



Universidade Federal do Pará
Centro de Geociências
Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**“SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICA NO ESTUÁRIO DO RIO
ARAGUARI-AP”.**

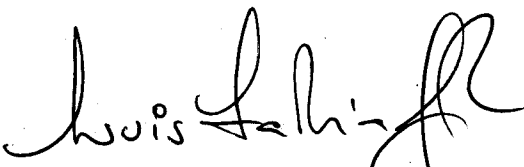
TESE APRESENTADA POR

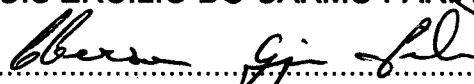
LÚCIA TRAVASSOS DA ROSA COSTA

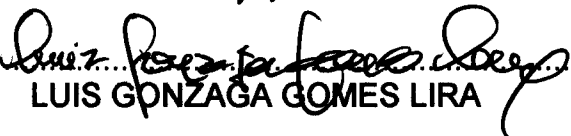
Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de GEOLOGIA.

Data de Aprovação 11 / 04 / 1996

Comitê de Tese:


.....
LUIS ERCÍLIO DO CARMO FARIA JR. (Orientador)


.....
CLEVERSON GUZAN SILVA


.....
LUIS GONZAGA GOMES LIRA

BELEM

*À Luna, Gabriel e Paulo,
que me permitem, dia a dia, o exercício do amor.*

AGRADECIMENTOS

A execução deste trabalho foi possível graças ao apoio de pessoas e entidades, às quais quero expressar meus sinceros agradecimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de pesquisa.

Ao Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará, através do Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (CPGG-UFGA), pelo apoio financeiro.

À Coordenadoria do Meio Ambiente do Estado do Amapá (CEMA-AP), especialmente ao funcionário Luís Soares, pelo apoio prestado durante as etapas de campo.

Ao Prof. Dr. Luís Ercílio do Carmo Faria Junior, pela orientação.

Ao Prof. Dr. Werner Truckenbrodt, pela disponibilidade às discussões.

À Alice Pinto de Oliveira, pela confecção das figuras.

Aos queridos amigos promarianos, especialmente aos geólogos Amilcar Mendes e Odete Silveira, pela ajuda em várias etapas desta pesquisa; ao Pedro Walfir, pela tradução do resumo para a língua inglesa; ao Paulo Khoury, Mácio Kawage e Jorge, pela ajuda nos trabalhos de campo.

Aos amigos que me acompanharam e aos que conquistei nesta etapa de vida.

Aos meus pais, José e Terezinha, e irmãos, Daniel, Leina, Zilda e Rosa.

SUMÁRIO

	pg.
DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	v
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
 1 - INTRODUÇÃO.....	 5
 2 - METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	 7
 3 - ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOGRÁFICOS REGIONAIS.....	 12
3.1 - GEOMORFOLOGIA.....	12
3.2- GEOLOGIA.....	13
3.3 - ARCABOUÇO ESTRUTURAL.....	22
3.4 - CLIMA.....	28
3.5 - VEGETAÇÃO.....	28
3.5.1 - Sub-Região dos Campos da Planície do Amapá.....	28
3.5.2 - Sub-Região do Litoral (Manguezal).....	29
3.5.3 - Sub-Região Aluvial do Amapá.....	30
3.6 - REGIME OCEANOGRÁFICO.....	32
 4 - O SISTEMA DEPOSICIONAL ESTUARINO.....	 36
4.1 - DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	36
4.2 - CONFIGURAÇÃO DOS CANAIS ESTUARINOS E DISTRIBUIÇÃO DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES.....	43
 5 - MORFOLOGIA DO RIO ARAGUARI E DEPÓSITOS SEDIMENTARES ASSOCIADOS.....	 48
5.1 - PLANÍCIE ALUVIAL.....	48
5.2 - PLANÍCIE ESTUARINA.....	51
5.2.1 - Barra em Pontal.....	57
5.2.2 - Barra de Canal.....	61
5.2.3 - Planície de Intermaré.....	64
5.2.4 - Planície de Inundação.....	67
 6 - ANÁLISE SEDIMENTAR.....	 70
6.1 - INDIVIDUALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS FÁCIES.....	70
6.1.1 - Silte Arenoso com Laminação Plano-Paralela (SAp).....	71
6.1.2 - Silte/Areia Rítmicos (SAr).....	73
6.1.3 - Pelito Laminado (Pl).....	78
6.1.4 - Areia com Laminação Plano-Paralela (Ap).....	78

6.1.5 - Silte Arenoso com Laminação Cruzada (Sax)	79
6.1.6 - Pelito e Areia com Acamamento Ondulado (PAo)	79
6.1.7 - Pelito Rítmico (Pr)	87
6.2 - ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES	88
6.2.1 - Unidade Araguari	88
6.2.1.1 - Depósitos de Barra em Pontal.....	88
6.2.1.2 - Depósitos de Barra de Canal.....	101
6.2.1.3 - Depósitos de Planície de Intermaré.....	104
6.2.1.4 - Depósitos de Planície de Inundação.....	108
6.2.2 - Unidade Pré-Araguari	112
6.2.2.1 - Associação A.....	113
6.2.2.2 - Associação B.....	120
7 - MODELO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DO RIO ARAGUARI	122
8 - RELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS	129
9 - INFLUÊNCIA DAS FLUTUAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NA EVOLUÇÃO DA PLANÍCIE COSTEIRA DO AMAPÁ E ESTUÁRIO DO RIO ARAGUARI ...	133
10 - CONCLUSÕES	138
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
ANEXO - Legenda das Simbologias Utilizadas nas Figuras do Capítulo 6	148

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	pg.
1.1 - Posicionamento geográfico da área estudada.....	6
2.1 - Localização dos pontos de coleta de testemunhos.....	10
2.2 - Coleta de testemunhos com o sistema <i>Vibracore</i>	11
2.3 - Retirada de testemunho.....	11
3.1 - Morfologia da Planície Costeira do Amapá nas adjacências do rio Araguari.....	14
3.2 - Feição de paleodelta na região do Cabo Norte.....	15
3.3 - Morfologia da Planície Costeira do Amapá na porção norte.....	16
3.4 - Contexto geológico regional do leste do Amapá.....	17
3.5 - Feições fisiográficas da linha de costa do Amapá.....	21
3.6 - Contexto tectônico da região do Golfão Amazônico.....	23
3.7- Compartimentação estrutural mesozóica da Amazônia.....	25
3.8 - Rede de drenagem principal do estado do Amapá.....	27
3.9 - Fisionomias vegetais na região do rio Araguari e adjacências.....	31
3.10 - Regime oceanográfico da região costeira do Amapá.....	33
4.1 - Classificação de estuários segundo Pritchard (1971) e Dyer (1983).....	37
4.2 - Classificação de estuários segundo PRITCHARD & CARTER (1971).....	39
4.3 - Classificação de estuários segundo DALRYMPLE et al. (1992).....	41
4.4 - Classificação dos estuários segundo REINSON (1992).....	42
4.5 - Padrão morfológico dos estuários do norte da Austrália.....	47
5.1 - Aspecto do rio Araguari na planície aluvial.....	49
5.2 - Aspecto do rio Araguari na planície aluvial.....	50
5.3 - Aspectos morfológicos do estuário do rio Araguari e adjacências.....	54
5.4 - Contato da Planície Costeira com o Planalto Rebaixado da Amazônia.....	55
5.5 - Compartimentação morfológica dos estuários dos rios South Alligator e Araguari.....	56
5.6 - Terraços erosivos.....	58
5.7 - Morfologia e zoneamento da vegetação da barra em pontal de Vista Alegre.....	59
5.8 - Superfície de deposição das barras em pontal.....	60

5.9 - Canais que recortam a superfície deposicional da barra em pontal.....	60
5.10 - Classificação das barras de canal segundo SMITH (1974).....	62
5.11 - Complexo de barras de canal de Cinco Marias.....	62
5.12 - Barra de canal juvenil.....	63
5.13 - Planície de intermaré do rio Araguari.....	65
5.14 - Terraços erosivos interiores à planície de intermaré.....	66
5.15 - Terraços erosivos no limite superior da planície de intermaré.....	66
5.16 - Morfologia da planície de inundação.....	68
5.17 - Ambientes pantanosos nas planícies de inundação.....	68
5.18 - Morfologia da planície de inundação.....	69
6.1 - Aspecto da fácies SAp.....	72
6.2 - Aspecto da fácies SAr.....	74
6.3 - Aspecto da fácies SAr.....	75
6.4 - Aspecto da fácies SAr.....	76
6.5 - Aspecto da fácies SAr.....	77
6.6 - Aspecto da fácies Pl.....	80
6.7 - Aspecto da fácies Pl.....	81
6.8 - Aspecto da fácies Pl.....	82
6.9 - Aspecto da fácies Pl.....	83
6.10 - Aspecto da fácies Ap.....	84
6.11 - Aspecto da fácies SAx.....	85
6.12 - Aspecto da fácies APo.....	86
6.13 - Aspecto da fácies Pr.....	87
6.14 - Estratigrafia da barra em pontal de Vista Alegre.....	90
6.15 - Estratigrafia da barra em pontal do Tabaco.....	91
6.16 - Estratigrafia da barra em pontal de Paraíso.....	92
6.17 - Estratigrafia da barra em pontal de Paraíso.....	93
6.18 - Modelo clássico de fácies para depósitos de barra em pontal.....	94
6.19 - Nomenclatura da estratificação cruzada heterolítica	95

6.20 - Aspecto da fácies SAp.....	99
6.21 - Litofácies de barras em pontal de sistemas estuarinos, segundo SMITH (1987)...	100
6.22 - Estratigrafia do depósito de barra de canal da ilha do Campo Alegre.....	102
6.23 - Litoestratigrafia das barras de canal do rio Brahmaputra.....	103
6.24 - Aspecto das fácies SAp e Pr.....	105
6.25 - Estratigrafia do depósito de planície de intermaré.....	106
6.26 - Estratigrafia do depósito de planície de intermaré.....	107
6.27- Estratigrafia do depósito de planície de inundação.....	109
6.28 - Estratigrafia do depósito de planície de inundação.....	110
6.29 - Estratigrafia da Associação A.....	114
6.30 - Acamamento de maré na Associação A.....	116
6.31 - Estruturas indicadoras de ambiente de planície de maré.....	117
6.32 - Subambientes das planícies de maré, segundo DALRYMPLE (1992)	119
6.33 - Estratigrafia da Associação B.....	121
7.1 - Modelo sedimentar para o estuário do rio Araguari.....	123
7.2 - Estágios de preenchimento de estuários, segundo HARRIS (1988).....	128
8.1 - Sequências sedimentares prográdantes definidas por ALLISON (1993).....	130
8.2 - Cronoestratigrafia das unidades Araguari e Pré-Araguari.....	132
9.1 - Distribuição dos ambientes deposicionais costeiros.....	136

RESUMO

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.

Devido sua foz situar-se no litoral sudeste do Amapá, onde as variações de maré oscilam em torno de 5 m, correntes de maré adentram o canal do rio Araguari por cerca de 115 km de sua desembocadura, definindo um sistema estuarino dominado por marés. Esta planície estuarina está quase inteiramente estabelecida sobre sedimentos semiconsolidados da Planície Costeira do Amapá.

Ao longo da planície estuarina, quatro segmentos morfologicamente distintos foram individualizados no canal do rio Araguari, cada um deles apresentando características próprias no que diz respeito aos processos hidrodinâmicos atuantes (correntes de maré e/ou fluviais), o que reflete-se nas características dos depósitos sedimentares: canal superior de maré, desenvolvido na porção mais proximal do estuário, onde domina a energia fluvial; segmento retilíneo, estabelecido na porção superior do estuário, onde a energia das correntes de maré é o processo dominante; além dos segmentos meandrante e meandrante em cúspide, que ocorrem na porção mediana, onde interagem, simultaneamente, a energia das correntes de maré e das correntes fluviais.

Os depósitos sedimentares associados a este sistema estuarino, representados por depósitos de barra em pontal, barra de canal, planície de intermaré e

planície de inundação, estão relacionados a dinâmica atual do sistema, e constituem a Unidade Araguari. São definidos, estratigraficamente, através de associações que englobam seis fácies sedimentares: silte arenoso com laminação plano-paralela (SAp), silte/areia rítmicos (SAr), pelito laminado (Pl), areia com laminação plano-paralela (Ap), silte arenoso com laminação cruzada (SAx) e pelito rítmico (Pr).

O estuário do rio Araguari foi instalado em sedimentos semiconsolidados que constituem a Unidade Pré-Araguari, cuja história evolutiva está relacionada a eventos deposicionais anteriores à instalação do atual sistema estuarino. Nesta unidade foram identificadas duas associações de fácies, denominadas informalmente de A e B. A Associação A, cuja deposição deu-se em ambiente de planície de maré, e a Associação B, que representa depósitos originados em antigos sistemas fluviais. A estratigrafia destas associações é definida pelas fácies SAp e SAr, anteriormente citadas, além da fácies pelito e areia com acamamento ondulado (PAo).

A presença de sedimentos depositados em ambiente costeiro, a cerca de 40 km da atual linha de costa, a exemplo dos sedimentos da Associação A, sugere que a evolução da Planície Costeira do Amapá e do estuário do rio Araguari está relacionada, fundamentalmente, a modificações na posição da linha de costa, que por sua vez são controladas por oscilações do nível relativo do mar. Tais oscilações representam pequenos pulsos do evento transgressivo holocênico, denominado de Transgressão Holocênica ou Transgressão Flandriana. O estágio de preenchimento do estuário do rio Araguari é típico de sistemas juvenis, o que é reiterado pelo fato do canal estuarino ser estabelecido sobre sedimentos com idade mínima de 500 anos A.P.

ABSTRACT

The Araguari river constitutes the most expressive drainage system in length, width and volume of water in the State of Amapá. The river crosses precambrian and tertiary rocks of the Guianense Complex and Barreiras Group, respectively, and also holocenic sediments which constitute the morphologic unit named Amapá Coastal Plain, occurring along the entire littoral of this State.

The mouth of the Araguari river is situated in the northeastern coast of Amapá, where the tide height averages about 5 m and the influence of the tidal currents extends up to 115 km along the river, defining an estuarine system dominated by tides. This estuarine plain is almost entirely established over semiconsolidated sediments of the Amapá Coastal Plain.

Along the estuarine plain four morphologic segments were recognized in the channel of the Araguari river. Each one of them shows its own characteristics related to the hydrodynamic processes (tide and/or fluvial currents) which reflect the nature of the sedimentary deposits. There are: upstream tidal channel, developed on the more proximal portion of the estuary, where the fluvial energy is the most important factor; straight segment, established in the upper portion of the estuary, where the energy of the tidal currents is the dominant process; and the meandering and cusped segments which form the mid portion, where the interplay of the energies of tidal and fluvial currents develops.

