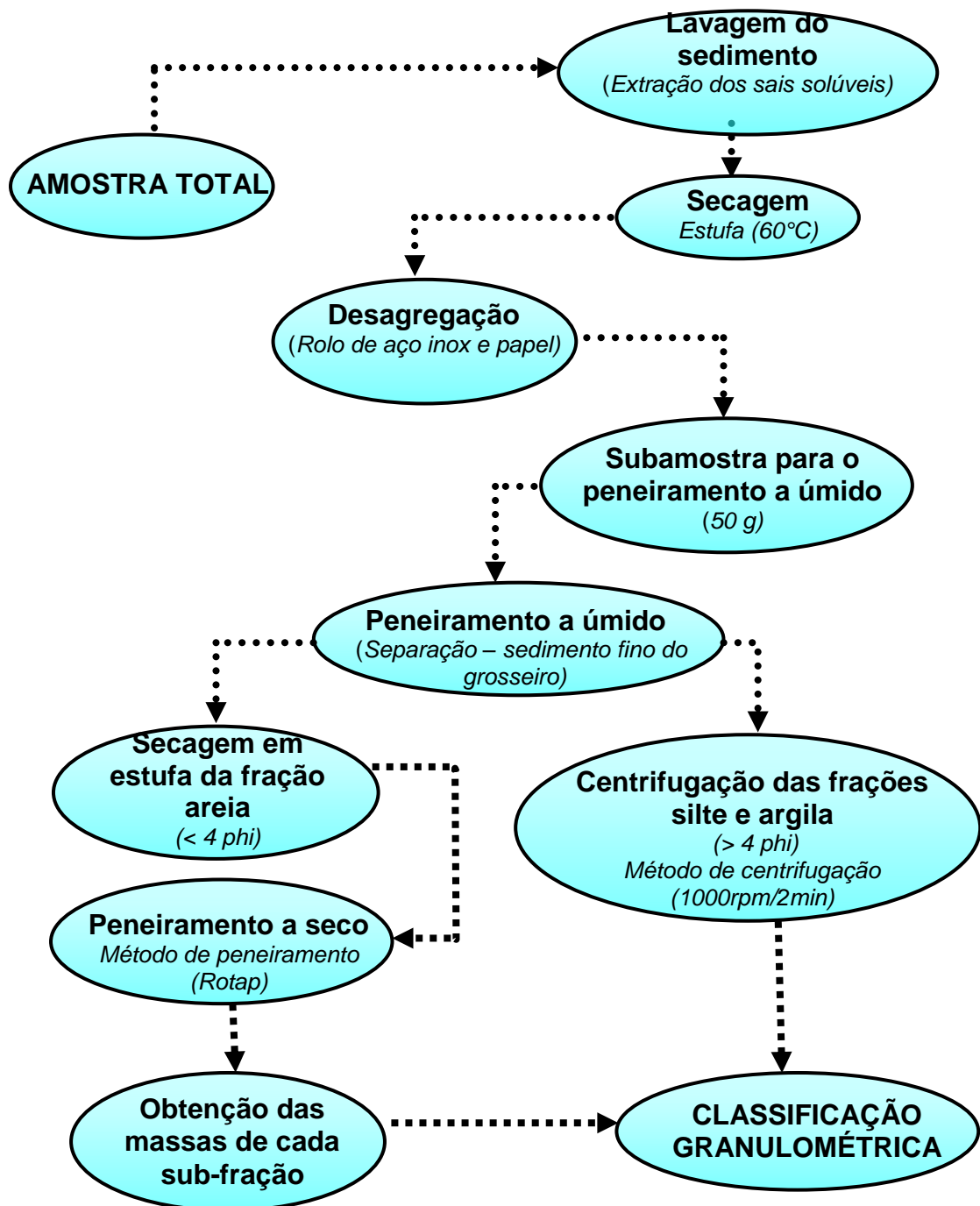


Figura 14 - Fluxograma contendo as atividades desenvolvidas em laboratório, mostrando a seqüência do tratamento das amostras e análises realizadas.

5.3.1 Tratamento das amostras

Na fase de tratamento, as amostras passam por um processo que inicia na lavagem para a retirada de sais solúveis e, segue até a obtenção de subamostra para peneiramento a úmido.

Antes de serem lavadas, as amostras foram mantidas em temperatura ambiente e, posteriormente, homogeneizadas em um becker de 500 ml, no qual foi adicionado água destilada; utilizou-se um bastão de vidro para a homogeneização. Em seguida a amostra foi submetida ao ultra-som da marca Thornton (Figura 15 A) e agitada com o auxílio de um bastão de vidro até que obtivesse a homogeneidade. Após tal procedimento, as amostras foram postas em repouso, em recipientes plásticos, até que o sedimento decantasse (Figura 15 B) e, então, a troca da água pudesse ser efetuada. Este procedimento de lavagem foi repetido por três vezes.



Figura 15 - A) Ultrassom; B) Amostra de sedimentos em decantação. Fotos do autor.

Logo após a lavagem dos sedimentos, os mesmos foram levados à estufa de marca Thornton (Figura 16 A e B) para secagem a 60°C. Uma vez secas, elas foram submetidas à desagregação de possíveis acúmulos de grãos através de um rolo de aço inoxidável sobre uma folha de papel (Figura 16 C e D) e homogeneizada. Em seguida, as amostras foram quarteadas e subamostradas em 50 g para que fossem levadas ao peneiramento a úmido.

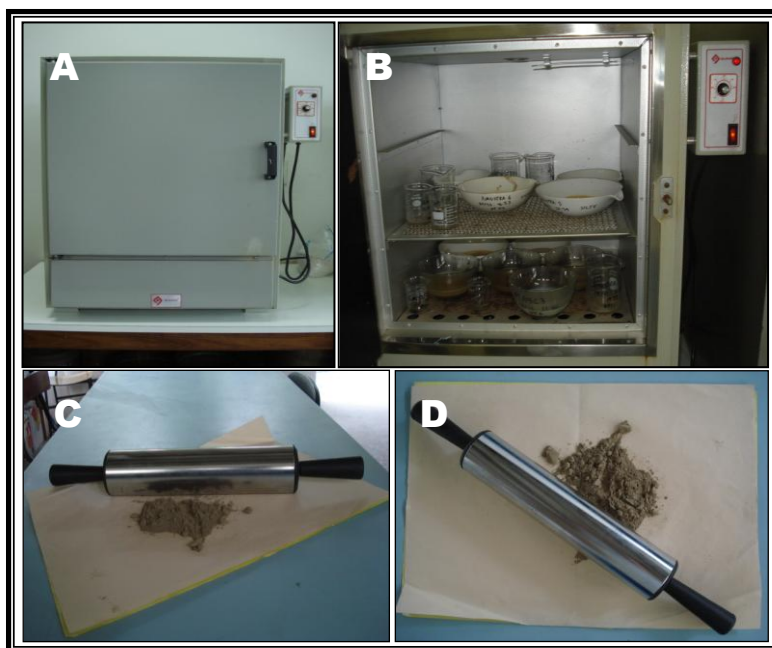


Figura 16 - A) e B) Estufa; C) e D) rolo de aço inox sobre uma folha de papel. Fotos do autor.

5.3.2 Peneiramento a úmido

Na subamostra de 50 g foram adicionados 200 ml de água destilada em um *Becker* de 500 ml e, levada para o ultra-som por 5 minutos para que fosse totalmente desagregada com o auxílio de um bastão de vidro. Em seguida, foi utilizada uma peneira com abertura de malha de 0,062 mm (Figura 17) para que o peneiramento a úmido com água destilada fosse realizado, com o objetivo de separar a fração areia ($> 0,062$ mm) das frações silte/argila ($< 0,062$ mm).



Figura 17 - Peneiramento a úmido utilizando a peneira com abertura de malha de 0,062 mm.

Fonte: Cedidas por Charlie Awood.

O material resultante deste procedimento, retido na peneira, foi recolhido e colocado em um recipiente de vidro (Figura 18 A) e levado para secagem em estufa, que depois foi pesado e levado para o procedimento de peneiramento a seco.

As frações silte e argila, encontradas na solução resultante do peneiramento a úmido, foram levadas à centrífuga da marca Heraeus Crist, modelo-4121 (Figura 18 B) e, sob a rotação de 1000 rpm durante 2 minutos, realizou-se a separação destas classes granulométricas. Os sedimentos que precipitaram e concentraram no fundo das cápsulas da centrífuga foram recolhidos e levados à estufa para secagem e posteriormente pesados para obtenção do cálculo da fração silte (entre 0,062 mm e 0,002 mm); a fração argila (< 0,002 mm) foi obtida a partir do material sobrenadante resultante da centrifugação, tendo seu peso considerado com a diferença entre o peso inicial da sub-amostra (50 g) e a soma dos pesos de silte e areia.

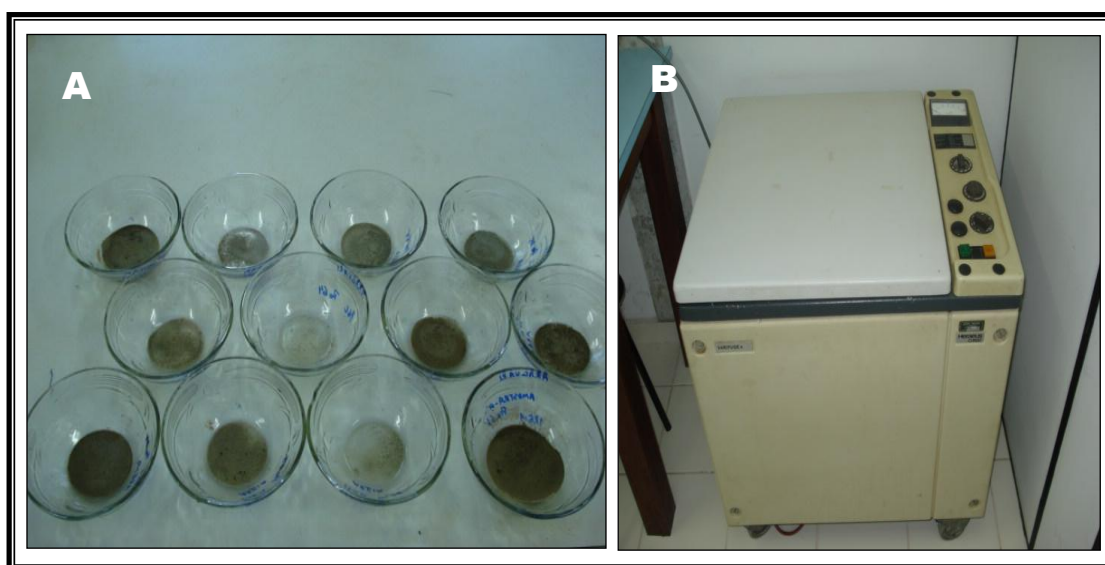


Figura 18 - A) Recipiente de vidro; B) Centrífuga. Fotos do autor.

5.3.3 Peneiramento à seco

O peneiramento à seco dos sedimentos retidos na peneira de abertura de 0,062 mm foi realizado através da submissão deste à agitação de um jogo de peneiras sobrepostas e organizadas em ordem decrescente de abertura, que seguem uma seqüência de intervalos de $1/2\Phi$, sendo utilizado um agitador automático RoTap (Figura 19) para auxiliar no peneiramento. O agitador RoTap imprime movimentos horizontais e verticais às peneiras com elevada freqüência, por

um período de 10 minutos, possibilitando a separação em seus diferentes intervalos de classe granulométrica.



Figura 19 - Agitador Ro Tap. Foto do autor.

Os intervalos de abertura de malha das peneiras seguem as especificações da escala de classificação de Wentworth de 1922 (Anexo A), e foram organizadas em ordem decrescente desde a peneira de abertura de 0,500 mm até a de abertura de 0,062 mm. Os intervalos em Φ podem ser observados na mesma tabela.

Entre o peneiramento de uma amostra e outra, as peneiras foram limpas com um pincel de seda e as de malha mais fina foram levadas à bacia do ultrassom para limpeza mais detalhada, para retirada de partículas que pudessem estar presas nas peneiras. O objetivo da limpeza é evitar a contaminação das amostras.

As sub-frações retidas em cada peneira foram pesadas em balança eletrônica digital de precisão 0,01 g, de marca Celtac (Figura 20), para obtenção do peso para cálculo de percentagem de cada subclasse granulométrica.



Figura 20 - Balança eletrônica digital Celtac. Fotos do autor.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 GRANULOMETRIA

O percentual de distribuição granulométrica e a classificação de cada amostra estão apresentados na Tabela 2. No Anexo B encontram-se os histogramas resultantes das análises granulométricas realizadas nas amostras.

6.1.1 Classificação pela média

Classificando as amostras a partir da média do tamanho dos grãos, obteve-se os seguintes resultados: a fração granulométrica silte apresentou a maior média, correspondendo a 89,83; a fração argila apresentou a segunda maior média, correspondendo a 8,13, seguida das frações areia muito fina (1,78), areia fina (0,2), areia média (0,039) e da fração areia grossa com média 0,007 (Figura 21).

Com esses resultados infere-se que a área estudada apresenta a sua constituição sedimentar representada basicamente por sedimentos pelíticos, isto é, sedimentos finos (silte e argila), que compreende 97,96% do total de sedimentos das amostras estudadas.

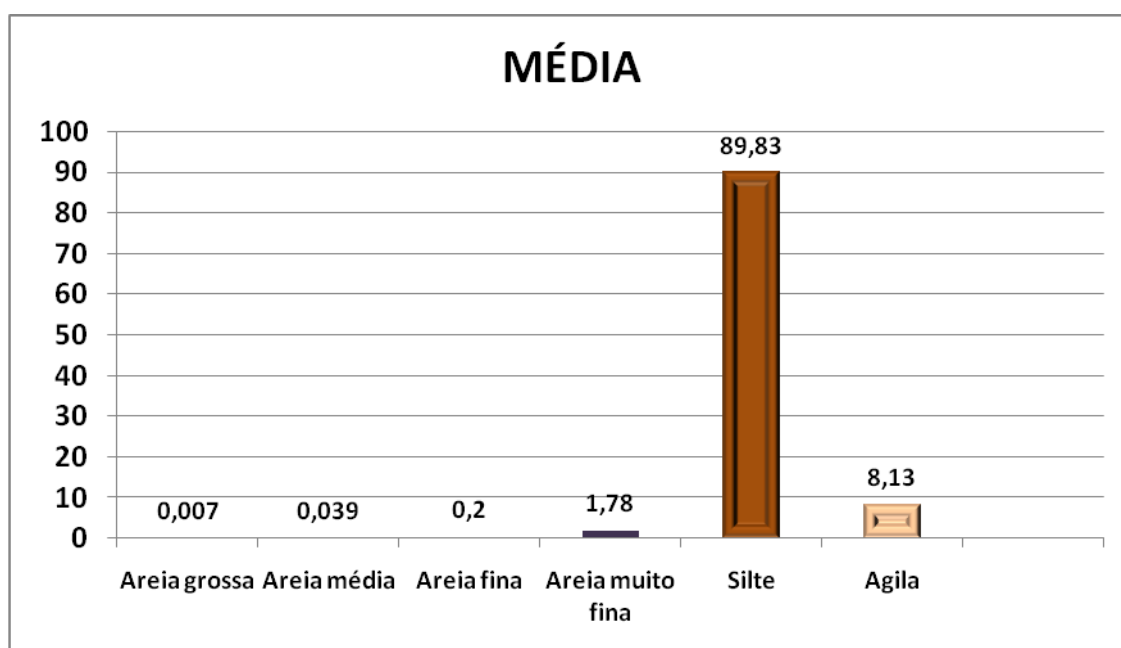


Figura 21 - Gráfico da classificação granulométrica pela média.

Tabela 2 - Amostras coletadas no rio Araguari e resultados estatísticos das análises granulométricas.

AMOSTRAS COLETADAS		DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA EM CADA AMOSTRA (%)						CLASSIFICAÇÃO		
PONTO GPS	IDENTIFICAÇÃO	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	AREIA MUITO FINA	SILTE	ARGILA	LARSOUNNEUR	SHEPARD	FOLK & WARD
Pto 1	P1A	0	0	0,14	2,4	91,1	6,36	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 2	P1B	0	0	0,3	6,72	88,56	4,42	Lama terrígena	Silte	Silte médio
Pto 3	P1C	0	0	0,3	8,16	82,66	8,88	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 4	P1D	0	0,06	0,2	1,5	89,56	8,68	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 5	P2D	0	0	0	0	82,38	17,62	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 6	P2C	0	0,04	0	1,7	86,42	11,84	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 7	P2B	0,06	0,04	0,18	1,76	90,34	7,62	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 8	P2A	0	0	0	0	80,1	19,9	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 9	P3D	0	0	0	0	89,92	10,08	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 10	P3C	0	0,1	0,16	2,24	92,18	5,32	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 11	P4A	0	0	0,06	0,96	90,66	8,32	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 12	P4D	0	0,02	0,09	4,48	88,23	7,18	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 13	P5D	0	0,06	0	1,08	92,08	6,78	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 14	P5C	0	0	0,12	5,26	88,82	5,8	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 15	P5B	0	0,04	0,18	8,96	80,48	10,34	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 16	P5A	0	0	0,14	5,88	85,38	8,6	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 17	P6D	0	0	0,04	0,32	91,6	8,04	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 17	P6D1	0	0	0	0	79,18	20,82	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 17	P6D2	0,08	0,96	4,24	22,92	63,36	8,44	Lama terrígena arenosa	Silte arenoso	Silte médio
Pto 18	P6C	0	0	0,2	5,22	88,96	5,62	Lama terrígena	Silte	Argila grossa
Pto 19	P6A	0	0	0,2	5,22	84,4	10,18	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 21	P7A	0	0,06	0,06	3,82	89,44	6,62	Lama terrígena	Silte	Silte fino

Pto 22	P7B	0	0	0	3,48	88,76	7,76	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 23	P7C	0	0	0	2,62	93,82	3,56	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 24	P7D	0	0	0	0	89,38	10,62	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 25	P8D	0	0,12	0,24	0,94	93,66	5,04	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 26	P8C	0	0,26	0,38	3,72	90,7	4,94	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 27	P8B	0	0	0	0	93	7	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 28	P8A	0	0	0	0	93,6	6,4	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 31	P9B	0	0	0	0	87,7	12,3	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 32	P9C	0	0	0	0	94,6	5,4	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 33	P9D	0	0	0	0	91,04	8,96	Lama terrígena	Silte	Silte médio
Pto 34	Guará 1	0	0	0	0,42	95,32	4,26	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 35	Guará 2	0	0	0	0	94,76	5,24	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 36	P10D	0	0	0	0	91,48	8,52	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 37	P10C	0	0,22	0,24	1,02	90,44	8,08	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 38	P10B	0	0	0	0	92,58	7,42	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 39	P10A	0	0	0	0	94,38	5,62	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 40	P11D	0	0,2	0,46	1,12	93,56	4,66	Lama terrígena	Silte	Silte médio
Pto 41	P11C	0	0	0	0	90,06	9,94	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 42	P11B	0	0	0	0	88,82	11,18	Lama terrígena	Silte	Argila grossa
Pto 43	P11A	0	0	0	0	89,98	10,02	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 44	P12A	0	0	0	0	92,74	7,26	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 45	P12B	0	0	0	0	83	17	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 46	P12C	0	0	0	0	91,04	8,96	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 47	P12D	0	0	0	0	91,54	8,46	Lama terrígena	Silte	Argila grossa
Pto 48	P13D	0,28	0,18	0,52	4,54	90,1	4,38	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 49	P13C	0	0	0	0	82,38	17,62	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 50	P13B	0	0	0	0	94	6	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 51	P13A	0	0	0	0	93,84	6,16	Lama terrígena	Silte	Silte fino

Pto 52	P14B	0	0	0	0	95,24	4,76	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 53	P14C	0	0	0	0	95,44	4,56	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 54	P14C1	0	0	0	0	94,3	5,7	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 55	P14C2	0	0,28	5,58	13,3	75,08	5,76	Lama terrígena	Silte arenoso	Argila grossa
Pto 56	P14D	0	0	0	0	86,32	13,68	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 57	P15A	0	0	0	0	91,96	8,04	Lama terrígena	Silte	Silte médio
Pto 58	P15B	0	0	0	0	92,3	7,7	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 59	P15C	0	0	0	0	91,6	8,4	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 60	P15D	0,06	0	0,04	1,16	94,36	4,38	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 61	Amostra-A	0	0	0,06	2,04	92,62	5,28	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 62	Amostra-B	0	0	0	0	94,66	5,34	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 63	P16D	0	0	0	0	95,66	4,34	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 64	P16C	0	0	0	0	88,5	11,5	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 64	P16B	0	0	0	0	90,9	9,1	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 65	P16A	0	0	0	0	95,18	4,82	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 66	P17A	0	0	0	0	95,42	4,58	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 67	P17B	0	0	0	0	91,68	8,32	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 69	P17C	0	0	0	0	91,6	8,4	Lama terrígena	Silte	Silte fino
Pto 70	P17D	0	0	0	0	93,9	6,1	Lama terrígena	Silte	Silte fino

6.1.2 Classificações a partir de parâmetros estatísticos

Foram utilizadas as classificações de Larsounneur de 1977, de Shepard de 1954 e de Folk & Ward de 1957 para a determinação da granulometria dos sedimentos presentes nos canais da área estudada.

6.1.2.1 - Classificação de Larsounneur, de Shepard e de Folk & Ward.

De acordo com a classificação de Larsounneur¹³ de 1977 modificada por Dias, 1996 (Anexo C), obtida a partir da utilização do software SAG, na área estudada foram encontradas duas subclasses granulométricas: Lama terrígena (percentual de silte e argila superior a 75%), representada por 69 das 70 amostras analisadas e correspondendo a 98,57%, e Lama terrígena arenosa (percentual de silte e argila entre 25% e 75% do total do sedimento da amostra), representada por uma amostra e correspondendo a 1,43% do total das amostras (Figura 22).

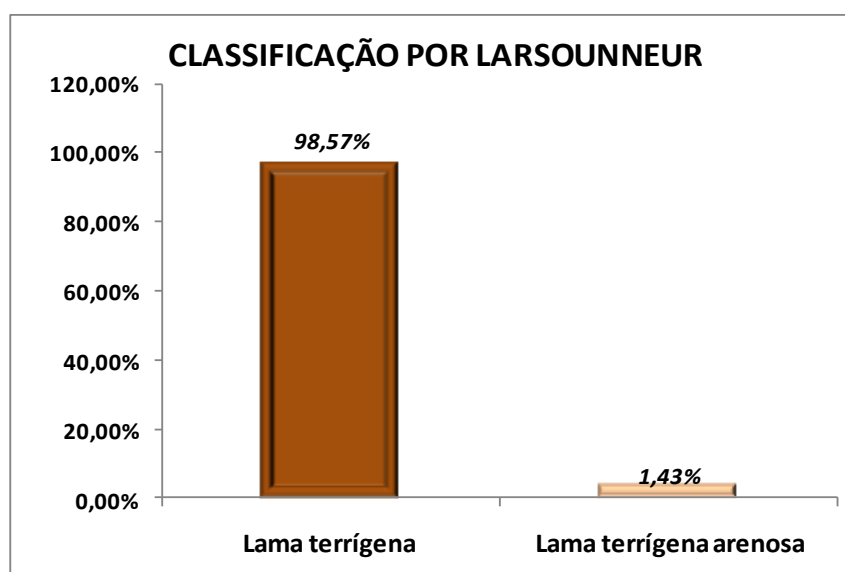


Figura 22 - Gráfico do percentual granulométrico a partir de Larsounneur.

Através da classificação do sedimento analisado a partir do diagrama elaborado por Shepard (1954), utilizando o software SysGran 3.0, que agrega os valores percentuais de argila, silte e areia em 12 subclasses diferentes de

¹³ LARSOUNNEUR, C. La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée em Manche. J. Rech. Oceanography. 2, p. 34-39. 1977.

sedimentos, obteve-se duas subclasses texturais. Estas subclasses estão representadas abaixo (Figuras 23 e 24) e têm as seguintes composições com seus respectivos percentuais: silte representado por 68 das 70 amostras analisadas, e correspondendo a 97,14% do total e silte arenoso representado por 2 do total das amostras, correspondendo a 2,86%.