The sedimentary deposits are represented by point bar, channel bar, tidal flat and flood plain. They are associated with the estuarine system related to the

actual dynamics of the system and constitute the Araguari Unit. These deposits are defined stratigraphically through associations that constitute six sedimentary facies: laminated sandy silt, rhythmic silt/sand, laminated pelite, laminated sand, sandy silt with cross lamination and rhythmic pelite.

The estuary of Araguari river was installed over semiconsolidated sediments which constitute the Pre-Araguari Unit, whose evolutive history is related with the depositional events that occurred before the installation of the actual estuarine system. In this unit two facies associations were reconized, informally named types A and B. The type A association, whose deposition occurred in a tidal flat environment, and the type B association which represents deposits whose origin is related to old fluvial systems. The stratigraphy of these associations is defined by the laminated sandy silt, rhythmic silt/sand and pelite and sand with wavy ripple bedding.

The presence of sediments deposited in coastal environments about 40 km from the actual shoreline, like the sediments of the type A association, suggests that the evolution of the Amapá Coastal Plain and of the estuary of the Araguari river are related to changes in the position of the shoreline, which is controlled by relative sea level oscillations. These oscillations represent little pulses of the holocenic transgressive events, named Holocenic Transgression or Flandrian Transgression. The stage observed now in the infilling of the estuary of the Araguari river is characteristic of young systems, established over sediments with an age of 500 years B.P.

1 - INTRODUÇÃO

Os estudos desenvolvidos nos últimos anos em sistemas deposicionais recentes têm proporcionado grande impulso à pesquisa do Quaternário. Os sistemas estuarinos, em particular, despertam grande interesse por parte dos pesquisadores, pelo fato de estarem comumente associados à costas transgressivas modernas e que, possivelmente, foram igualmente abundantes durante os eventos transgressivos passados.

A conceituação do Princípio do Uniformitarismo estimula o estudo de sistemas deposicionais recentes, por facilitar a comparação e compreensão dos sistemas antigos. A crescente preocupação das sociedades modernas de conhecer a dinâmica do ambiente em que vive, também impulsiona esta linha de pesquisa.

O objetivo principal deste trabalho foi a caracterização do sistema estuarino do rio Araguari, a partir da análise morfológica e litoestratigráfica de seus depósitos sedimentares, além da definição do quadro evolutivo deste sistema em função das possíveis oscilações do nível relativo do mar ocorridas durante o Holoceno.

O estuário do rio Araguari está implantado na Planície Costeira do estado do Amapá, na sua porção litorânea sudeste, com foz estabelecida em pleno oceano Atlântico, logo a 10 km a norte da foz do rio Amazonas (Figura 1.1).

A relevância desta pesquisa deve-se às particularidades geográficas da área onde se estabeleceu o estuário do rio Araguari, isto é, na Zona Equatorial, recebendo forte influência da descarga hídrica e sedimentar do rio Amazonas, e ainda submetida a atuação de processos atmosféricos e oceanográficos singulares, a exemplo do regime de macromarés estabelecido na plataforma adjacente.

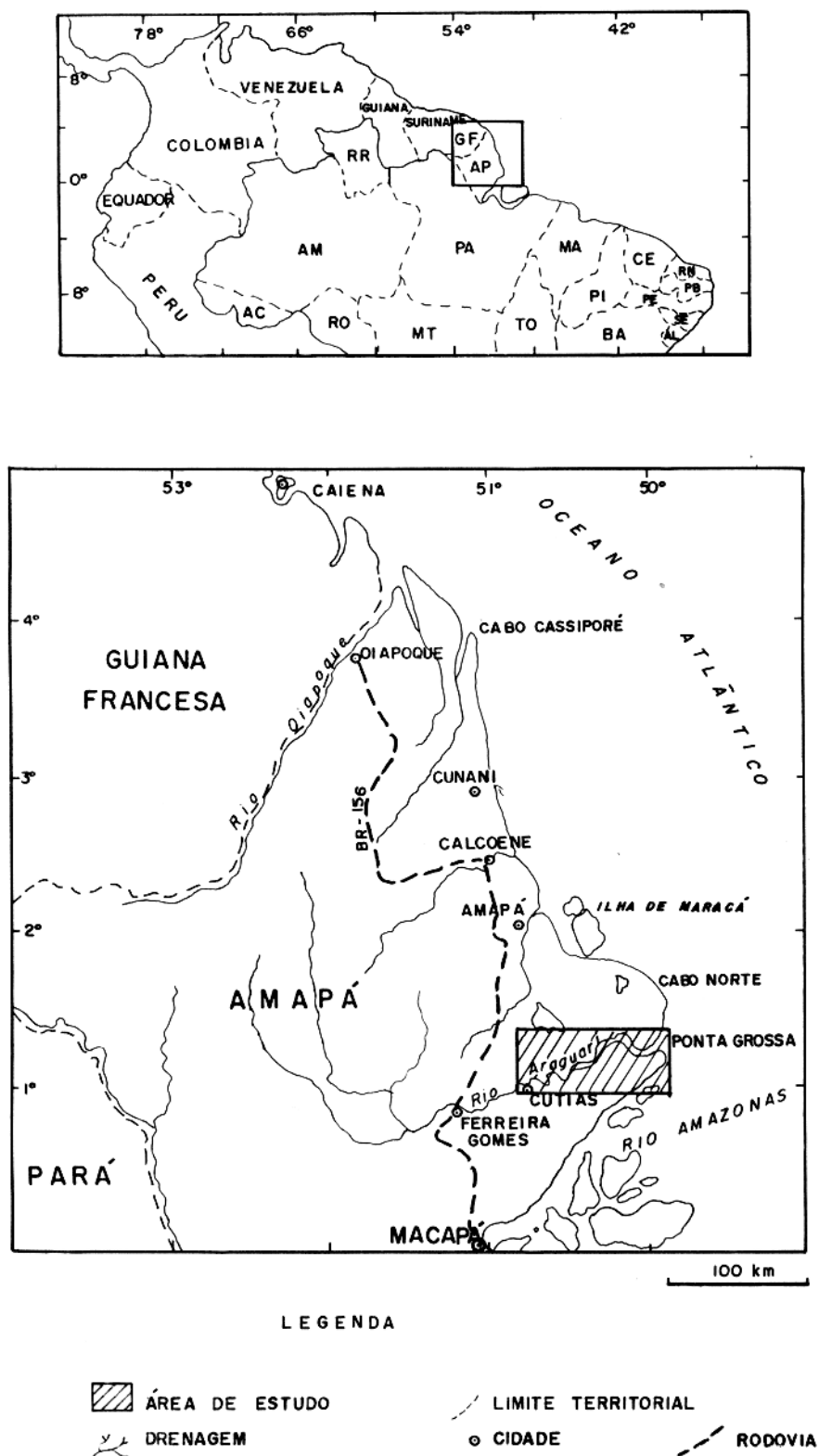


Figura 1.1 - Posicionamento geográfico da área estudada.

2 - METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Para a obtenção dos dados que subsidiaram a execução desta pesquisa, várias atividades foram desenvolvidas, utilizando-se, em alguns casos, metodologias já amplamente difundidas na literatura. As seguintes atividades foram executadas:

a) Interpretação de Produtos de Sensores Remotos - Esta etapa consistiu basicamente na análise de imagens radar, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, executadas pelo Projeto RADAM (1974). Além disso, em menor proporção, foram analisadas fotografias aéreas convencionais, na escala de 1:80.000, cedidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (D.H.N.) da Marinha do Brasil.

A análise destes produtos de sensores remotos, associada à coleta de informações geográficas em cartas planialtimétricas, produzidas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, permitiu a elaboração de uma base cartográfica, na qual foram enfatizados os aspectos geológico/geomorfológicos e geográficos da área de estudo. De posse destas informações, foi possível estabelecer um critério de escolha de locais de testemunhagem nos trabalhos de campo, que foram posteriormente executados;

b) Análise Bibliográfica - A análise bibliográfica consistiu de um levantamento sobre os trabalhos já executados na região da Planície Costeira do estado do Amapá, unidade geomorfológica em que está inserida a área deste estudo, bem como aqueles executados na Margem Continental Norte Brasileira e Plataforma do Amazonas. Também foram realizadas consultas a livros texto e periódicos que versavam sobre aspectos inerentes à linha de pesquisa que engloba esta dissertação;

c) **Trabalhos de Campo e Coleta de Testemunhos** - Foram desenvolvidas duas etapas de campo à região do estuário do rio Araguari, bem como às regiões mais importantes da Planície Costeira do Amapá, sob o ponto de vista geológico. Nestas etapas foi possível a coleta de 17 testemunhos, localizados nas diversas unidades morfosedimentares que compõem o estuário do rio Araguari (Figura 2.1). Os testemunhos foram coletados em tubos de alumínio de 7,5 cm de diâmetro, com até 6 m de profundidade, através do sistema de testemunhagem à vibração Vibracorer (Figuras 2.2 e 2.3).

Vale ressaltar que, devido à dificuldade de navegação no canal estuarino do rio Araguari, em função de suas rigorosas condições oceanográficas, que incluem o conhecido fenômeno da “pororoca”, não foi possível a obtenção de todos os testemunhos desejados na região mais distal do estuário.

c) **Processamento e Descrição de Testemunhos** - Os testemunhos processados utilizando-se os procedimentos propostos por FIGUEIREDO JR. (1990), que implicam, basicamente, na subdivisão do tubo em intervalos de 30 cm de comprimento, e corte de cada intervalo em duas seções longitudinais, destinadas, individualmente, à análise sedimentológica e arquivo.

Para a descrição dos testemunhos ou caracterização macroscópica dos sedimentos, foi utilizado o modelo proposto por BOYLES et al. (1986), que permite o registro de características presentes no sedimento, como cor, tipo composicional, estruturas, granulometria, etc.

d) **Caracterização Faciológica dos Sedimentos** - De posse da descrição macroscópica dos sedimentos nos diversos testemunhos, foi possível a individualização de fácies

sedimentares, e consequente definição da estratigrafia dos diversos depósitos estudados. A individualização e descrição das fácies foi executada segundo a metodologia proposta por MIALL (1977), na qual as letras maiúsculas representam o tipo composicional e as minúsculas, as estruturas ou outra característica distintiva do material. Artíficos como análises granulométricas e radiográficas, também foram utilizados na individualização das fácies.

As análises granulométricas foram executadas segundo os métodos convencionais descritos por SUGUIO (1973), e as análises radiológicas segundo a metodologia proposta por KUEHL et al. (1985).

As características morfooscópicas das partículas arenosas foram definidas através da comparação com as classes de arredondamento, propostas por Shepard apud SUGUIO (1980).

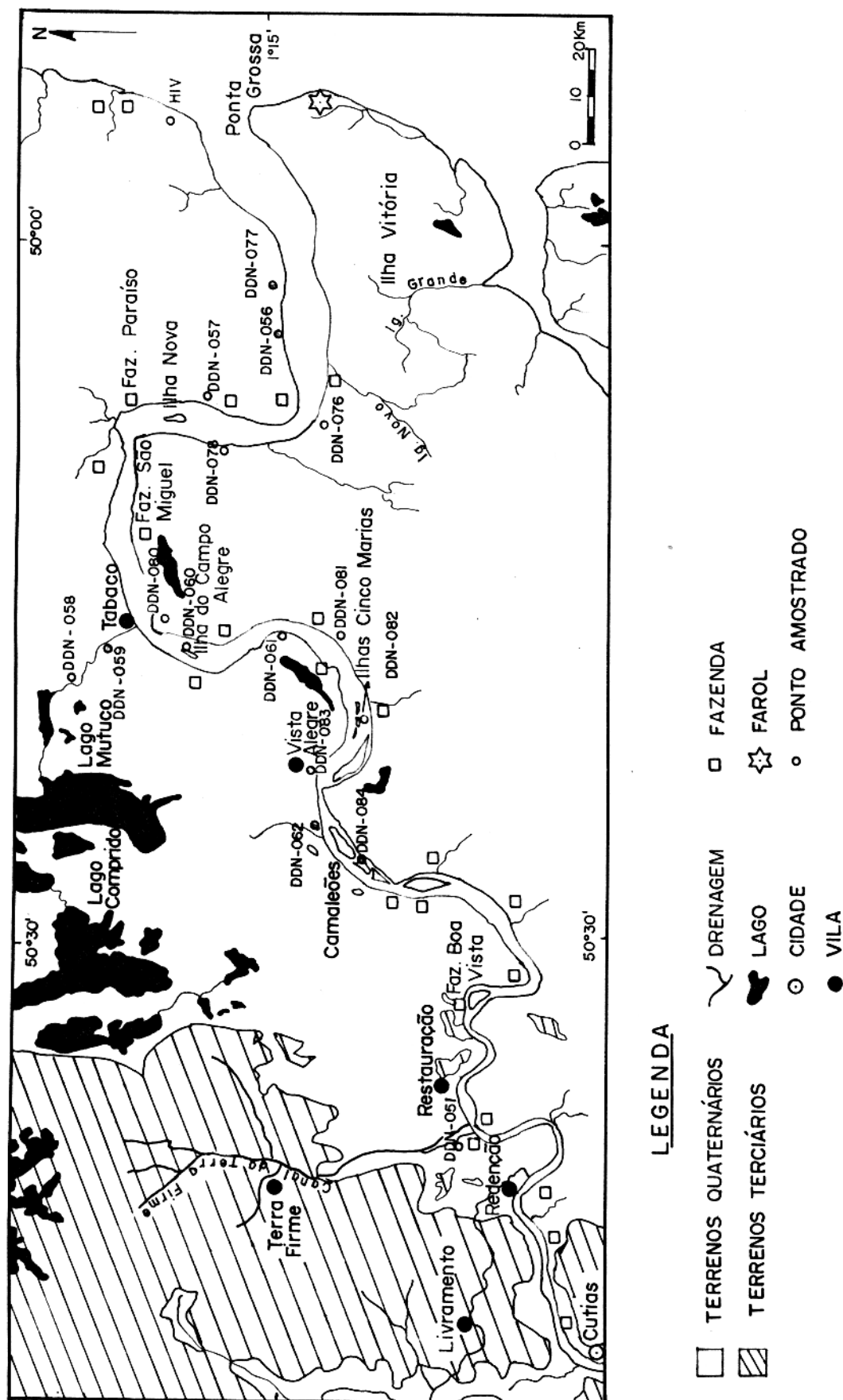


Figura 2.1 - Localização dos pontos de coleta de testemunhos ao longo do estuário do rio Araguari.