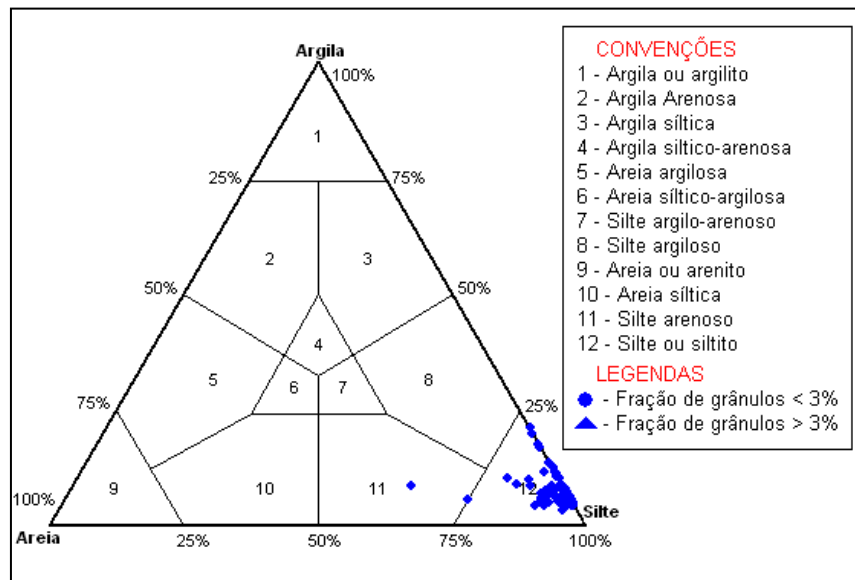


Figura 23 - Classificação granulométrica pelo diagrama de Shepard.

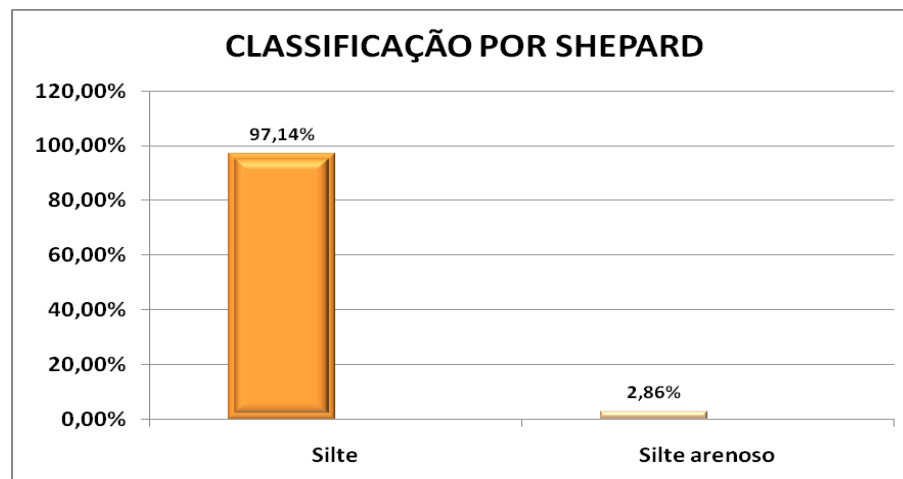


Figura 24 - Gráfico do percentual granulométrico a partir de Shepard.

A classificação dos sedimentos segundo Folk & Ward, a partir da utilização do software SysGran 3.0, revelou três subclasses texturais que estão representadas pela figura 25, apresentando as seguintes composições acompanhadas de suas representações percentuais: Silte fino representado por 61 do total das amostras

analisadas e correspondendo a 87,14% das 70 amostras, silte médio representado por 5 amostras e correspondendo a 7,14% do total das amostras, e argila grossa correspondendo a 5,71% das amostras e sendo representada por 4 das 70 amostras analisadas.

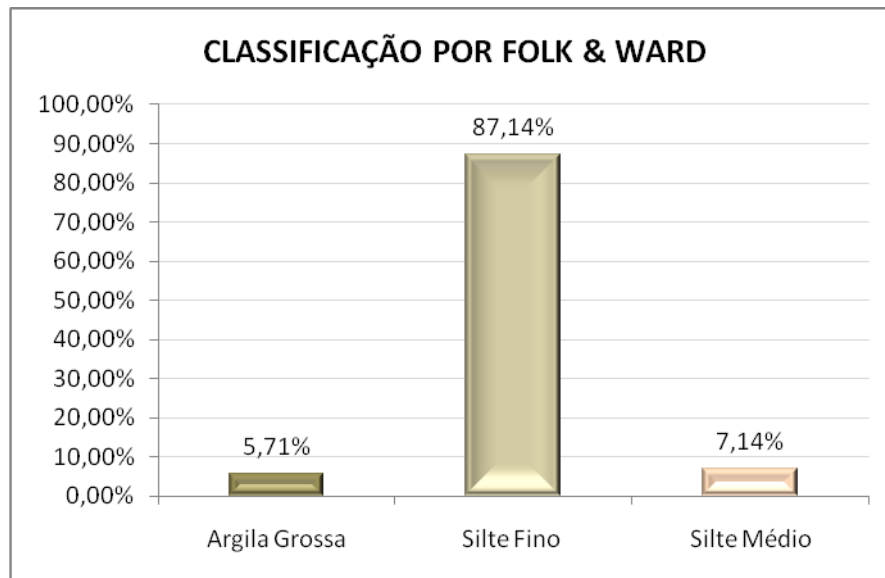


Figura 25 - Gráfico do percentual granulométrico a partir de Folk & Ward.

6.1.3 Comparação entre as classificações

Comparando as classificações granulométricas de Shepard, de Larsounneur e de Folk & Ward para os sedimentos analisados neste trabalho, as primeiras apresentaram duas subclasses, enquanto que a classificação de Folk & Ward apresentou três subclasses.

Com a classificação de Shepard obteve-se dois pontos na área apresentando-se como silte arenoso, distinguindo-se de todos os outros pontos da malha amostral que se apresentaram como silte. A classificação de Larsounneur apresentou como resultado para a área amostrada apenas um ponto distinguindo-se dos demais. Este ponto é representado por lama terrígena arenosa, enquanto todos os outros pontos apresentaram-se como lama terrígena. A partir da classificação de Folk & Ward obteve-se três subclasses distintas para os sedimentos analisados, sendo argila grossa, silte médio e silte fino, onde este último destaca-se pela predominância.

6.2 CARTAS DE DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS DE FUNDO

6.2.1 Segundo classificações de Larsounneur, de Shepard e de Folk & Ward.

Por razão dos sedimentos de fundo ao longo de todo o perfil amostral ser constituído por lama (Figura 26), de acordo com a classificação de Larsounneur, a carta de distribuição de sedimentos apresenta-se uniformemente (Figura 29). Porém no ponto 17 a amostra coletada no fundo do canal do rio Araguari, identificada por P6D2, com as coordenadas Longitude (N) 598077.186 e Latitude (W) 141998.525, tem sua constituição dada por lama arenosa, com a fração areia apresentando percentual maior que a das outras amostras (Figura 27).



Figura 26 - Ponto de coleta na borda de canal da margem esquerda do rio Araguari.

Fonte: Cedida pelo Laboratório de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha – LIOG.



Figura 27 – Amostra de lama arenosa coletada no fundo do canal do rio Araguari. Fonte: Cedida pelo Laboratório de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha – LIOG.

Utilizando a classificação de Shepard, que apresentou duas subclasses diferentes para os sedimentos analisados, a carta de distribuição de sedimentos de fundo foi elaborada e apresenta uma configuração onde pontualmente a fração de silte arenoso aparece (Figura 30). O silte e o silte arenoso aparecem nos pontos amostrados e, de acordo com o diagrama de Pejrup (Figura 28), obtido com o auxílio do software SysGran 3.0, demonstra que o ambiente estudado apresenta uma hidrodinâmica muito alta (grupo hidrodinâmico IV), que impede a deposição de argila, porém apresenta nível energético baixo (nível D), o que explica os resultados granulométricos apresentarem uma predominância de silte, com poucas modificações quanto ao tamanho dos grãos que compõem os sedimentos de fundo.

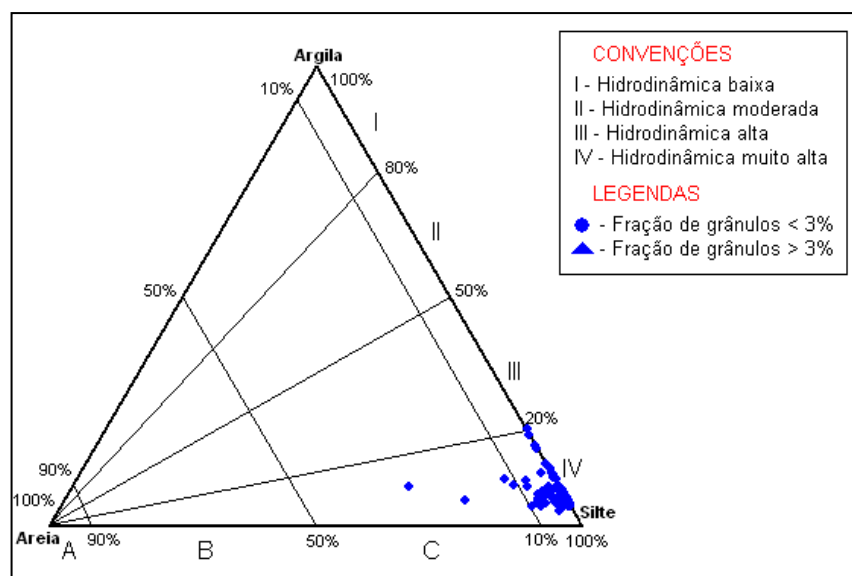


Figura 28 - Classificação hidrodinâmica a partir do diagrama de Pejrup.

De acordo com a classificação de Folk & Ward a carta de distribuição de sedimentos revela silte fino em quase toda malha amostral apresentando-se uniforme, com destaque para cinco pontos de coleta que apresentaram silte médio e para outros quatro pontos que apresentaram argila grossa (Figura 31). Isto demonstra que o ambiente estudado apresenta um grau de hidrodinâmica que impede a deposição de partículas de argila, possibilitando a deposição de silte. Seguindo o que sugere o diagrama de Pejrup apenas em alguns pontos há deposição de argila possibilitada pela hidrodinâmica que se apresenta de forma moderada.

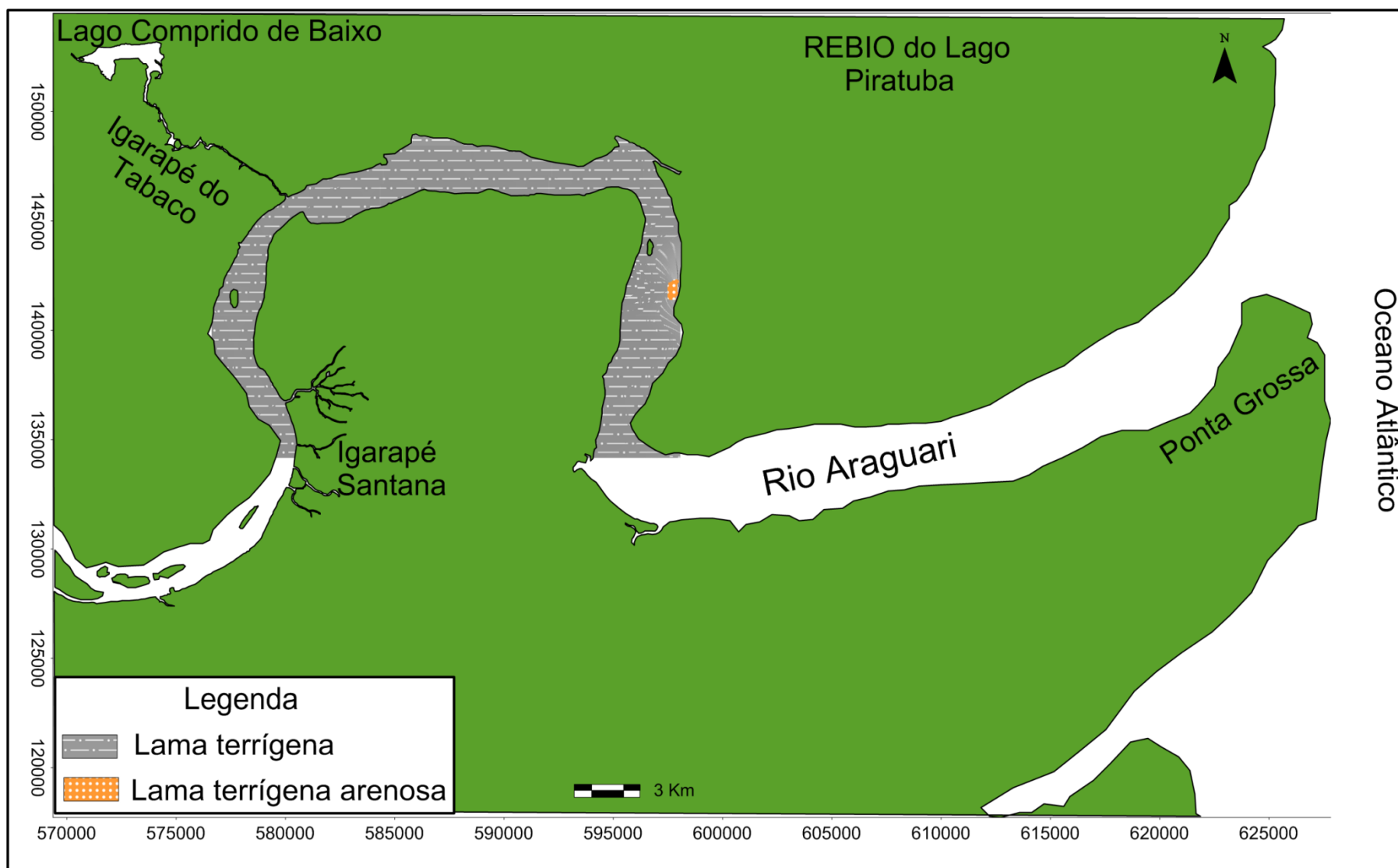


Figura 29 - Carta de distribuição de sedimentos de fundo, de acordo com a classificação de Larsouneur de 1977.

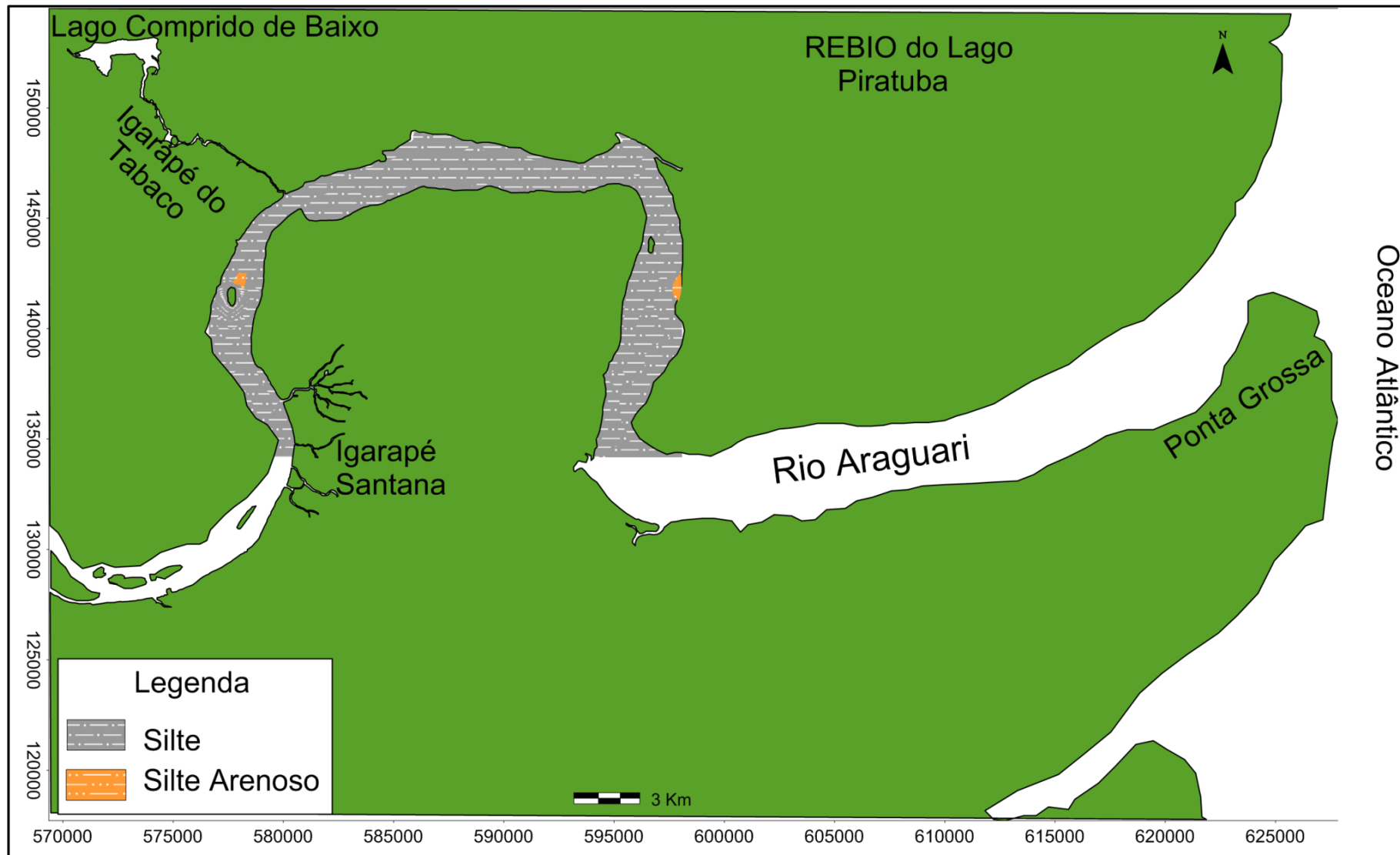


Figura 30 - Carta de distribuição de sedimentos de fundo, de acordo com a classificação de Shepard de 1954.

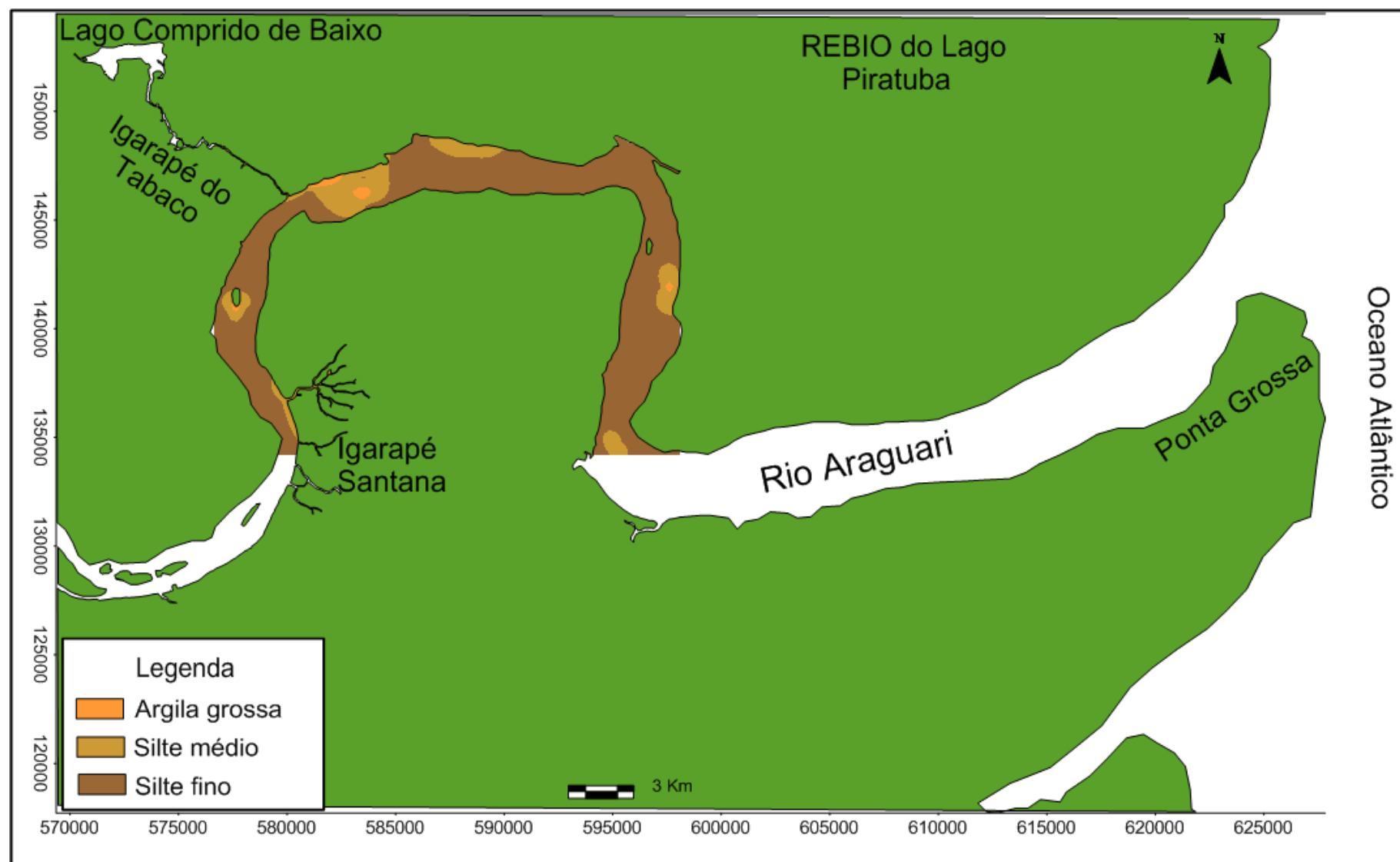


Figura 31 - Carta de distribuição de sedimentos de fundo, de acordo com a classificação de Folk & Ward de 1957.

7 CONCLUSÃO

As amostras estudadas a partir da classificação da média do tamanho dos grãos revelaram que a constituição sedimentar do baixo curso do rio Araguari, compreendido entre o igarapé Santana e a área proximal a foz, é representada basicamente por sedimento pelítico, onde a fração silte exerce um predomínio na área em questão, seguida das frações argila, areia muito fina, e em percentual residual as frações areia fina, areia média e areia grossa.

Entre as classificações granulométricas de Shepard de 1954, Larsounneur de 1977 modificada por Dias, 1996, e Folk & Ward de 1957 realizadas, a primeira apresentou duas subclasses diferentes sendo silte e silte arenoso, com esta última se destacando em dois pontos de coleta da malha amostral. A classificação de Larsounneur mostrou-se menos eficiente para o trabalho em questão, haja vista que apresentou somente as subclasses lama terrígena e lama terrígena arenosa, nas quais são englobadas as classes silte e argila, o que impossibilita determinar qual a predominância sedimentar. A classificação de Folk & Ward apresentou silte fino se destacando em toda área amostrada, onde três subclasses diferentes de sedimentos foram encontradas, sendo argila grossa, silte fino e silte médio, o que garantiu a esta classificação maior eficiência nos resultados.

A carta de distribuição de sedimento de fundo do baixo curso do rio Araguari construída a partir de Larsounneur, apresentou-se uniforme por razão da predominância de lama, tendo somente um ponto apresentado a existência de lama arenosa.

A partir da classificação sedimentológica de Shepard, que apresentou duas subclasses diferentes, a carta de distribuição de sedimentos de fundo do baixo curso do rio Araguari foi construída com melhor precisão que a primeira, distinguindo os pontos onde foi encontrada cada uma das subclasses.

Porém, com a classificação de Folk & Ward a carta sedimentológica de fundo do baixo curso do rio Araguari proporcionou melhor visualização da distribuição dos sedimentos, em relação às duas cartas anteriores, possibilitando a distinção das áreas onde foram encontradas as três subclasses de sedimentos distintos.

Ressalta-se que o procedimento de queima de matéria orgânica não foi aplicado para este trabalho. Logo, a comparação com trabalhos pretéritos a este,

realizados na mesma área e com o uso de tal procedimento, pode apresentar diferenças em relação aos resultados aqui apresentados.

É sugerido que em trabalhos posteriores sejam realizadas análises granulométrica mais refinadas dos sedimentos de fundo da área em questão para obtenção de resultados sobre as subclasses granulométricas presentes, relacionando com as informações batimétricas e de correntes obtidas, para discorrer melhor sobre a dinâmica morfológica da área do baixo curso do rio Araguari.