Figura 2.2 - Coleta de testemunhos utilizando-se o sistema Vibracore, que consiste de um motor (a), que emite vibrações a um cabeçote de aço (b), acoplado a um tubo de alumínio (c).



Figura 2.3 - Retirada do testemunho utilizando-se um sistema de tripé, constituído por torre, roldana, cabos de aço, catraca e manivela.

3 - ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOGRÁFICOS REGIONAIS

3.1 - GEOMORFOLOGIA

BOAVENTURA & NARITA (1974) definiram cinco unidades morfológicas para o estado do Amapá, denominando de Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque a área de ocorrência de sedimentos quaternários, que se estende ao longo do litoral deste estado. Esta unidade foi posteriormente denominada de Planície Costeira, por LIMA et al. (1991).

Segundo BOAVENTURA & NARITA (1974), a Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque compreende duas regiões geomorfológicas geneticamente distintas, situadas a norte e a sul do rio Flechal. A sul deste rio, dominam feições relacionadas a sistemas fluviais, representando áreas de constante acréscimo de sedimentos e sujeitas a inundações periódicas. Entre Macapá e Ponta Grossa, as feições descritas por BOAVENTURA & NARITA (1974) são representadas por diques marginais e paleocanais, que ocorrem dispostos transversalmente ao rio Araguari, no seu baixo curso (Figura 3.1), ou nas ilhas que compõem o arquipélago do Marajó. Estes autores consideram estas feições de diques marginais como produzidas pela migração do Canal do Norte (Rio Amazonas) para o sul.

A partir de Ponta Grossa até o rio Flechal, incluindo a ilha de Maracá, são comuns feições de colmatagem, refletidas por numerosos paleocanais, meandros abandonados, paleodeltas, bem como por uma extensa área onde ocorrem expressivos lagos, podendo-se citar: Piratuba, Comprido, Mutuco, Duas Bocas (Figuras 3.1 e 3.2). As

feições de paleodelta, bem como alguns destes lagos, foram consideradas, por BOAVENTURA & NARITA (1974), como rastros do rio Araguari, devido sua progressiva migração para o sul.

A norte do rio Flechal as feições mais marcantes são extensas planícies de restingas que, segundo os autores supracitados, caracterizam o predomínio da influência marinha, a exemplo dos cabos Orange e Cassiporé (Figura 3.3). MENDES (1994) desaconselha o uso do termo “restinga” para os cabos Orange e Cassiporé, substituindo-o por “planícies lamosas” (*mudflats*).

MENDES (1974) faz referência às feições descritas acima por BOAVENTURA & NARITA (1974), incluindo ainda feições de cordões arenosos alinhados sucessivamente, que constituem suaves ressaltos topográficos na superfície francamente horizontalizada da planície (Figura 3.3), localizados na sua porção setentrional, logo abaixo do Cabo Cassiporé. Estas mesmas feições são interpretadas por SILVEIRA (em preparação) como cordões de *cheniers*.

3.2 - GEOLOGIA

Os depósitos quaternários do estado do Amapá ocorrem ao longo de uma ampla faixa que se estende desde a cidade de Macapá até a foz do rio Oiapoque, incluindo as ilhas do arquipélago do Marajó e o delta do rio Amazonas, elaborando a unidade morfológica denominada por LIMA et al. (1991) de Planície Costeira (Figura 3.4).

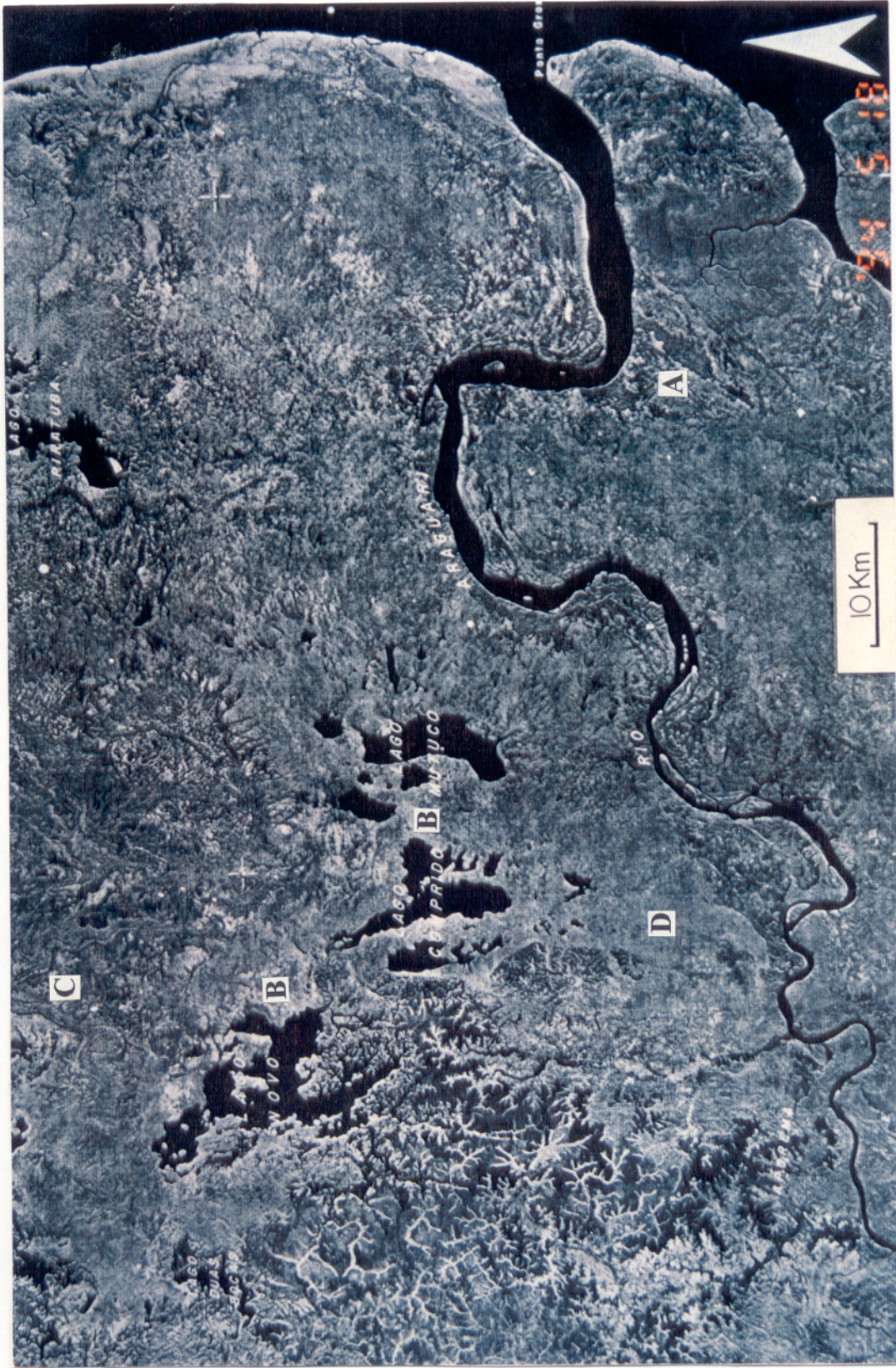


Figura 3.1 - Aspecto da Planície Costeira do Amapá na região do estuário do rio Araguari, observado em imagem de radar (folha NA-22-Z-A), na escala 1.250.000. Feições morfológicas citadas no texto: (A) diques marginais e paleocanais do baixo curso do rio Araguari; (B) lagos; (C) paleocanais e (D) paleolinhãs de acreção.



Figura 3.2 - Feição de paleodelta observada na região do Cabo Norte (↓), a altura da ilha de Maracá. Detalhe de fotografia aérea em escala original de 1:80.000.



Figura 3.3 - Feições morfológicas que caracterizam a porção norte da Planície Costeira do Amapá, observadas em imagem de radar (folha NA.22-V-B), na escala 1:250.000: (A) planície lamosa do Cabo Cassiporé e (B) cordões de *cheniers*.

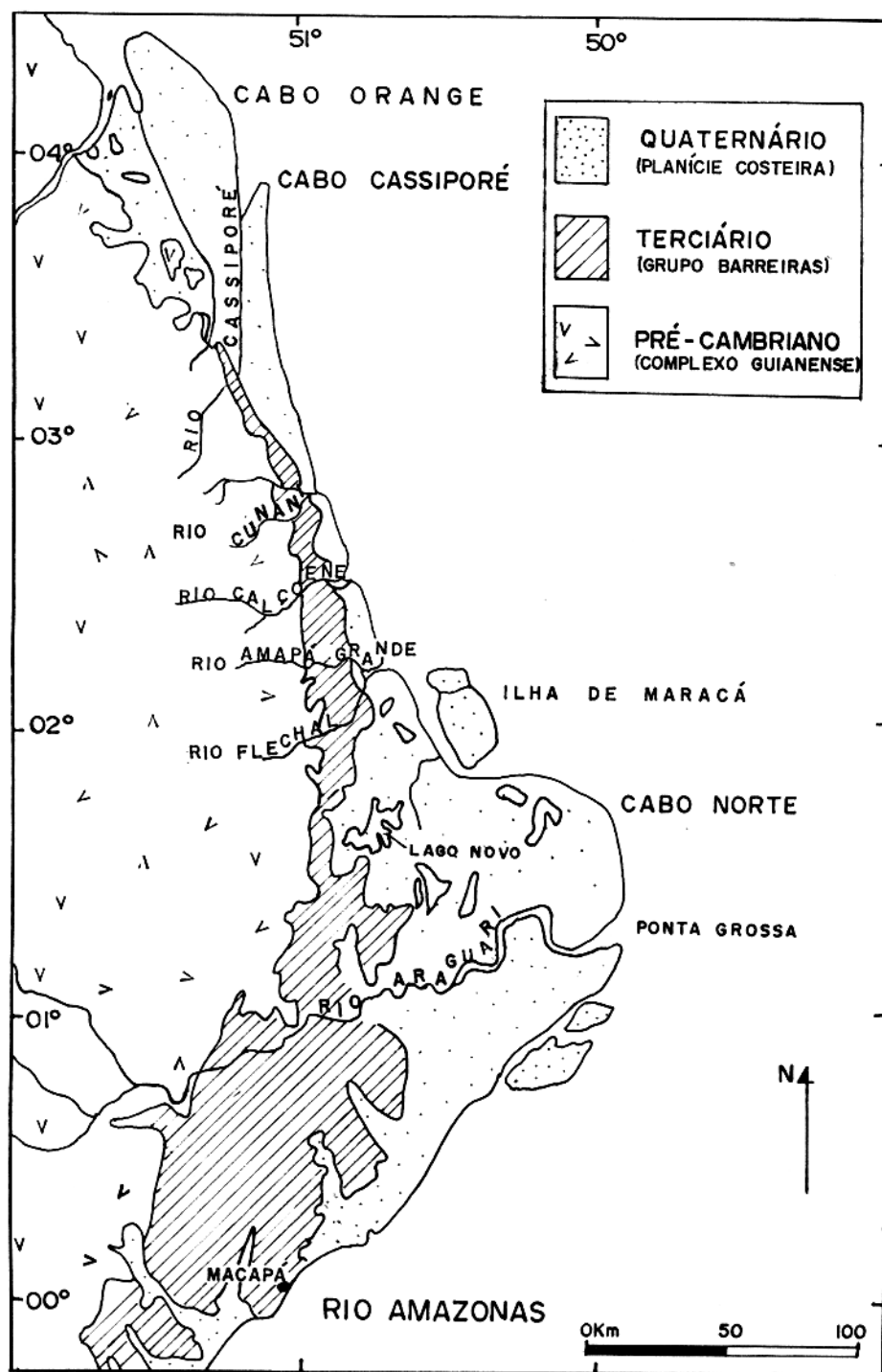


Figura 3.4 - Contexto geológico regional da porção leste do estado do Amapá. Baseado em ALLISON (1993).

De Macapá até a região do Cabo Norte esta faixa apresenta direção NE-SW, demarcando do lado ocidental um contato bastante nítido em imagens de radar, com sedimentos terciários do Grupo Barreiras, o qual é geralmente marcado por drenagens de direção N-S ou lagos residuais. Nas proximidades do Lago Novo o contato é do tipo gradativo, ocorrendo interpenetrações em superfície de sedimentos quaternários e terciários. Na região do rio Araguari, esta planície atinge sua largura máxima, adelgaçando-se para sul e norte (Figura 3.4).

A partir do Cabo Norte até o Cabo Orange, a planície também se estreita e adquire direção NNW-SSE, apresentando forma retilínea, fazendo contato ora com terrenos terciários, ora com pré-cambrianos, do Grupo Barreiras e do Complexo Guianense, respectivamente (Figura 3.4). O contato com as rochas cristalinas do Complexo Guianense é marcado por uma série de cachoeiras que se desenvolvem em quase todos os rios que deságuam no oceano. Nesta porção a planície apresenta-se estreita, com cerca de 10 km nas proximidades da cidade de Amapá, de 40 km na foz do rio Oiapoque, e com espessuras mais reduzidas, de modo que é comum a exposição de porções do embasamento cristalino no meio de sedimentos quaternários (Figura 3.4).

LIMA et al. (1974) foram os primeiros a fazer referência aos sedimentos quaternários que elaboram a Planície Costeira do estado do Amapá, denominando-os genericamente de “aluviões”, destacando, fundamentalmente, seus aspectos morfológicos.

No litoral amapaense, na região entre a desembocadura do rio Araguari e os cabos Orange e Cassiporé, foram definidas, por NITTROUER et al. (1991a), três

unidades fisiográficas, distintas em relação aos seus aspectos morfológicos e estratigráficos (Figura 3.5):

a) Zona de Erosão - O mais importante aspecto do litoral amapaense é a forte erosão, caracterizada em 280 km da linha de costa, desde as proximidades da desembocadura do rio Araguari até aproximadamente 10 km a sul do Cabo Cassiporé, o que corresponde a cerca de 75% da faixa costeira. Nesta área estão expostas em terraços escalonados, sequências reliquias mais antigas, predominantemente argilosas, laminadas, intercaladas com níveis de silte, areia fina, laminações orgânicas e camadas de turfa, com gênese relacionada a ambientes costeiros, paludais parálisos e límnicos e/ou lacustrinos, variando para estuarinos com a maior proximidade da linha de costa (MENDES, 1994). Estas sequências, segundo ALLISON et al. (no prelo a), representam registros de uma fase anterior de progradação da linha de costa, depositada no intervalo de 500 a 1.300 anos A.P., cujo suprimento de sedimentos era originado do rio Amazonas. MENDES & FARIA JR. (1993) correlacionaram esta fase de deposição à Fase Comowine, descrita nas sequências argilosas da costa do Suriname, por Brinkman & Pons apud RINE (1980).

A correlação estratigráfica entre as camadas das sequências expostas na porção continental e aquelas observadas na ilha de Maracá, além da continuidade das feições morfológicas, levaram FARIA JR. et al. (1990 a e b) a considerarem esta ilha como uma parte integrante do continente, no período entre 1.000 e 2.000 anos A.P., e que atualmente está isolada deste pelo canal de Carapaporis devido à forte erosão, que nesta região, segundo ALLISON et al. (1993), atinge taxas de até 10 metros/ano.

b) Zona de Acumulação Efêmera - Estão representadas por corpos de areia que se desenvolvem na desembocadura dos principais rios que drenam a região, estendendo-se em direção ao oceano. Estes depósitos foram originados pela adição de sedimentos carreados pelos rios, e assentaram-se, discordantemente, sobre sedimentos argilosos mais antigos, atenuando o gradiente da linha de costa, quando comparado às zonas erosivas adjacentes. São compostos por sedimentos predominantemente arenosos, maciços ou com intervalos sucessivos de estratificação cruzada e interlaminações que relacionam areia e argila. Na superfície destes depósitos aparecem dunas e megaripples que são cortadas por canais de maré (ALLISON, 1993).

c) Zona de Acumulação Contínua - Consiste de unidades com acumulação de sedimentos modernos finos, que inicia a 10 km a sul do Cabo Cassiporé e se estende para norte, em direção à Guiana Francesa. São áreas de gradiente extremamente baixo, atingindo até a isóbata de -5 m, produzindo uma zona de intermaré de 2 a 5 km de largura (MENDES, 1994). Apresenta formas peninsulares, colonizadas por mangues nas porções de supramaré, compostas por uma sucessão de cristas lamosas com morfologia clinoforme, que se estendem mar adentro por 5 a 8 km, a partir da franja do mangue (ALLISON et al., 1990) (Figura 3.3). Estratigraficamente, compõem-se por uma sequência basal argilosa maciça ou laminada, sotoposta por outra de argila fluida, com aproximadamente 1 m de espessura. Estes depósitos apresentam uma taxa de acumulação calculada em aproximadamente 2 cm/ano, o que lhe atribui uma idade mínima de 600 a 1.200 anos A.P.(ALLISON, 1993).

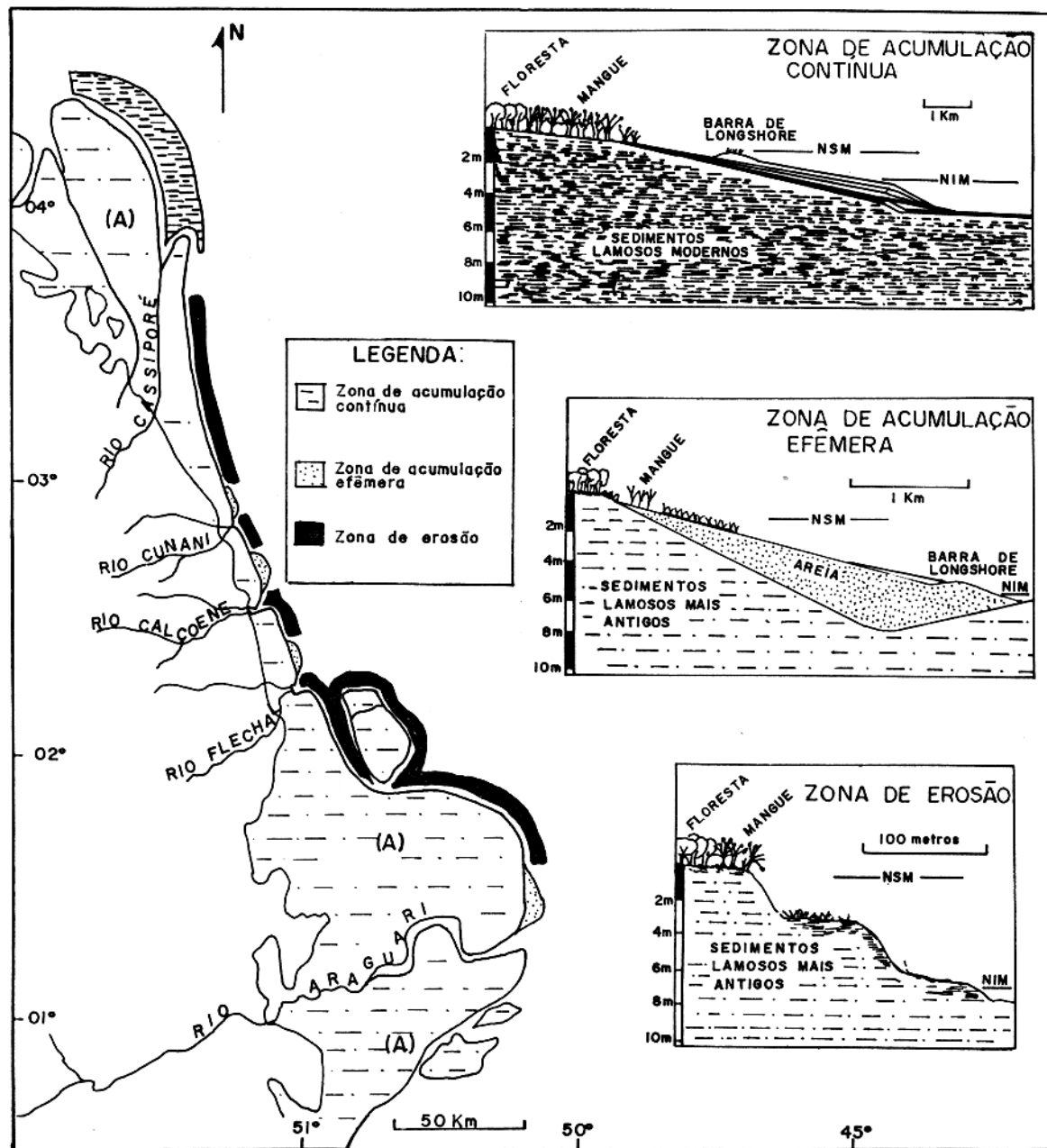


Figura 3.5 - Disposição das feições fisiográficas definidas na linha de costa do estado do Amapá, por NITTROUER et al. (1991a).

3.3 - ARCABOUÇO ESTRUTURAL

Na porção norte da plataforma continental brasileira são reconhecidos dois setores distintos, marcados por diferentes configurações da linha de costa. O setor norte, que vai do Cabo Orange, no Amapá, a Acaraí no estado do Ceará, descreve uma ampla reentrância altamente recortada, o que contrasta com o setor nordeste, que vai de Acaraí até o Cabo Calcanhar, no Rio Grande do Norte, que é apenas levemente reentrante e não recortada (PALMA, 1979).

A reentrância do setor norte corresponde à depressão estrutural e topográfica das bacias marginais mesozóicas do Marajó, Bragança/Viseu, São Luis e Barreirinhas, e da parte norte da bacia paleozóica do Parnaíba. Esta depressão estrutural é limitada por exposições do embasamento cristalino: os escudos pré-cambrianos das Guianas, a noroeste, o Caririano a sudeste, e o Araguaia/Tocantins a sudoeste. A porção mais reentrante do litoral, o Golfão Amazônico, corresponde aos depocentros da Bacia do Marajó, composta pelos grabens Limoeiro e Mexiana, e do Baixo Amazonas (Figura 3.6).

GORINI (1979) admite que as direções da linha de costa coincidem com a orientação dos lineamentos estruturais notáveis na plataforma e da região costeira adjacente. Segundo este autor, a reentrância do Golfão Amazônico é controlada por um complexo de blocos falhados, com movimentação normal, que articulam os grabens Limoeiro e Mexiana, que constituem a Bacia do Marajó.

Na plataforma do Amapá a linha de costa tem direção NNW-SSE, paralela aos alinhamentos estruturais da plataforma continental adjacente, separada dos grabens supracitados por falhas normais (Figura 3.6).

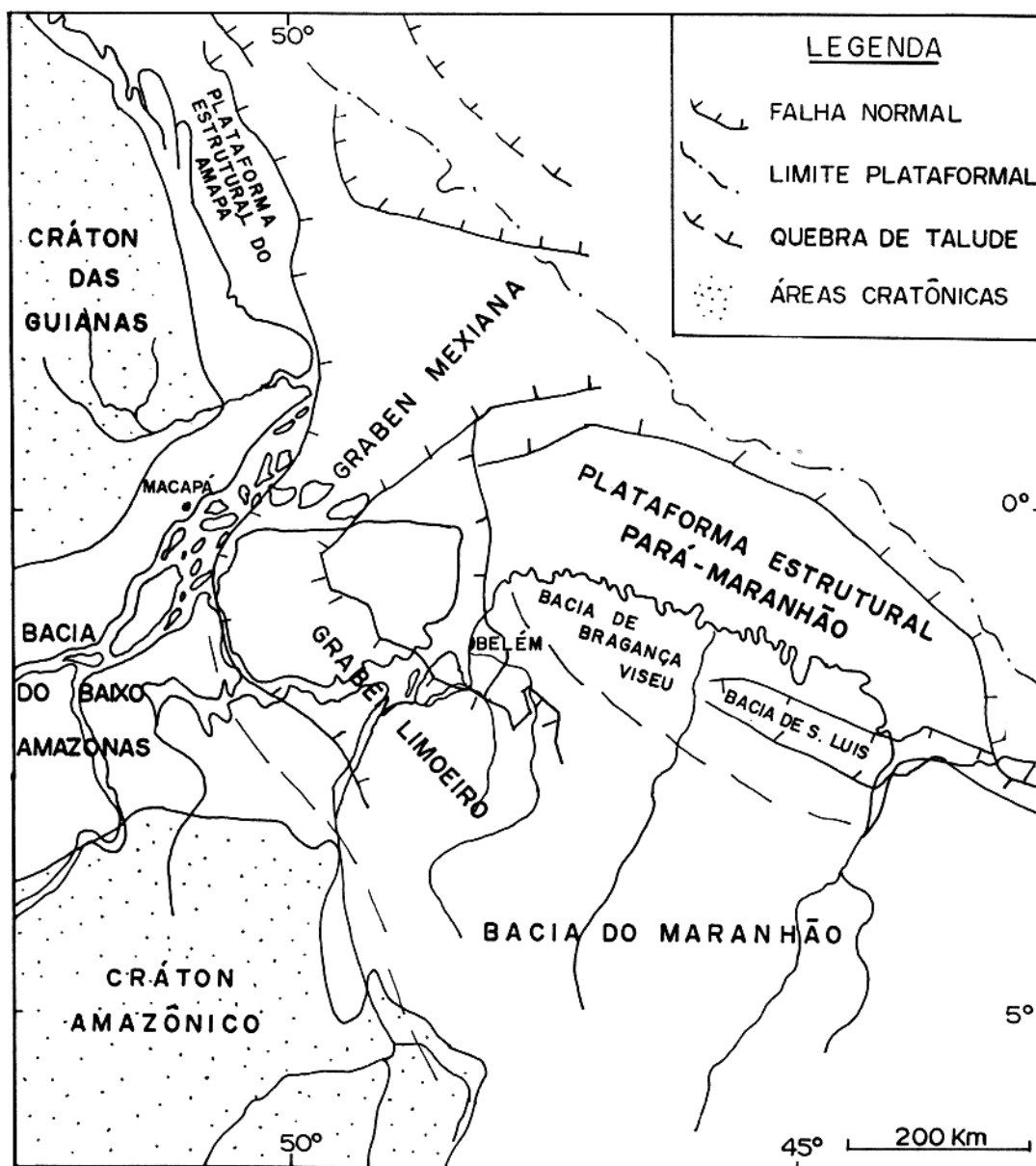


Figura 3.6 - Contexto tectônico da região do Golfo Amazônico, na Plataforma Norte Brasileira. Fonte: PALMA (1979).

Diversos autores atribuem a formação deste arcabouço estrutural à tectônica extensional relacionada à abertura do Oceano Atlântico Equatorial, durante o Mesozóico (Jurássico/Triássico).

COSTA et al. (1991) admitem a atuação de um regime extensional mesozóico para a região norte, cujo desenvolvimento segue a atuação de dois eixos litosféricos, vinculados, em termos globais, ao deslocamento da América do Sul para nordeste e da África para noroeste, durante a fase de segmentação do Gondwana e instalação do Atlântico Equatorial. Estes eixos extensionais teriam atuado em diferentes direções, impondo dois domínios tectônicos distintos (ocidental e oriental), tanto cinemática como geometricamente (Figura 3.7).

O estado do Amapá está inserido no domínio oriental, que se desenvolveu sob a atuação do eixo ENE-WSW, que condicionou a implantação de falhas normais NNW-SSE, seccionadas por falhas transcorrentes ENE-WSW. As falhas normais formariam a charneira do *rift* do Marajó, e as transcorrências seriam responsáveis por sua fragmentação em sub-bacias. Estes autores admitem que esta estruturação tem forte condicionamento das estruturas antigas do Pré-Cambriano.

Estudos estruturais voltados para a caracterização dos efeitos da tectônica cenozóica no estado do Amapá, mais especificamente na planície quaternária, são ainda precários, e embora já se tenha o registro de alguns traços estruturais principais, faltam estudos sistemáticos a esse respeito.