REFERÊNCIAS

- BÁRBARA, V. F. **Uso do modelo QUAL2E no estudo da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do Rio Araguari - AP (Amazônia)**. 2006. 174f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006. Disponível em: <www.iepa.ap.gov.br/meteorologia/arquivopdf/DissertacaoViniciuFagundesBarbaraem.pdf> Acesso em: 08 nov. 2009.
- COSTA, L.T.R. **Sedimentação holocênica no estuário do rio Araguari-AP**. 1996. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geologia)- Pós Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1996.
- COSTA NETO, S.V., SILVEIRA, O. F. M. Inventário biológico das áreas do Sucuriju e Região dos Lagos no Estado do Amapá. In: PROJETO de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira - **PROBIO**. Macapá, AP, 2006. (Relatório Técnico-Científico Meio Físico).
- DIAS, G.T.M. Classificação de sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1996. v. 3. p. 423-426.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estados@: Amapá**. 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ap>>. Acesso em: 08 jan. 2011.
- LAUT, L. L. M.; FIGUEIREDO Jr., A. G., SANTOS, V. F. dos; SILVEIRA, O. F.: **Levantamento das espécies de foraminíferos e tecamebas do estuário do rio Araguari, Amapá-Brasil**. (2005). ABEQUA. Disponível em: <http://www.abequa2005.geologia.ufrj.br/nukleo/pdfs/0158_abequa_2.pdf>. Acesso em: 15 out. 2009
- LIMA, I. C. de. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belém, 2002. (Apostila).
- MENDES, A. C. **Estudo sedimentológico e estratigráfico dos sedimentos holocênicos da costa do Amapá entre a ilha de Maracá e o Cabo Orange**. 1994. 274 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.
- MIRANDA, L. B. de; CASTRO, B. M. de; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- ROSA, S. L. da; MASSUNARI, I. S.; NOGUEIRA JUNIOR, J. Problemas de Assoreamento na Foz do Rio Araguari (Amapá). In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS**, 6., 1985, São Paulo. Trabalho apresentado.

SANTOS, C. A. **Caracterização morfo-sedimentar do Igarapé do Tabaco, entre o rio Araguari e o lago Comprido de Baixo, Rebio do Lago Piratuba, AP.** 2008. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

SANTOS, V. F. **Ambientes costeiros amazônicos: avaliação de modificações por teledecação.** 2006, 288 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha), Centro de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

SANTOS, V. F. **Análise Textural e Mineralógica dos Sedimentos Arenosos do Baixo Curso do Rio Araguari, Cabo Norte, Amapá.** 1994, 71p. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.

SANTOS, V. F. dos et al. **Processos sedimentares em áreas de macro-marés influenciados pela pororoca – Estuário do Rio Araguari – Amapá - Brasil.**(2005). ABEQUA

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

SILVA, C. G; et al. Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. In: BAPTISTA NETO, J. A; PONZI, V. R. A & SICHEL, S. E. **Introdução à geologia marinha.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SILVEIRA, O. F. M. **A planície costeira do Amapá dinâmica de ambiente costeiro influenciado por grandes fontes fluviais quaternárias.** 1998. 111 f Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica), Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

SILVEIRA, O. F. M. **Avaliação de processos dinâmicos no Estuário do Rio Araguari, AP.** Macapá: 2004. (Apostila).

SILVEIRA, O. F. M. **Geomorfologia da área de entorno da Reserva Biológica do Lago Piratuba.** Relatório de Atividades. IBAMA: [S.n.], 2002. 10 p.

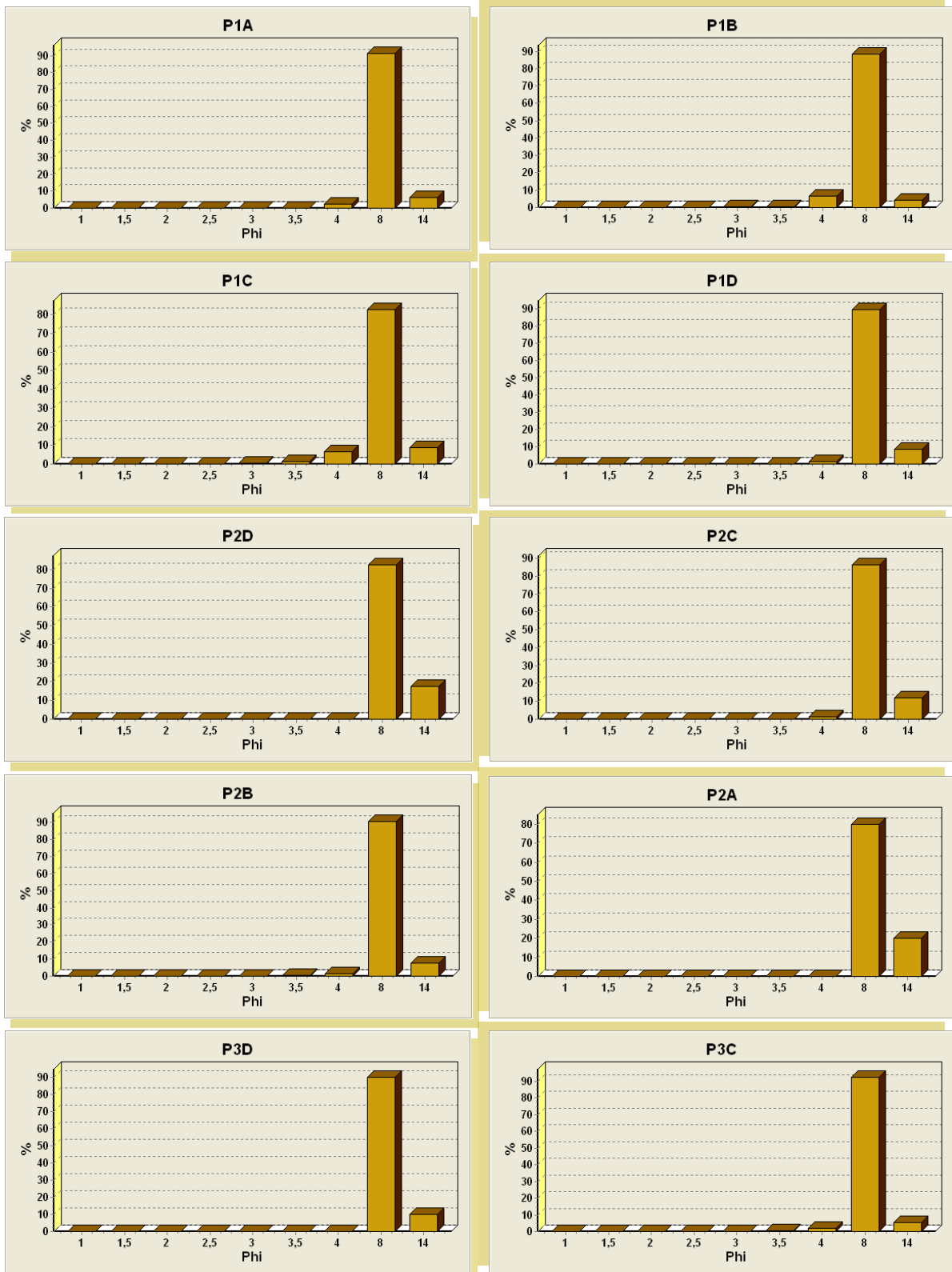
SILVEIRA, O.F. M.; SANTOS, V.F. Aspectos Geológicos-Geomorfológicos da Região Costeira entre o Rio Amapá Grande e a Região dos Lagos do Amapá. In: **Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira – PROBIO.** Macapá, AP. Relatório Técnico-Científico Meio Físico, 2006.

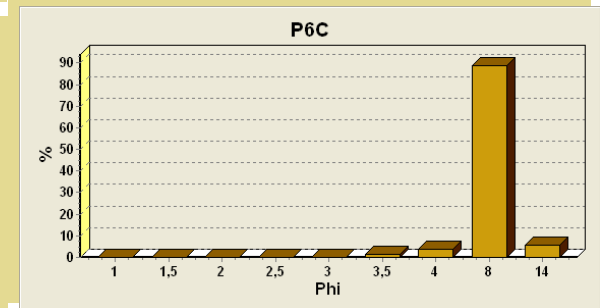
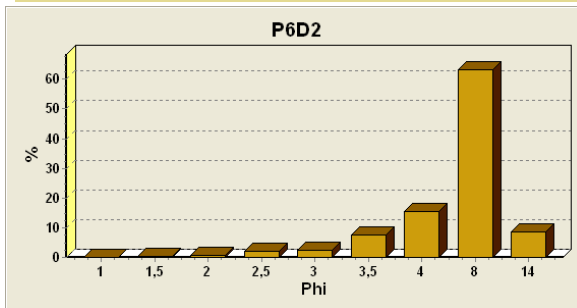
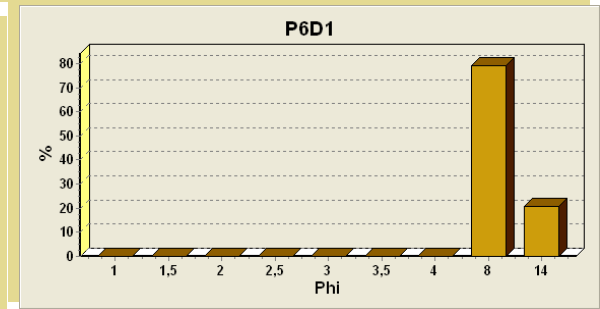
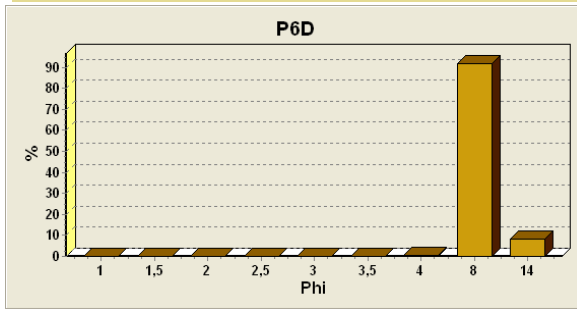
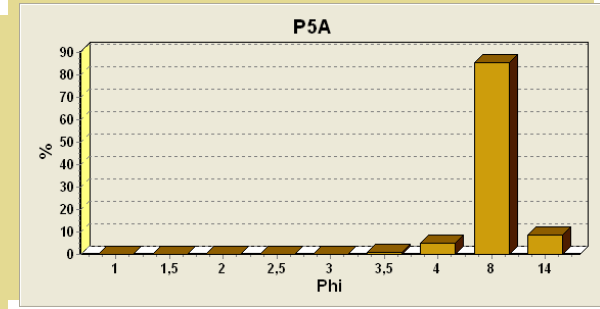
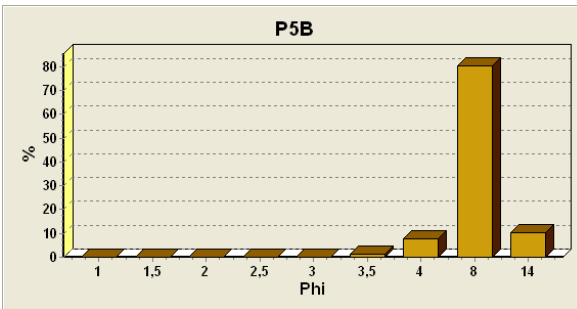
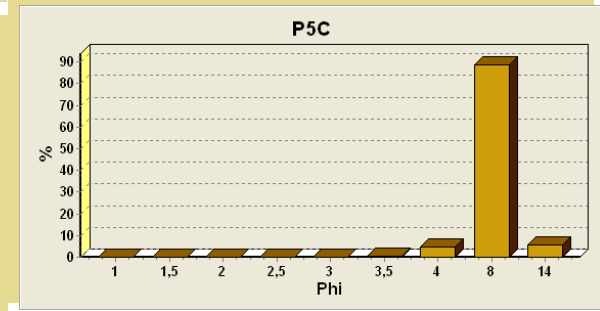
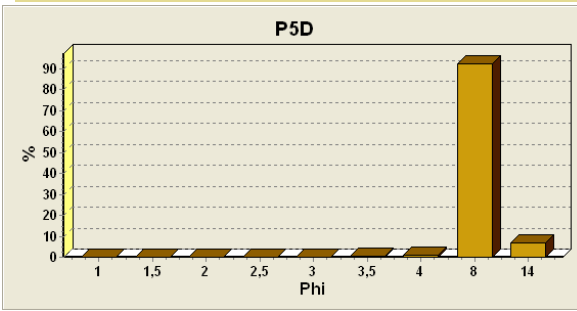
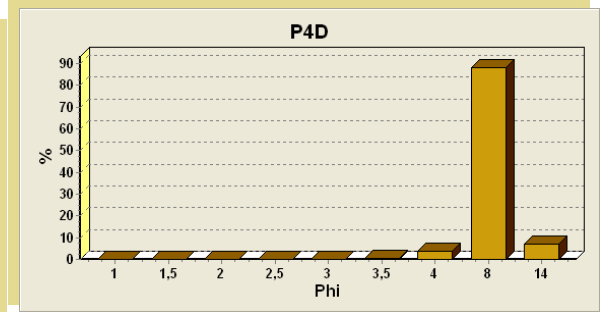
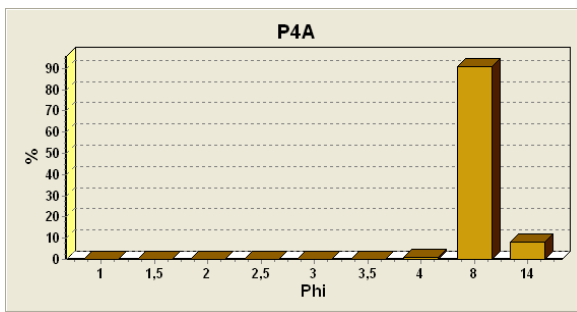
ANEXOS