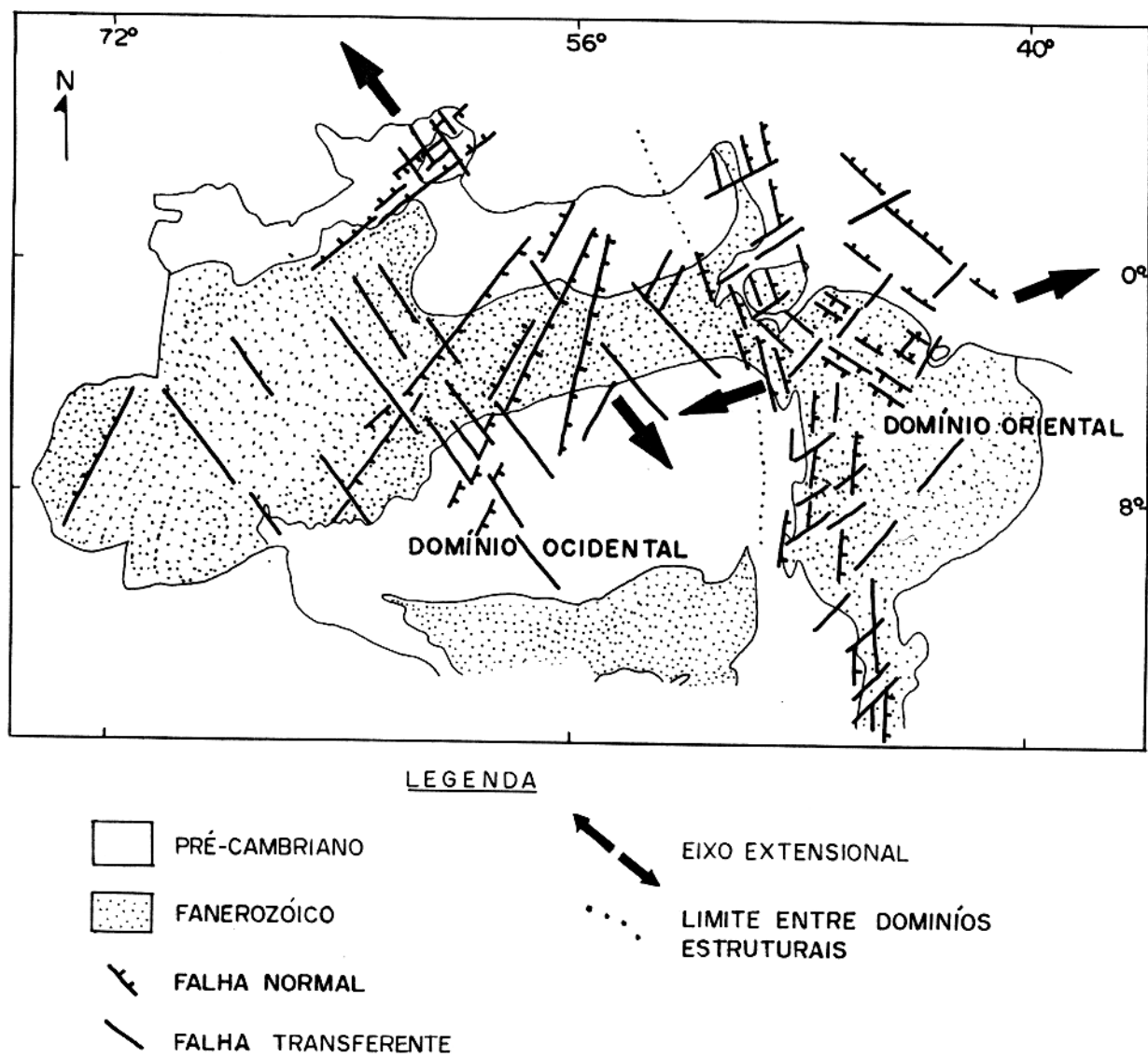


Figura 3.7 - Compartimentação estrutural da região amazônica durante o Mesozóico, segundo COSTA et al. (1991).

MENDES (1994) definiu dois domínios de drenagem em função do padrão na orientação dos canais, denominados de Domínio I e Domínio II. O Domínio I engloba o conjunto de drenagens com orientação ENE-WSW, que são coincidentes com os lineamentos estruturais Jari-Falsino e Oiapoque. Os rios Cassiporé e Uaçá, de direção NNW-SSE, segundo este autor, seriam controlados pelos lineamentos Cassiporé e Tumucumaque, definindo o Domínio II (Figura 3.8).

Os domínios referidos por MENDES (1994) são coincidentes com os dois sistemas de falhas normais NNW-SSE e transferentes ENE-WSW, estudadas por COSTA et al. (1991), sugerindo que as feições impressas no Mesozóico têm forte condicionamento na tectônica atual desta área.

MENDES (1994) admite ainda que a Planície Costeira desenvolve domínios geomorfológicos distintos, devido a estruturação de blocos tectônicos topograficamente desnivelados. As áreas de deposição, denominadas anteriormente de Zona de Acumulação Efêmera e Zona de Acumulação Contínua, seriam favorecidas por movimentação subsidente, enquanto as erosivas (Zona de Erosão) dominadas por processos emergentes.

DIAS et al. (1990) admitem que a extensiva erosão que atua na região costeira do Amapá, poderia ser controlada por fatores hidrodinâmicos ou por provável subsidência estrutural próxima ao Lago Novo.

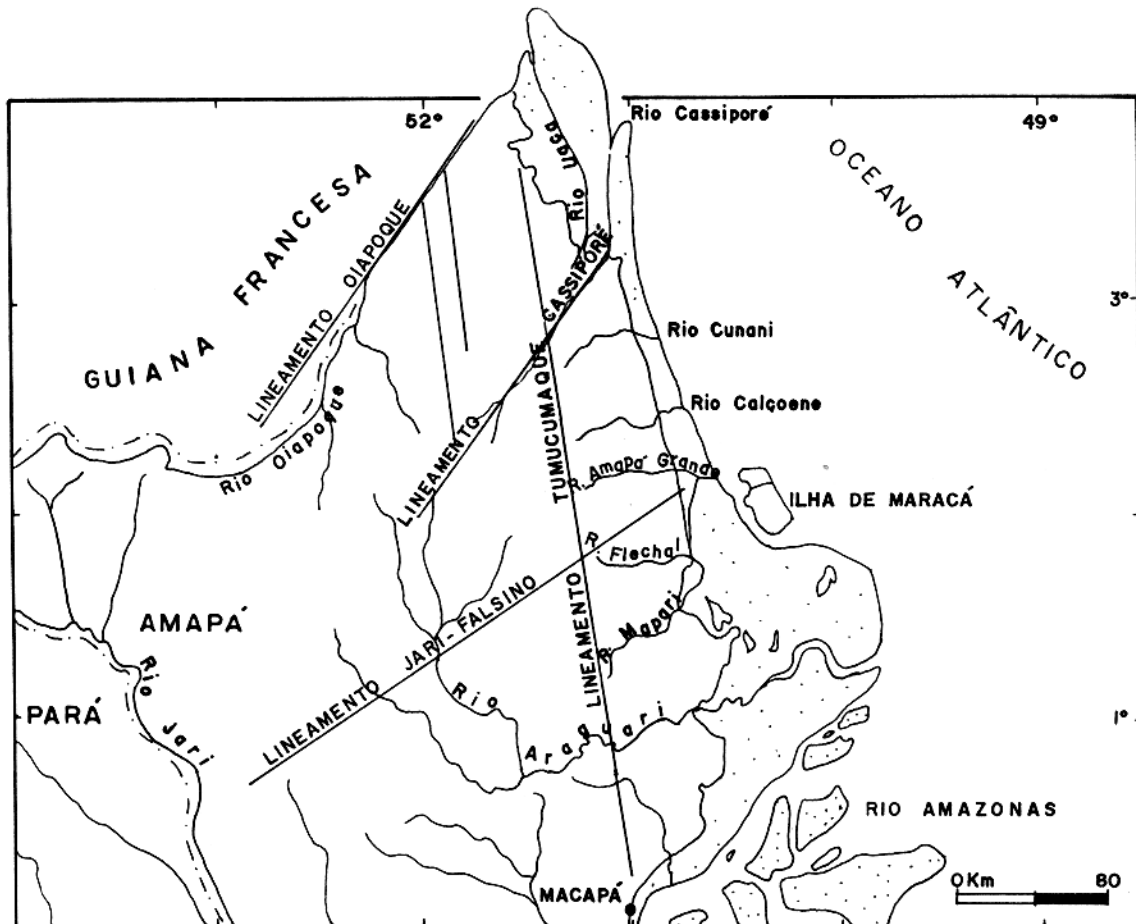


Figura 3.8 - Definição das drenagens principais no estado do Amapá, com duas direções preferenciais (ENE-WSW e NNW-SSE), coincidentes com os lineamentos regionais, segundo MENDES (1994).

3.4 - CLIMA

BEZERRA et al. (1990) caracterizaram o clima megatérmico no estado do Amapá, que é definido por elevados índices térmicos durante o ano todo, sendo a média anual entre 26 e 28 ° C, com decréscimo de norte para sul. O período mais quente situa-se entre setembro e outubro, quando atinge temperaturas de 30 a 33 ° C. Os índices de precipitação são geralmente elevados, oscilando entre 1.500 mm e 3.500 mm, com chuvas durante o ano todo, sendo que no litoral, nos meses de dezembro a maio, chove mais que 70% do total anual do resto do estado. A estação seca está bem definida, entre os meses de setembro e novembro, porém com déficits hídricos pequenos ou mesmo desprezíveis.

3.5 - VEGETAÇÃO

LEITE et al. (1974) definiram na cobertura vegetal da Planície Costeira do Amapá, duas regiões fitoecológicas, denominadas de Região das Formações Pioneiras e Região Ecológica de Floresta Densa. Dentro da primeira foram identificadas as sub-regiões dos Campos da Planície do Amapá e do Litoral, e na Região Ecológica de Floresta Densa foi destacada a Sub-Região Aluvial do Amapá.

3.5.1. - Sub-Região dos Campos da Planície do Amapá

Ocorre na região costeira do Amapá e nas ilhas do arquipélago do Marajó, que correspondem a áreas de influência aluvial, onde não há atuação da salinidade do mar. Esta sub-região ocorre em áreas deprimidas que sofrem efeitos de inundações periódicas, derivadas tanto dos elevados índices pluviométricos locais, quanto do

represamento ocasionado pelas altas marés, que barram o escoamento das águas nas desembocaduras dos rios.

A cobertura vegetal, com abundância de gramíneas, ciperáceas e melastomáceas, apresenta variações locais segundo o maior ou menor grau de inundação. Nas regiões mais baixas e mais alagadas a vegetação tem maior porte e é composta principalmente por aninga (*Montrichardia arborescens* Schott), tiriricão (*Scleria* sp.), buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.), piri (*Cyperus giganteus* Vahl.). Nos lagos ocorrem os mururés (*Eichornia* sp., *Pistia* sp., *Cadomba* sp.). Na terra firme dominam as melastomáceas. Nas partes mais altas dos campos inundáveis tem-se o predomínio de gramíneas, destacando-se as canaranas (*Echinoa* sp., *Panicum* spp.), o capim rabo-de-rato (*Himenachne* sp.), o capim serra-perna (*Laercia* sp.) e o capim-arroz (*Oryza perennis* Moench.).

3.5.2 - Sub-Região do Litoral (Manguezal)

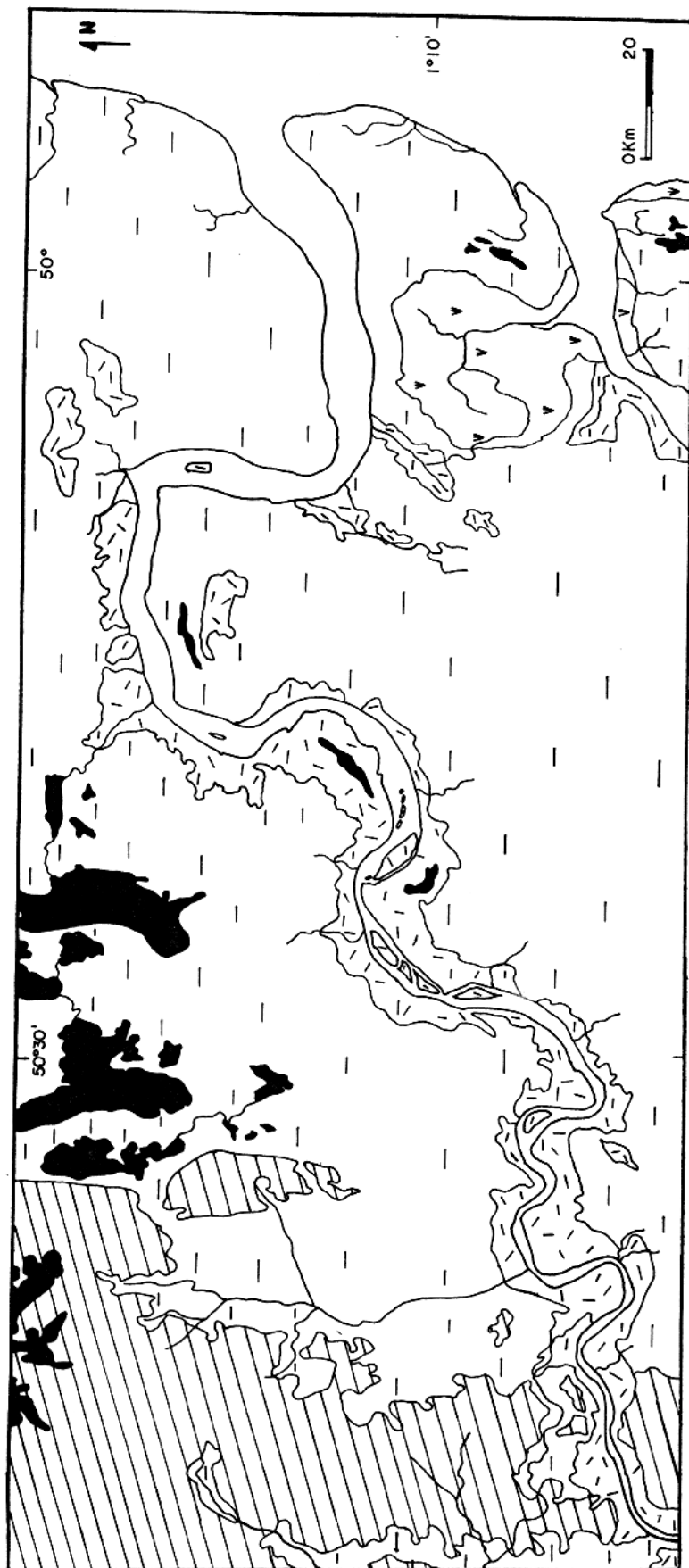
Ocorre em grande parte da faixa litorânea, que se estende da foz do rio Oiapoque até o estuário do rio Amazonas, adentrando o continente ao longo de algumas drenagens que deságuam no oceano. Constituída predominantemente por siriúbas (*Avicenia nitida* Jacq.), mangue-vermelho (*Rhizophora mangle* L.) e mangue-amarelo ou mangue-branco (*Lagunculária* sp.). A salinidade do mar funciona como fator seletivo da vegetação nesta subunidade. As espécies de mangue são encontradas em contato direto com as águas de maré enchente, enquanto as siriúbas ficam na retaguarda, em terrenos salinos e menos visitados pelas águas das marés, portanto em áreas menos salinas e, por

vezes, inundadas por águas doces no inverno. A grande influência das águas do rio Amazonas na costa amapaense condiciona a dominância da siriúba pela redução dos índices de salinidade (LEITE et al., 1974).

3.5.3 - Sub-Região Aluvial do Amapá

Está geralmente associada às áreas aluviais dos principais rios da região, a exemplo do rio Araguari. São definidas por espécimes florestais adaptadas aos diversos *habitats*, consequentes, fundamentalmente, dos níveis das águas e da amplitude do período de inundação. Nos locais bem drenados ocorrem comunidades florestais de terra firme, e nos inundados periodicamente, as florestas de igapó. São florestas de estrutura complexa, normalmente ricas em palmeiras como açaí (*Euterpe* spp.), além de samaúmas (*Ceiba pentandra* Gaerthn), ucuúbas (*Virola* spp.), andirobas (*Carapa guianensis* Aubl.), tachis (*Tachygalia* sp.), taquaras (*Guadua* sp.) e outras.

A Figura 3.9 mostra a distribuição das sub-regiões fitoecológicas que ocorrem ao longo do estuário do rio Araguari e adjacências. Pode-se observar que a maior parte das margens do rio é bordejada por florestas da Sub-Região Aluvial do Amapá, que forma uma franja separando o rio das áreas de ocorrência da Sub-Região dos Campos do Amapá. Os sedimentos terciários são recobertos pela Região Ecológica do Cerrado, Sub-Região dos Tabuleiros do Amapá. Deve-se ressaltar a ausência de manguezais na região do rio Araguari.



LEGENDA

UNIDADES FITOECOLÓGICAS

REGIÃO DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS	REGIÃO ECOLÓGICA DA FLORESTA DENSE	REGIÃO ECOLÓGICA DO CERRADO
		
Sub-Região dos Campos do Amapá	Sub-Região Aluvial do Amapá	Sub-Região dos Tabuleiros do Amapá
		
Sub-Região do Litoral		

Figura 3.9 - Distribuição das fisionomias vegetais na região do estuário do rio Araguari e adjacências.

3.6 - REGIME OCEANOGRÁFICO

A zona costeira do estado do Amapá faz parte de uma faixa litorânea de 1.600 km de extensão, que inclui ainda a Guiana Francesa, o Suriname, a Guiana e o leste da Venezuela, a qual recebe grande influência da descarga hídrica e sedimentar do rio Amazonas.

A enorme descarga de água doce (80.000 a $25.000 \text{ m}^3/\text{s}$) e sedimentar ($1,1 - 1,3 \cdot 10^9 \text{ ton/a}$) do rio Amazonas sofre a atuação de processos físicos que operam em sua foz, produzindo um grande *stress* cisalhante, que mantém uma massa de água de baixa salinidade e alta turbidez, com altas concentrações de sedimentos em suspensão na superfície (mais de 10 mg/l) e no fundo (mais de 100 mg/l), formando a “pluma” do Amazonas, que supre de sedimentos finamente granulados a faixa citada (NITTROUER et al. 1991b).

Diversos processos atuando conjuntamente no litoral direcionam a “pluma” do Amazonas para noroeste, ao longo da plataforma externa do Amapá, até a isóbata de 30 m, em uma linha paralela à costa de 500 a 700 km de largura (Milliman et al. apud NITTOUER et al. 1991b, ALLISON et al. no prelo a). Tais fatores incluem a descarga do rio Amazonas, os ventos alíseos, a Corrente Norte Brasileira (CNB) e as variações de maré, que juntos produzem na costa do Amapá condições fortemente energéticas (Figura 3.10).

Os ventos alíseos cruzam a plataforma em direção oeste, com velocidades de 5 a 10 m/s , produzindo um *stress* na superfície de até 1 dyn/cm^2 , o que mantém a superfície de gravidade das ondas (altura < que 1-2 m), e que por sua vez produzem as

correntes de deriva litorânea para noroeste. Eles sopram continuamente na plataforma durante todo o ano, atingindo um máximo de dezembro a março (Picaut apud GEYER et al. 1991, ALLINSON et al. no prelo a).

A Corrente Norte Brasileira flui em direção noroeste, varrendo a plataforma externa, com velocidades maiores que 1 m/s, podendo sofrer inflexão para leste durante alguns meses do ano (Flagg et al. apud NITTROUER et al. 1991b).

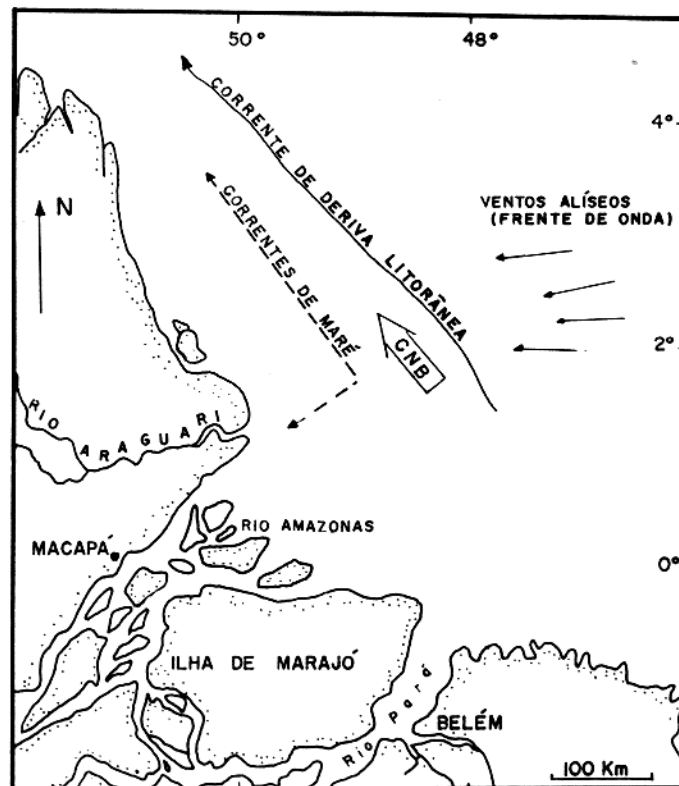


Figura 3.10 - Regime oceanográfico que atua ao longo da região costeira do estado do Amapá.

Segundo GEYER et al. (1991), as correntes de maré na plataforma do Amazonas são dominadas por duas componentes principais: um fluxo de maré

semidiurna, que cruza a plataforma, e um fluxo submaré, direcionado para NW ao longo desta.

As correntes de maré semidiurnas têm uma pronunciada variação, com amplitude média de 5,2 m, podendo atingir 8 m nas marés de sizígia. Na região do Cabo Norte - Ilha de Maracá, atinge até 11 a 12 m, e 2 a 3 m no Cabo Cassiporé (NOVELLI & MOLLERO, 1988). Estas variações produzem fortes correntes de maré com componentes normais à plataforma, que atingem até 2 m/s nas marés de sizígia, e 0.7 m/s nas de quadratura. Nas regiões de maior amplitude uma larga fração de energia incidente de maré é dissipada dentro da desembocadura dos rios, criando condições altamente energéticas, com correntes atingindo mais de 100 m/s, provocando o fenômeno da “pororoca”, a exemplo do que ocorre nos rios Araguari e Flechal (GEYER et al. 1991). A pororoca consiste na entrada das águas oceânicas rio acima, a partir de uma frente de onda que se forma durante a mudança da maré baixa para alta.

A amplitude das marés semidiurnas que ocorrem na costa do Amapá, estão enquadradas no sistema de macromarés na porção sudeste, e meso a micromarés na porção dos cabos Cassiporé e Orange, segundo a classificação de DAVIS (1983).

As correntes de submaré, por outro lado atingem, atingem próximo à superfície, velocidades em torno de 1,5 m/s e no fundo 0,2 m/s (GEYER et al. 1991).

Segundo KINEKE et al. (1991), as correntes de maré são o principal fator que atua no fundo da plataforma, controlando a resuspensão de sedimentos, que formam a “pluma” do Amazonas.

ALLINSON et al. (no prelo a) admitem que o decréscimo sul-norte na amplitude de maré semidiurna, e daí das correntes de maré, é responsável por uma mudança nos processos que atuam ao longo da costa, que passam de erosivos no sudeste, para deposicionais no norte. A área de mais rápida erosão corresponde à área de máxima dissipação de maré. As pororocas, formadas nos rios do sudeste do Amapá, são evidências de que correntes de maré produzem condições energéticas que tornam esta porção eminentemente erosiva. A redução de amplitude a norte, produz correntes mais fracas e de menor dissipação, coincidindo com o desenvolvimento das planícies lamosas dos cabos Orange e Cassiporé e progradação da linha de costa nestes setores.

FARIA JR. et al. (1993) consideram que a erosão da costa é também provocada pela elevação do nível do mar atual.

4 - O SISTEMA DEPOSICIONAL ESTUARINO

4.1 - DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Os sistemas estuarinos têm recebido inúmeras definições, baseadas em uma série de características específicas, tais como, salinidade, processos físicos marinhos atuantes (ondas e/ou marés) e outros. Em vista disto, numerosas classificações têm sido propostas por diversos autores, utilizando parâmetros como o modo de formação da bacia, o padrão de circulação estuarina, ou o mecanismo físico deposicional dominante.

A definição até então mais difundida na literatura é a de Pritchard apud SCHUBEL & PRITCHARD (1971): “estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, que tem livre conexão com o oceano aberto e no qual a água salina do mar é diluída com a água doce derivada da drenagem continental”.

Esta definição propiciou a classificação de Pritchard apud SCHUBEL (1971) e Dyer apud DAVIS (1983) para estuários, de acordo com o modo de formação da bacia (Figura 4.1):

- Sistemas Drenados de Vale - Ocupam costas cuja morfologia foi delineada por erosão fluvial, onde os rios desenvolvem um padrão dendrítico ou entrelaçado. Estas áreas também são conhecidas como costas de rias;
- Fjords - Compreende feições que preenchem depressões causadas pelo movimento de geleiras continentais, que se movem em vales pré-existentes;
- Estuários com Ilha Barreira - Ocorrem associados à costas onde se tem o desenvolvimento de ilhas barreira e ;
- Estuários Produzidos por Processos Tectônicos.

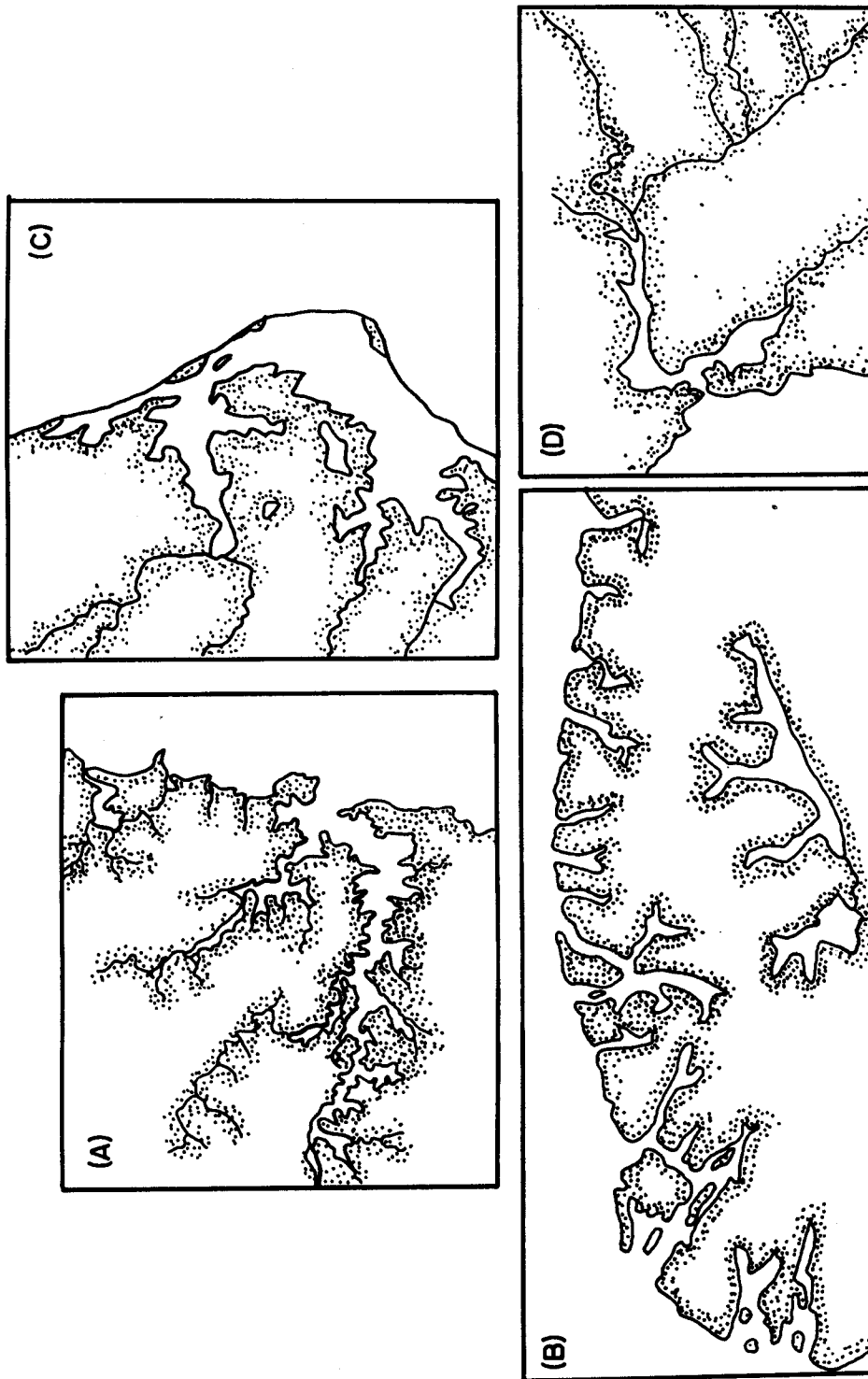


Figura 4.1 - Classificação de estuários de acordo com o modo de formação da bacia, segundo Pritchard apud SCHUBEL (1971) e Dyer apud DAVIS (1983): (A) sistema drenado de vales; (B) fjord; (C) estuário com ilha barreira e (D) estuário produzido por processos tectônicos.