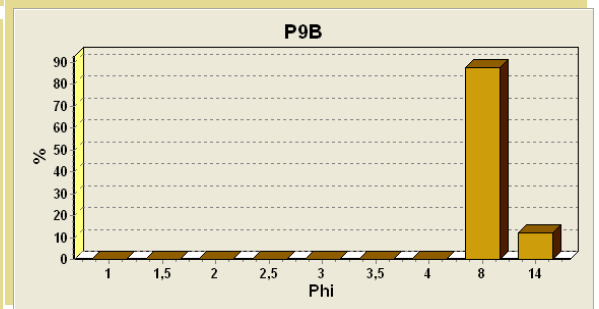
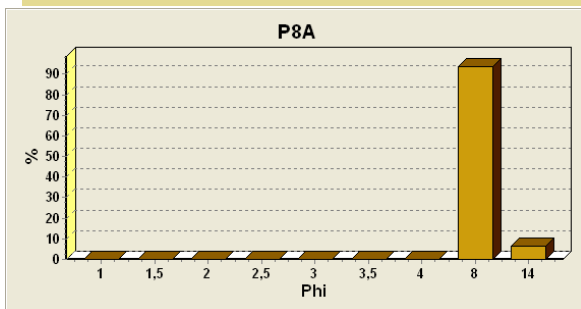
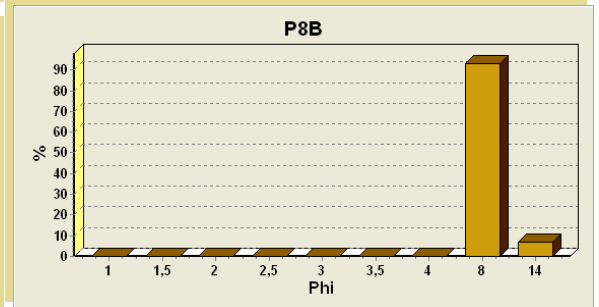
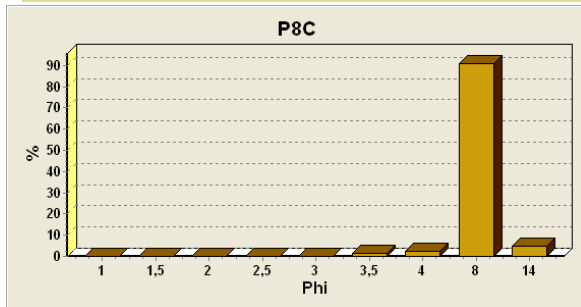
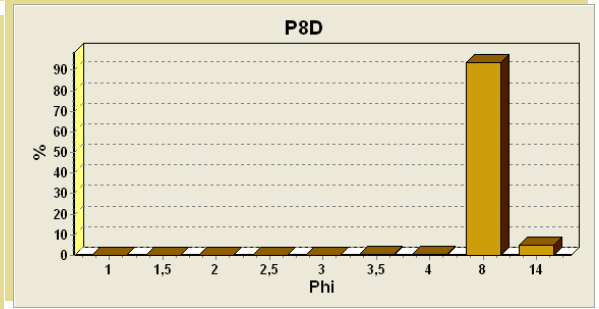
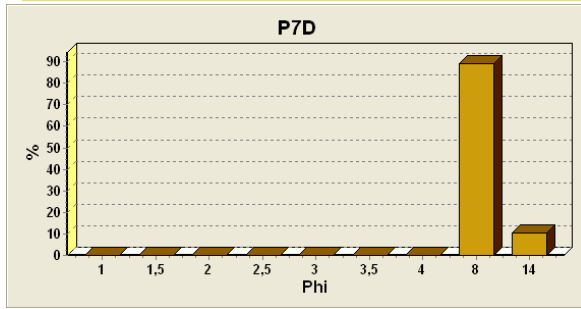
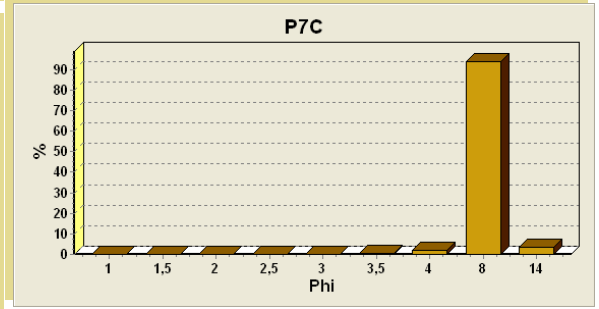
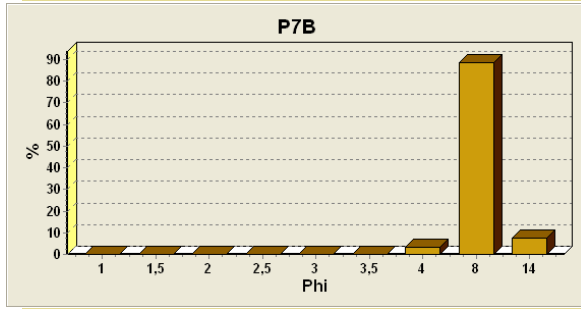
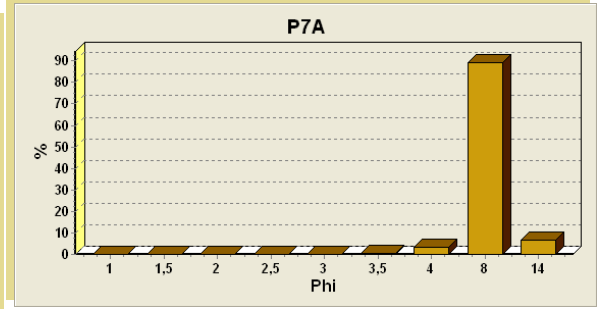
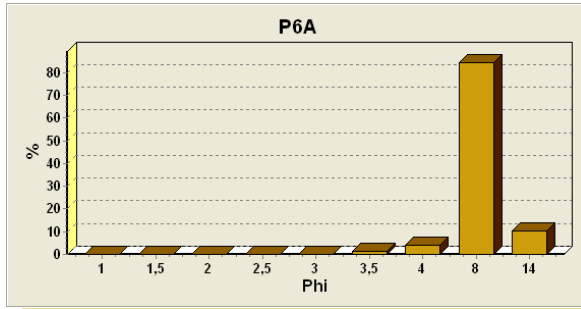
ANEXO A - ESCALA DE TAMANHO DE GRÃO EM mm E Phi (\emptyset). DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE WENTWORTH DE 1922.

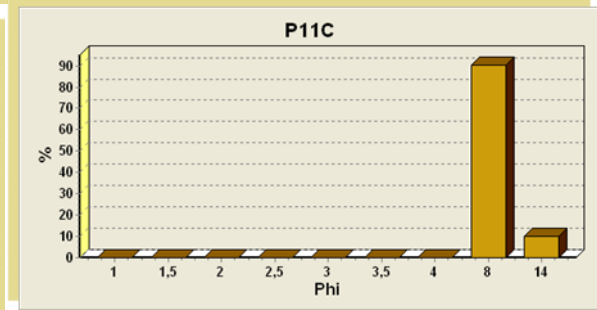
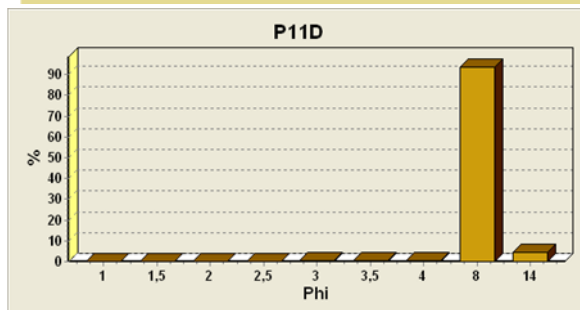
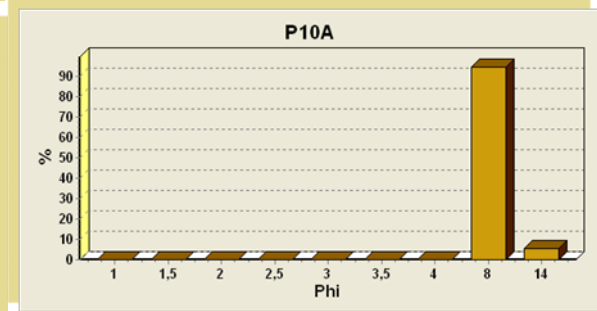
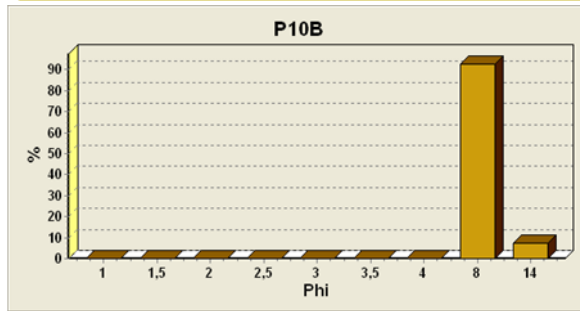
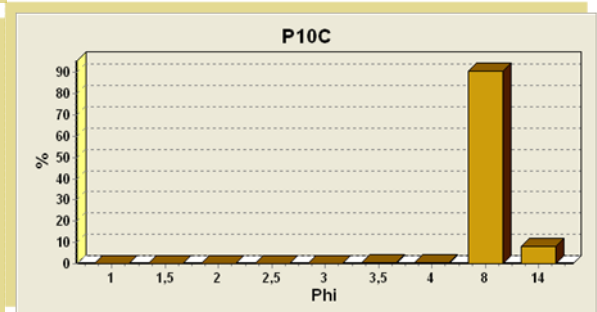
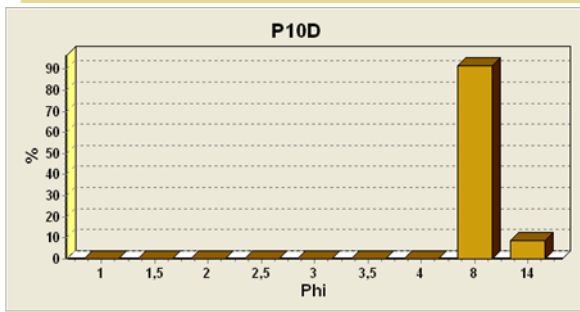
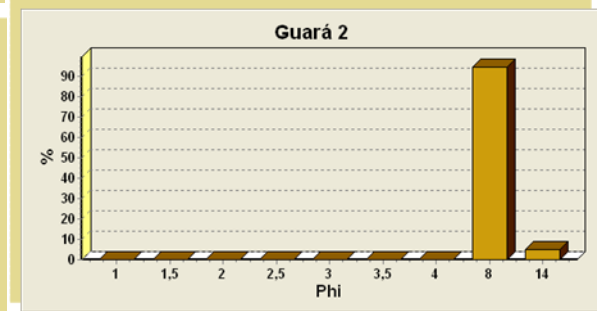
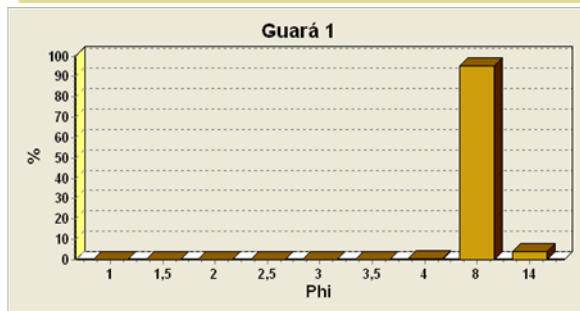
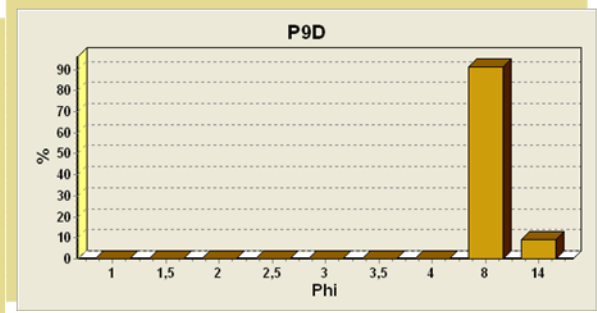
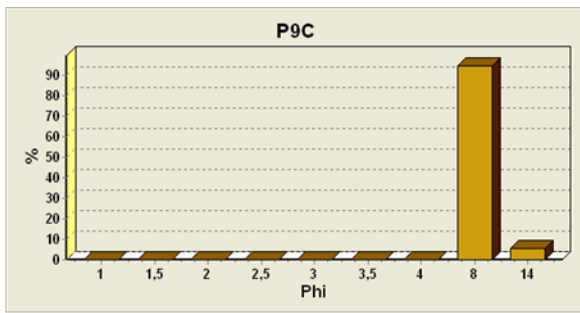
CLASSE	AREIA	
Sub-Classe	Grânulo	
Diâmetro	2.83 mm	2 mm
	(-1,5 \emptyset)	(-1 \emptyset)
Sub-Classe	Muito Grossa	
Diâmetro	1.41 mm	1.00 mm
	(-0,5 \emptyset)	(0 \emptyset)
Sub-Classe	Grossa	
Diâmetro	0.710 mm	0.500 mm
	(0,5 \emptyset)	(1 \emptyset)
Sub-Classe	Média	
Diâmetro	0.350 mm	0.250 mm
	(1,5 \emptyset)	(2 \emptyset)
Sub-Classe	Fina	
Diâmetro	0.177 mm	0.125 mm
	(2,5 \emptyset)	(3 \emptyset)
Sub-Classe	Muito Fina	
Diâmetro	0.088 mm	0.062 mm
	(3,5 \emptyset)	(4 \emptyset)
CLASSE	SILTE	
Diâmetro	0.004 mm	
	(8 \emptyset)	
CLASSE	ARGILA	
Diâmetro	0.00006 mm	
	(14 \emptyset)	