Outra classificação proposta foi a de PRITCHARD & CARTER (1971), que baseou-se na intensidade da mistura entre as massas de águas doce e salina, que produz um gradiente de densidade no estuário, condicionando um padrão típico de circulação estuarina (Figura 4.2):

- Estuários do Tipo A - São estuários dominados por correntes fluviais, que ocorrem em costas com regime de micromaré. O sistema é definido por uma cunha d'água salina do oceano que se move em direção ao continente, e sobre a qual o fluxo de água doce forma uma pluma boiante. A diferença de densidade entre elas, produz uma estratificação bem definida entre as duas massas de água, havendo mistura apenas na interface, pelo processo de advecção vertical;

- Estuários do Tipo B - Ocorrem em costas de mesomaré, com mistura parcial entre os dois corpos de água, devido os efeitos de turbulência da maré, que destroem a interface da cunha salina e produzem um gradiente de salinidade. Este gradiente faz-se do leito do rio para a superfície da água, por mecanismos de advecção e difusão;

- Estuários do Tipo C - Dominam em costas de macromaré, sendo verticalmente homogêneos, graças às correntes marinhas que destroem completamente a interface das águas doce e salina, sobre toda a seção estuarina. Dominam os processos de advecção lateral e longitudinal e difusão lateral. Há um gradiente de salinidade lateral produzido também por efeitos de rotação da Terra;

- Estuários do Tipo D - Definem um membro teórico final, que mostra homogeneidade lateral e vertical da salinidade, devido a atuação de fortes correntes marinhas.

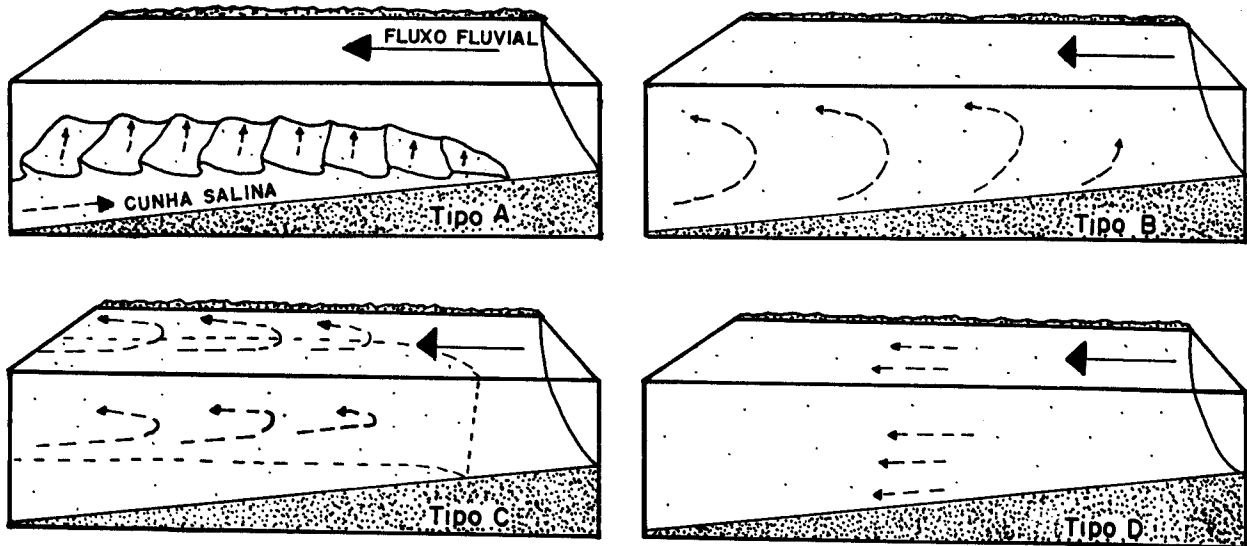


Figura 4.2 - Classificação de estuários de PRITCHARD & CARTER (1971) baseada no padrão de circulação estuarina, produzido em função da interação entre as massas de água doce (fluvial) e salina (marinha). Fonte : DAVIS (1983).

DALRYMPLE et al. (1992) admitem que uma correta definição para o sistema estuarino, deve considerar não apenas fatores restritos como salinidade ou influência de maré, visto que um estuário é uma zona de interação de correntes fluviais com uma variedade de processos marinhos, que incluem marés e ondas, bem como intrusão de água salina. A estes autores cabe a mais recente e completa definição de estuário: “um estuário é uma porção litorânea de um sistema drenado por um vale, que recebe sedimentos de origem marinha e fluvial e que contém fácies influenciadas por marés, ondas e processos fluviais. A extensão de um estuário se faz, no interior, pelo limite continental das fácies de maré, e o limite externo, pela presença de fácies costeiras em sua desembocadura”.

DALRYMPLE et al. (1992) baseados no processo físico dominante, individualizaram dois tipos principais de estuários (Figura 4.3):

- Estuários Dominados por Ondas - Apresentam uma típica zonação tripartite, bem definida por um corpo marinho composto por depósitos de ilha barreira, leque de lavagem, canal de maré e delta de maré; uma bacia central onde depositam-se os sedimentos finamente granulados, e um *bay head delta* que experimenta influência da maré e/ou da água salina;

- Estuários Dominados por Maré - Nestes sistemas desenvolvem-se, na porção marinha, barras arenosas alongadas segundo a direção das correntes marinhas e amplas planícies de maré arenosas, que possuem um canal de baixa sinuosidade, seguidas por uma zona de meandros apertados e, finalmente, uma zona interior dominada por processos fluviais.

REINSON (1992) propôs uma classificação a partir de parâmetros morfológicos e sedimentológicos, onde individualizou quatro tipos principais de estuários (Figura 4.4):

- Estuários Lagunares - Desenvolvem-se em ambientes dominados por onda, sendo pequenos, rasos e quase inteiramente isolados por uma ilha barreira;

- Estuários de Foz Aberta - Apresentam larga abertura em sua foz, sem obstáculos à entrada de correntes marinhas, associados a costas de meso ou macromarés;

- Estuários Parcialmente Fechados - Correspondem ao membro transicional entre o lagunar e o de foz aberta;

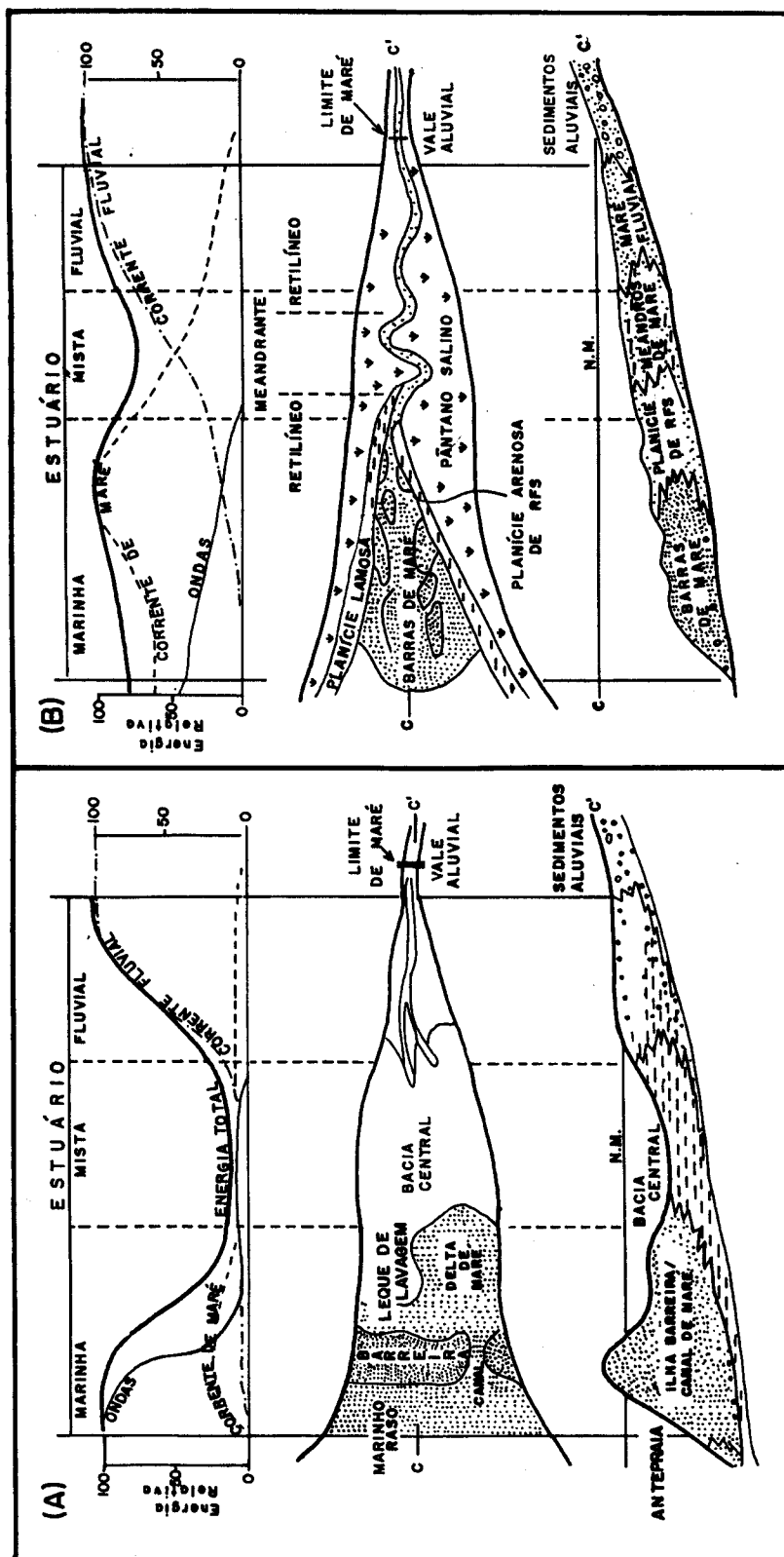


Figura 4.3 - Estuários dominados por ondas (A) e estuários dominados por maré (B), representando os membros finais da classificação de DALRYMPLE et al. (1992), que leva em consideração o mecanismo físico deposicional dominante no sistema. RFS - Regime de Fluxo Superior.

- Estuários de Maré - Apresentam como característica um grande prisma de maré, ocorrendo em regiões dominadas por regimes de macromarés.

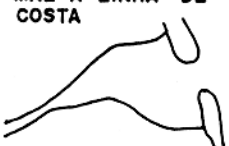
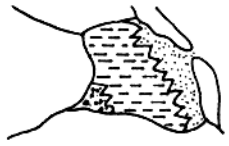
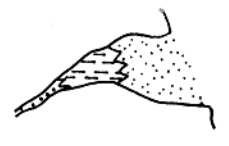
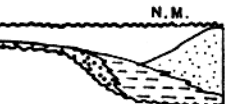
	Dominado por onda			Dominado por maré
	LAGUNAR	PARCIALMENTE FECHADO	DE FOZ ABERTA	DE MARÉ
CONFIGURAÇÃO MORFOLÓGICA	PARALELO A LINHA DE COSTA 	PARALELO OU NORMAL A LINHA DE COSTA 	NORMAL A LINHA DE COSTA 	NORMAL A LINHA DE COSTA 
FAIXA DE MARÉ	MICROMARÉ	MICRO A MESOMARÉ	MESOMARÉ A MACROMARÉ	MACROMARÉ (EXTREMAS FAIXAS DE MARÉ)
PADRÃO DE CIRCULAÇÃO	PARCIALMENTE MISTURADO	PARCIALMENTE MISTURADO A BEM ESTRATIFICADO		HOMOGÊNEO (VERTICALM. A LATERALMENTE)
PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS		SEDIMENTOS LAMOSOS AREIA FLUVIAL AREIA LITORÂNEA 		
SEÇÃO AXIAL				

Figura 4.4 - Classificação dos estuários proposta por REINSON (1992), baseada em parâmetros morfológicos, sedimentológicos e oceanográficos.

Os estuários dominados por ondas e marés da classificação de DALRYMPLE et al. (1992), podem ser correlacionados aos estuários lagunares e de maré de REINSON (1992). Segundo estas classificações, o sistema estuarino do rio Araguari, enfocado neste trabalho, pode ser considerado como um estuário dominado por marés ou estuário de maré, respectivamente.

O padrão de circulação das águas que opera no estuário do Araguari apresenta uma característica muito específica, que é a ausência de um expressivo

gradiente de salinidade entre as águas fluviais e oceânicas, pelo fato deste estar situado a cerca de 5 km a norte da foz do rio Amazonas, logo, está submetido a influência da enorme descarga hídrica deste rio.

LIMEBURNER & BEARDSLEY (1991) e LIMEBURNER et al. (1992) consideram que a descarga do rio Amazonas dilui a água salina do Oceano Atlântico, alterando os teores de salinidade oceânica, que por sua vez variam em função da descarga deste rio. No período de baixa descarga fluvial (novembro) a salinidade situa-se em aproximadamente 24%, caindo para 12% nos períodos de maior descarga (maio e junho). Logo, pode-se observar que estes valores estão aquém dos teores que ocorrem normalmente nas áreas oceânicas, que variam em torno de 32%. A baixa salinidade da água na foz do rio Araguari, é confirmada pela ausência de manguezais associados a este sistema estuarino.

Em função disso, o padrão de circulação caracterizado para o estuário do rio Araguari deve variar entre os tipos C e D, na classificação de PRITCHARD & CARTER (1971), nos quais a ação das correntes de maré exerce um papel fundamental.

4.2 - CONFIGURAÇÃO DOS CANAIS ESTUARINOS E DISTRIBUIÇÃO DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES

Em regimes de macromarés as correntes de maré exercem um papel fundamental no desenvolvimento dos estuários, seja por definir o grau de mistura entre as águas, ou por influenciar decisivamente no transporte e deposição dos sedimentos nas porções mais externas do estuário (ELLIOTT, 1986).

Os sistemas estuarinos têm sido amplamente difundidos na literatura, sendo os mais conhecidos o Severn River, na Inglaterra (ALLEN, 1990), o Ord River, na Austrália (WRIGHT et al. 1975), o Cobequid Bay - Salmon River (DALRYMPLE et al., 1990 e DALRYMPLE et al., 1991), o South Alligator River, na Austrália (WOODROFFE et al. 1986 e 1989), e ainda o Gironde Estuary, na França (ALLEN & POSAMENTIER, 1993), que tem características de estuário dominado por ondas e marés, simultaneamente.

Estuários dominados por marés recebem sedimentos tanto do continente, que são trazidos pelos rios, quanto da plataforma adjacente, através de correntes de maré. Como resultado, os sedimentos são granulometricamente mais grossos na desembocadura e nas porções mais interiores do estuário. Por outro lado são bordejados por planícies de maré lamosas e pântanos, onde concentram-se os depósitos mais finos (REINSON, 1992).