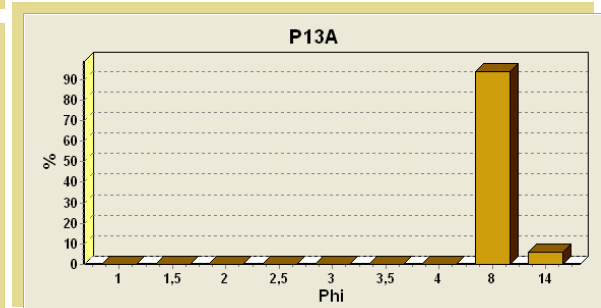
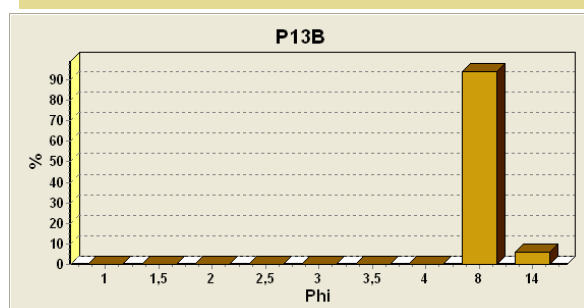
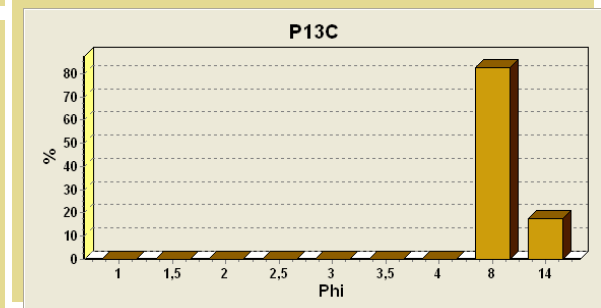
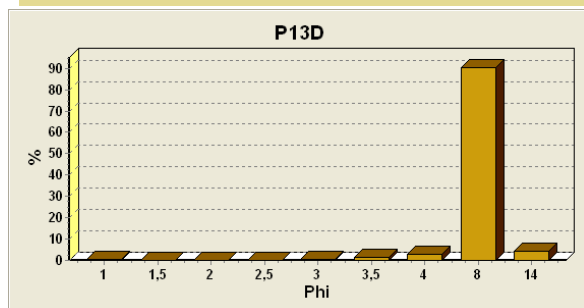
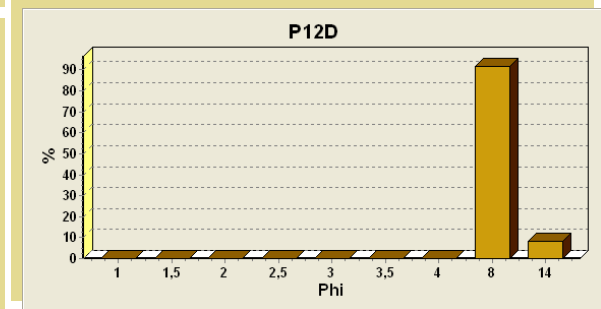
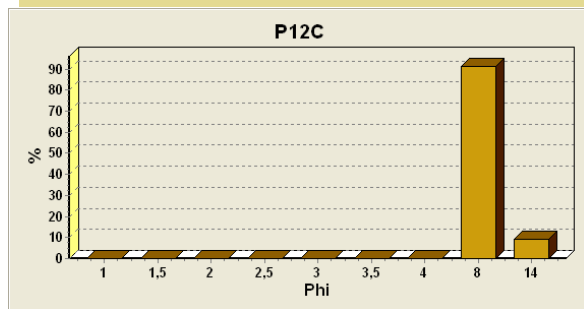
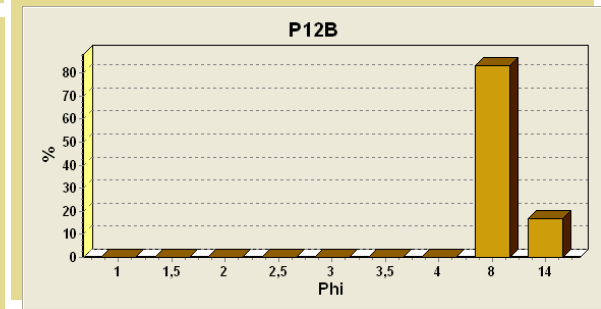
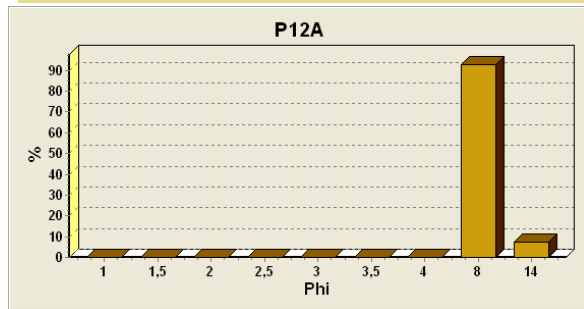
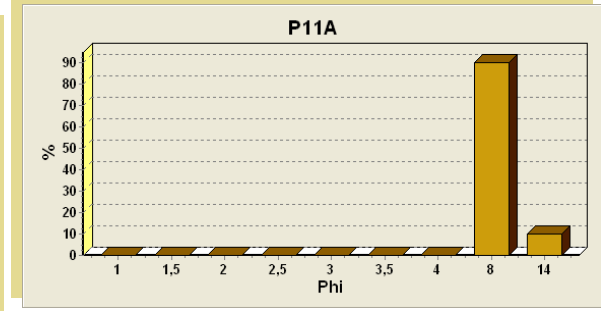
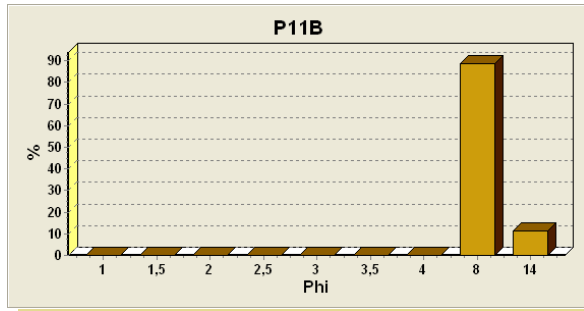
ANEXO B - HISTOGRAMAS DO PERCENTUAL DE TAMANHO DO GRÃO EM Phi DE CADA AMOSTRA.

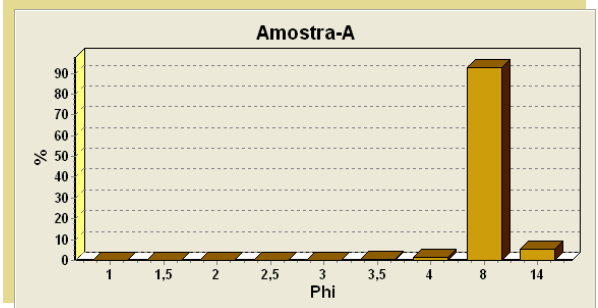
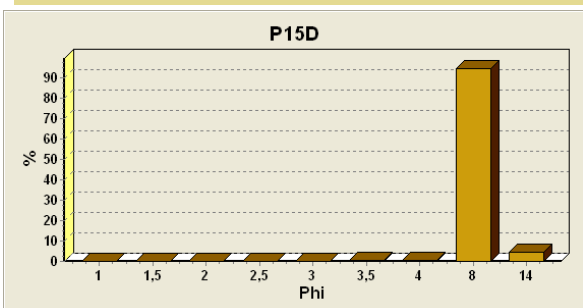
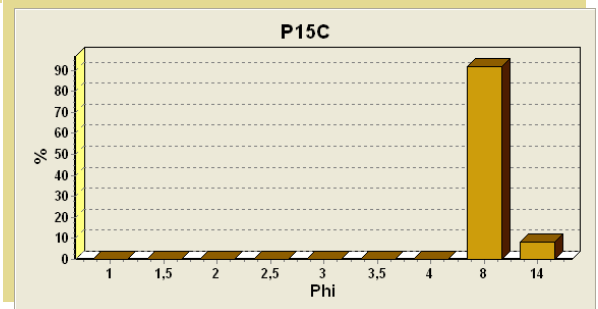
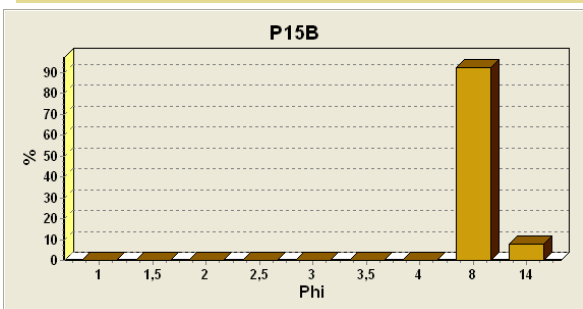
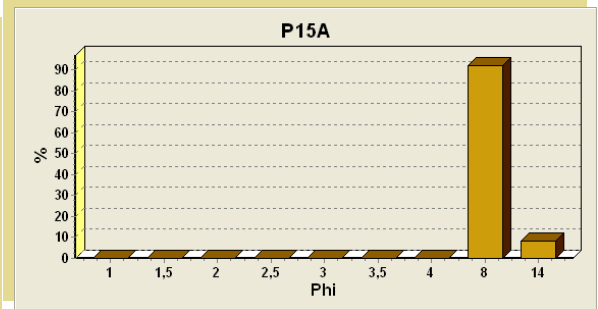
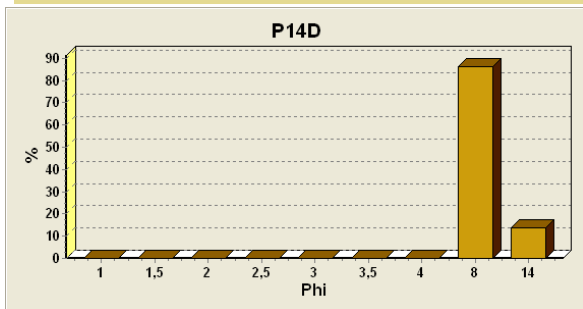
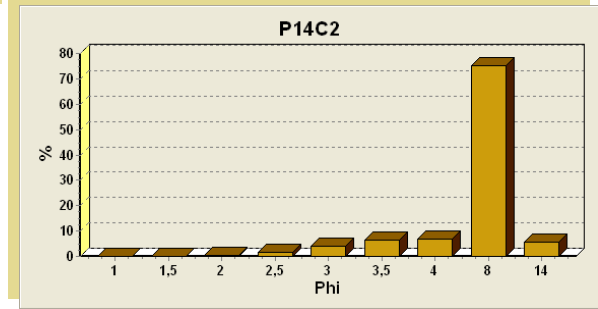
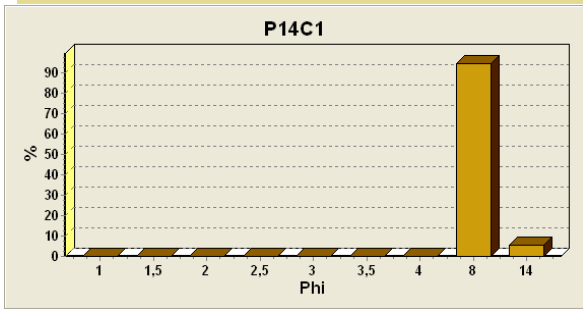
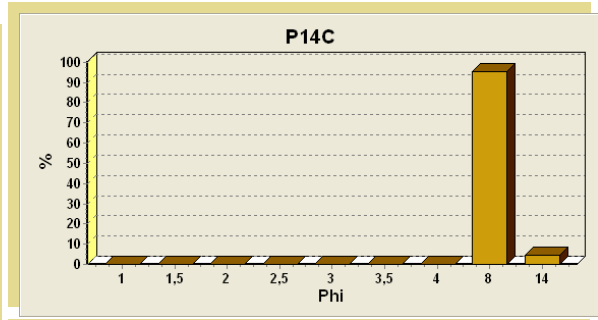
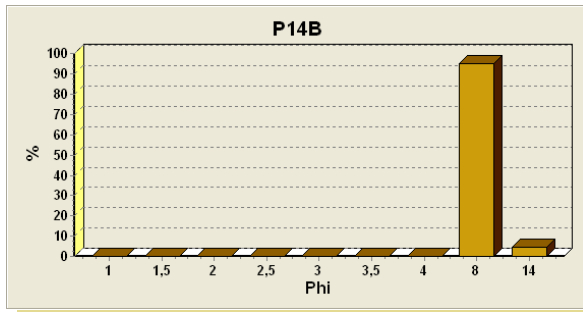


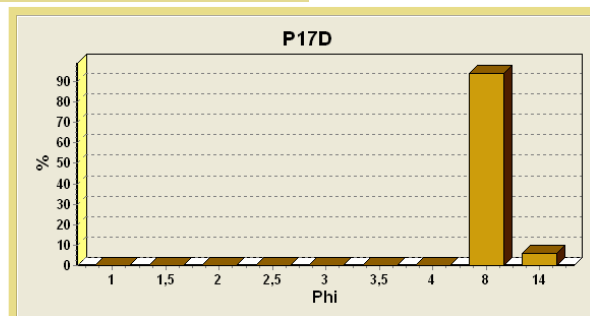
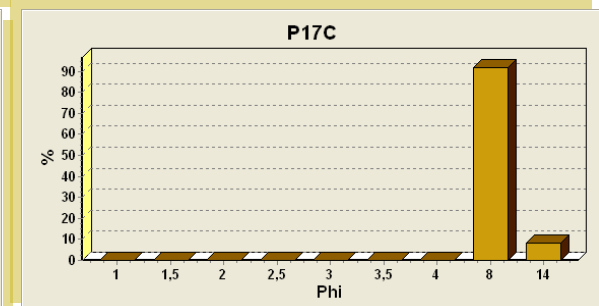
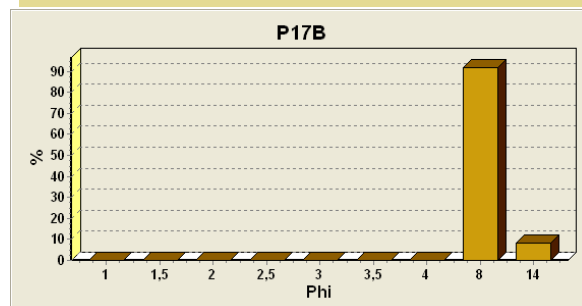
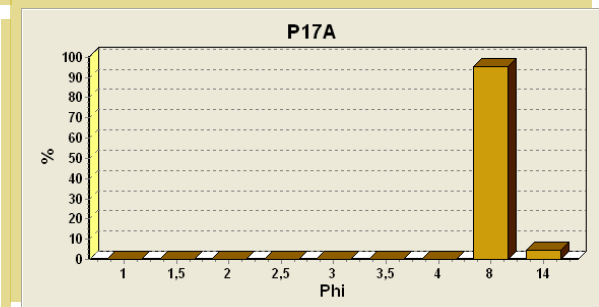
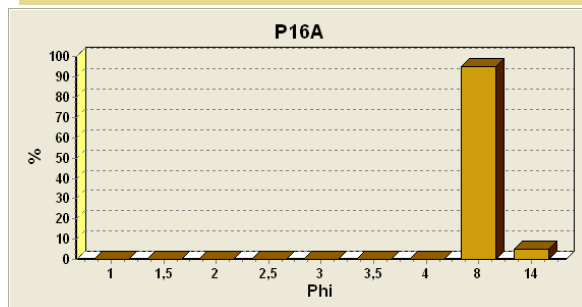
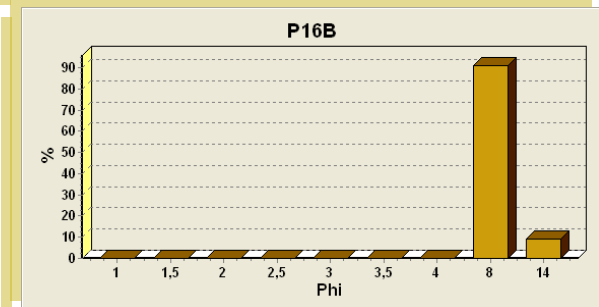
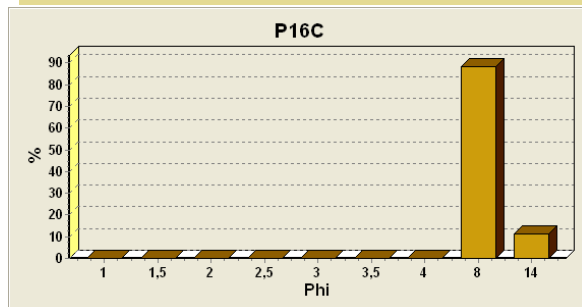
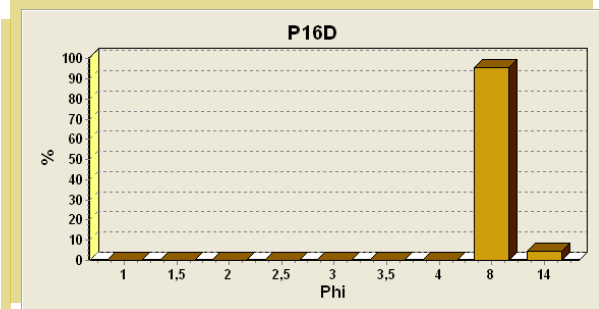
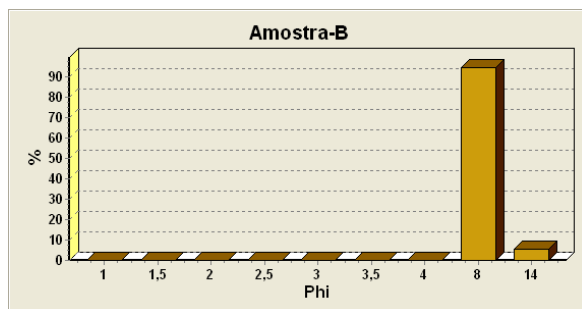












ANEXO C - NOMENCLATURA DOS SEDIMENTOS MARINHOS, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DE LARSONNER DE 1977.

9 SUBDIVISÕES PRINCIPAIS	SEIXOS, COQUINAS OU RODOLITOS L<15 %; s+c+r >50%		GRÁNULOS L<15 %; s+c+r < 50% Md > 2mm		AREIAS L<15 %; Areia + Lama >50 % Md < 2mm					SEDIMENTOS LAMOSOS L > 15 %		
SEDIMENTO LITOCLÁSTICO CaCO ₃ < 30%	SEIXOS LITOCLÁSTICOS		GRÁNULOS LITOCLÁSTICOS		AREIAS LITOCLÁSTICAS					LAMAS TERRÍGENAS		
	15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%		15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%			L < 25%		
	s+c+r >70% SL1a	s+c+r <70% SL1b	s+c+r >15% GL1a	s+c+r <15% GL1b	s+c+r >gran AL1a	g >s+c+r AL1b	2 a 0,5 mm. AL1c	0,5 a 0,25 mm AL1d	0,25 a 0,05 mm AL1e	L < 25% LL1a	25% < L < 75% LL1b	L > 75% LL1c
	cascalho litoclástico	cascalho litoclástico	gránulos litocl. c/ cascalho	gránulos litoclásticos	areia litoclástica c/ cascalho	areia litoclástica c/ granulos	areia litoclást.muito grossa a grossa	areia litoclástica média	areia litoclástica fina a muito fina	areia lamosa	lama arenosa terrigena	lama terrigena
SEDIMENTO LITOBIO CLÁSTICO 30% < CaCO ₃ < 50%	SEIXOS LITOBIOCLÁSTICOS		GRANULOS LITOBIOCLÁST.		AREIAS LITOBIOCLÁSTICAS					MARGAS		
	15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%		15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%			L < 25%		
	s+c+r >70% SL2a	s+c+r <70% SL2b	s+c+r >15% GL2a	s+c+r <15% GL2b *	s+c+r > g AL2a	g >s+c+r AL2b	2 a 0,5 mm. AL2c	0,5 a 0,25 mm AL2d	0,25 a 0,05mm AL2e	L < 25% LL2a	25% < L < 75 % LL2b	L > 75% LL2c
	cascalho litobioclástico	cascalho litobioclástico	gránulos litob. c/cascalho	gránulos litobioclásticos	areia litobioclástica c/ cascalho	areia litobioclástica c/ granulos	litobioclástica muito grossa a grossa	areia litobioclástica média	litobioclástica fina a muito fina	marga arenosa	marga arenosa	marga.
SEDIMENTO BIOLITO CLÁSTICO 50% < CaCO ₃ < 70%	COQ/ROD+ LITOCLÁSTICOS		GRANULOS BIOLITOCCLÁST.		AREIAS BIOLITOCCLÁSTICAS					MARGAS CALCÁRIAS		
	15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%		15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%			L < 25%		
	c+r+s >70% CB1a	c+r+s <70% CB1b	c+r+s >15% GB1a	c+r+s <15% GB1b *	c+r+s > g AB1a	c+r+s < g AB1b	2 a 0,5 mm. AB1c	0,5 a 0,25 mm AB1d	0,25 a 0,05 mm AB1e	L < 25% LB1a	25% < L < 75 % LB1b	L > 75% LB1c
	coq/rodolito c/ litoclásticos	cascalho biolitoclástico	gránulo biolitoclástico	gránulo biolitoclástico	areia biolitol. c/ cascalho	areia biolitol. c/ granulos	areia biolitol. muito grossa a grossa	areia biolitoclástica média	areia biolitoclástica fina a muito fina	marga calcárea arenosa	marga calcárea arenosa	marga calcárea
SEDIMENTO BIOCLÁSTICOS CaCO ₃ > 70%	COQUINAS / RODOLITOS		GRANULOS BIOCLÁSTICOS		AREIAS BIOCLÁSTICAS					LAMAS CALCÁREAS		
	15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%		15% < + 2 mm < 50 %		+ 2 mm < 15%			L < 25%		
	c+r+s >70% CB2a	c+r+s <70% CB2b	c+r+s >15% GB2a	c+r+s >15% GB2b *	c+r+s > g AB2a	g >c+r+s AB2b	2 a 0,5 mm. AB2c	0,5 a 0,25 mm AB2d	0,25 a 0,05 mm AB2e	L < 25% LB2a	25% < L < 75 % LB2b	L > 75% LB2c
	coquinas ou rodolitos	cascalho bioclástico	gránulo biocl. conchífero ou c/ rodolitos	gránulo bioclástico	areia bioclástica c/ nódulos ou conchas	areia bioclástica c/ granulosa	bioclástica muito grossa a grossa	areia bioclástica média	areia bioclástica fina a muito fina	lama calcárea arenosa	vasa calcárea arenosa	vasa calcárea