O modelo proposto por DALRYMPLE et al. (1992) sugere que a morfologia e distribuição das fácies sedimentares em um estuário dominado por marés são condicionadas por fatores hidrodinâmicos, através da compartimentação de zonas com domínio das correntes de maré ou fluviais e/ou da interação de ambas. Segundo este modelo, nos sistemas influenciados por marés a distribuição da energia é definida a partir de três zonas distintas onde os processos físicos interferem mais que a salinidade (Figura 4.3), quais sejam:

a) Uma zona mais externa dominada por processos marinhos (correntes de maré e ondas, secundariamente). Esta modalidade de energia decresce para as porções mais internas do estuário, devido a dissipação da onda oceânica através das barras arenosas e/ou pelo decréscimo das velocidades como resultado do amortecimento friccional;

- b) Uma zona central de relativamente baixa energia, onde há a interação e balanceamento da energia marinha e das correntes fluviais e ;
- c) Uma zona mais interna dominada por correntes fluviais, que, ao contrário da energia marinha, decresce em direção ao oceano.

Cada zona energética é caracterizada por uma morfologia própria e por fácies sedimentares específicas. Na zona mais externa do estuário, onde domina a energia marinha, desenvolve-se a clássica geometria afunilada dos estuários dominados por marés, sendo as fácies principais desenvolvidas as barras arenosas alongadas. Um segundo tipo de fácies está relacionado a zona de máxima energia das correntes de maré, representada por planícies arenosas de regime de fluxo superior, elaborando um padrão de canal entrelaçado onde, posteriormente, torna-se confinado e segue como um canal único em direção ao continente (Figura 4.3).

A zona central de baixa energia mostra uma progressão de sinuosidade que obedece a ordem retilíneo-meandrante-retilíneo. A porção retilínea mais externa é dominada por correntes de maré e o transporte de sedimentos ocorre em direção ao continente, devido às fortes correntes de enchente. O canal contém barras de meio canal, que também ocorrem na porção retilínea interior, onde o transporte de sedimentos dá-se em direção ao oceano, devido o domínio das correntes fluviais sobre as correntes marinhas. A região mediana contém meandros apertados, também denominados meandros de maré, que comumente exibem barras em pontal simétricas. Esta zona de mais baixa energia é a zona de convergência de sedimentos mais finos. A zona mais interna é

dominada por correntes fluviais, tendo ainda influência de maré, onde desenvolve-se um segmento retilíneo superior, que passa para um canal fluvial acima do limite da maré.

Estudando os sistemas estuarinos do norte da Austrália, WOODROFFE et al. (1986) definiram um padrão morfológico para estuários dominados por maré, que compreende quatro zonas distintas, com fácies sedimentares específicas, destacadas a seguir (Figura 4.5):

- a) Funil estuarino - Corresponde à zona mais externa, onde se desenvolvem barras de maré;
- b) Meandro sinuoso - Nesta porção desenvolvem-se meandros regulares, que assemelham-se aos meandros fluviais, com barras em pontal regulares, geralmente recobertas por mangues;
- c) Meandro em cúspide - Apresentam curvas irregulares, com barras de meio canal e barras laterais;
- d) Canal superior de maré - representa o segmento final, onde alternam-se porções retilíneas e curvas, ocorrendo barras laterais e barras em pontal. Ocorrem ainda diques marginais e estreitas faixas de mangues.

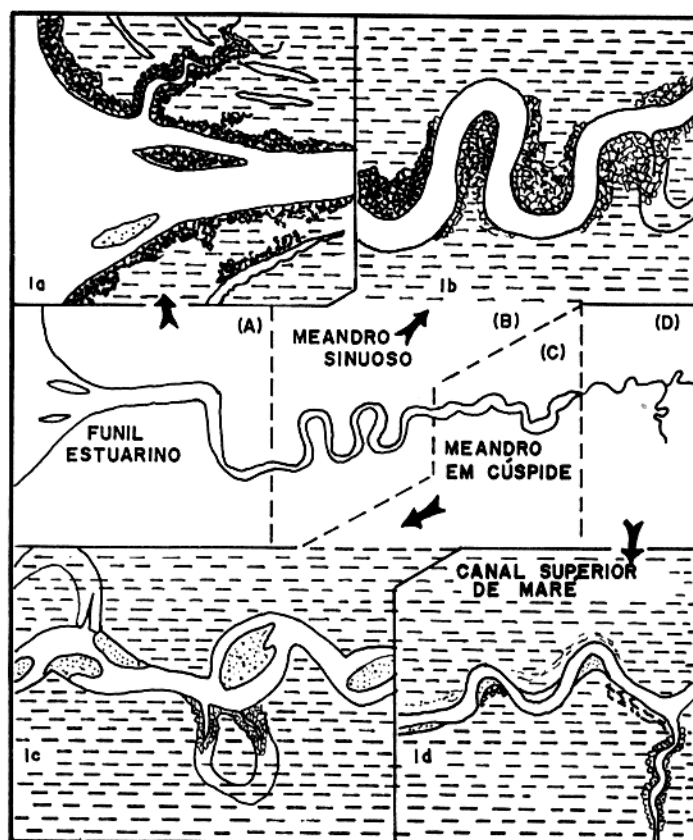


Figura 4.5 - Padrão morfológico típico dos estuários do norte da Austrália, elaborado por WOODROFFE et al. (1986), individualizando quatro segmentos: (A) funil estuarino; (B) segmento meandrante sinuoso; (C) segmento meandrante em cúspide e (D) canal superior de maré.

5 - MORFOLOGIA DO RIO ARAGUARI E DEPÓSITOS SEDIMENTARES ASSOCIADOS

No rio Araguari duas unidades morfológicas foram individualizadas, denominadas de planície aluvial e planície estuarina, cujos limites puderam ser traçados pelo limite superior que a maré dinâmica alcança no canal. A planície estuarina desenvolve-se desde a foz deste rio até o limite superior da maré dinâmica, representando o estuário propriamente dito, e a planície aluvial desenvolve-se acima do limite de influência da maré.

5.1 - PLANÍCIE ALUVIAL

A planície aluvial corresponde à área drenada pelo rio Araguari estabelecida no domínio das rochas cristalinas do Complexo Guianense e, em menor proporção, sobre os sedimentos do Grupo Barreiras.

Neste domínio o rio Araguari apresenta-se estreito, com padrão morfológico predominantemente retilíneo, com vale fortemente encaixado, não atingindo mais que 300 m de largura. Apresenta um trecho inicial de direção N-S, infletindo para NE-SW próximo ao contato com o Grupo Barreiras (Figura 5.1), o que sugere um forte controle estrutural na direção de seu curso, refletido também na variedade de formas anômalas apresentadas ao longo de seu trajeto, como arcos e cotovelos. Seus principais afluentes nesta porção, como os rios Mutum, Mururé e Amapari, apresentam características similares.

Neste domínio os depósitos quaternários estão representados por faixas de deposição aluvionares restritas e descontínuas, alternadas com porções de encaixamento

acentuado. Os sedimentos carregados pelos rio são típicos de áreas proximais, com uma ampla faixa granulométrica, que varia de areias até matacões.

Quando instalado sobre sedimentos do Grupo Barreiras o rio Araguari torna-se mais caudaloso, com largura do canal em torno de 1 km. Morfologicamente, apresenta disposição retilínea, com porções sinuosas localizadas. A sedimentação recente está representada principalmente por planícies de inundação restritas, que ocorrem ao longo do canal do rio Araguari e de seus principais afluentes (Figura 5.2).

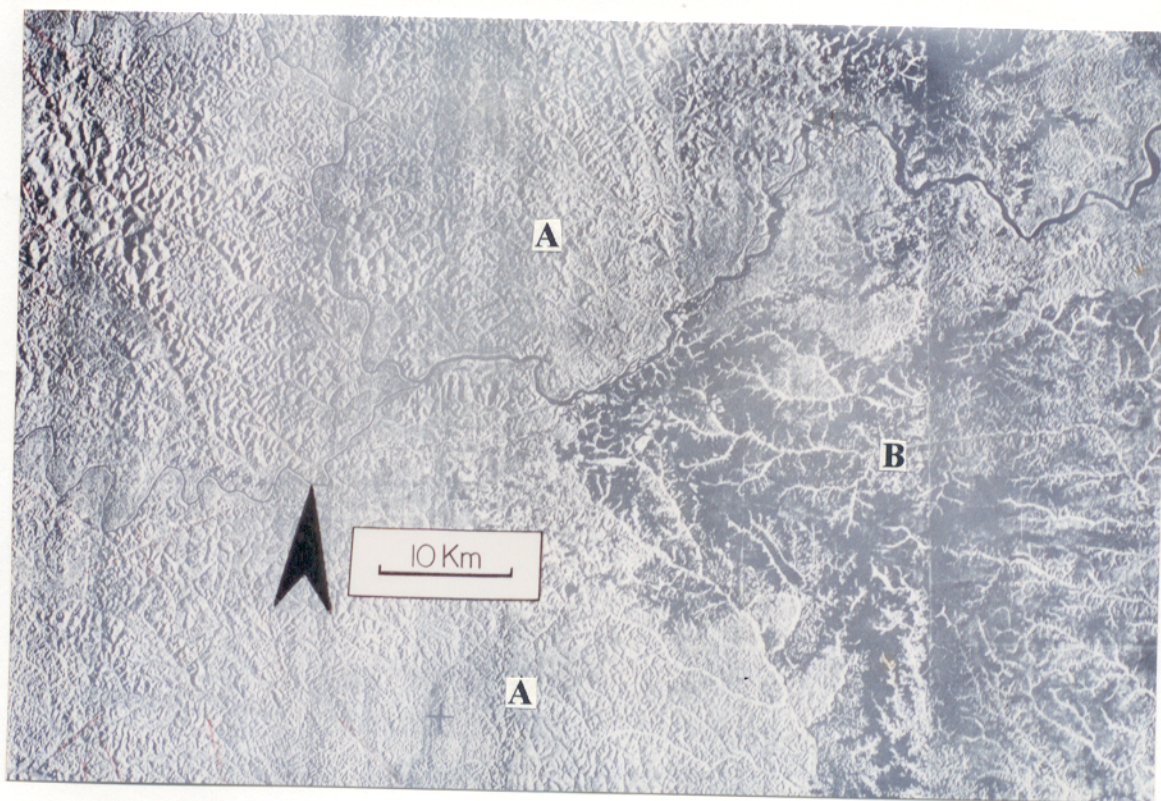


Figura 5.1 - Aspecto do rio Araguari na planície aluvial, no domínio das rochas cristalinas do Complexo Guianense (A) e dos sedimentos do Grupo Barreiras (B), quando inflete da direção N-S para NE-SW. Detalhe da imagem de radar NA-22-Y-D, na escala 1:250.000.

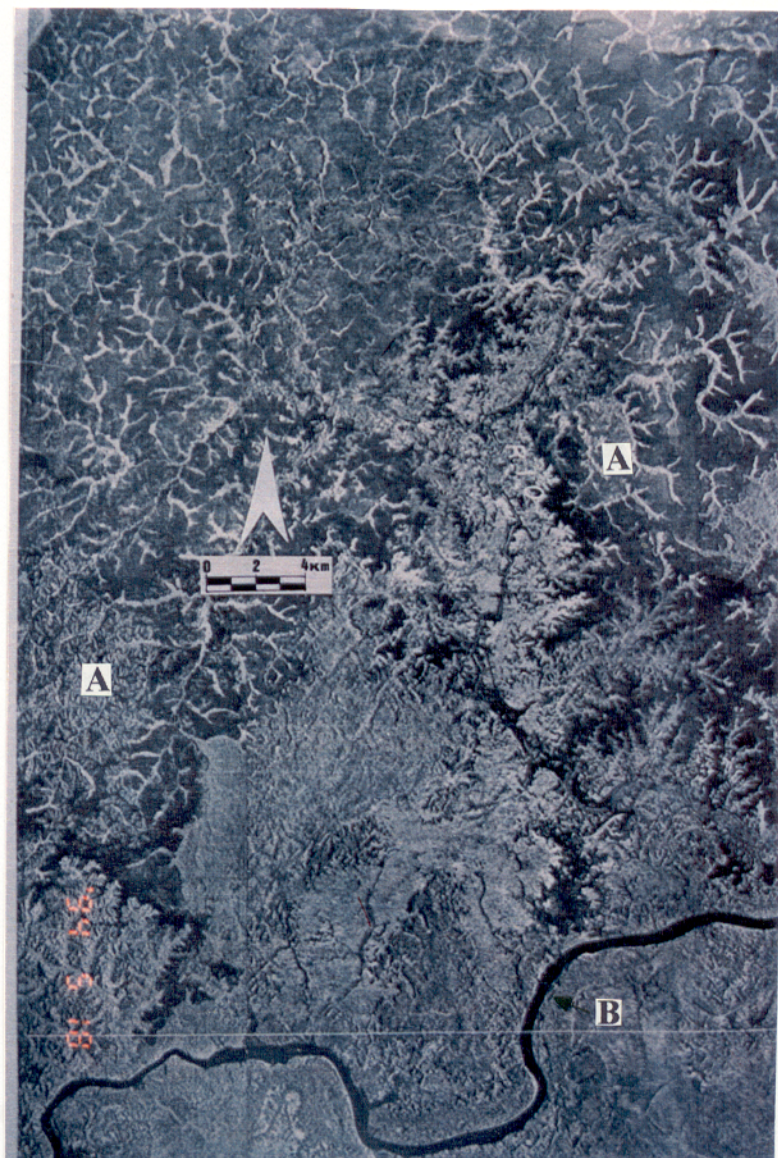


Figura 5.2 - Aspecto morfológico do rio Araguari na Planície Aluvial, quando cruza os platôs do Planalto Rebaixado da Amazônia, esculpidos sobre sedimentos do Grupo Barreiras (A). Nesta porção o canal é predominantemente retilíneo, com curvas localizadas, desenvolvendo uma planície de inundação restrita (B). Detalhe da imagem de radar NA.22-Z-C-I, na escala 1:100.000.

5.2 - PLANÍCIE ESTUARINA

A planície estuarina é estabelecida, quase que inteiramente, sobre os sedimentos quaternários que definem a unidade geomorfológica da Planície Costeira do Amapá, embora sua porção mais proximal ainda ocorra em terrenos do Grupo Barreiras. A Figura 5.3 ilustra as principais feições morfológicas do estuário do rio Araguari neste setor.

O contato entre a planície aluvial e a estuarina está bem marcado nas proximidades do Lago Comprido, através de uma quebra negativa do relevo, bem definida em imagens de radar, situada na passagem entre o terreno terciário e o quaternário, observando-se ainda a presença de pequenos vales colmatados, preenchidos por sedimentos quaternários (Figura 5.4). Nas porções limítrofes adjacentes ao contato são comuns interpenetrações entre as unidades, individualizando, por vezes, pequenas ilhas ou testemunhos do Grupo Barreiras nos sedimentos quaternários, tal como ocorre nas proximidades da Fazenda Boa Vista (Figura 5.3).

A Planície Costeira nesta porção corresponde a uma superfície plana, fortemente horizontalizada, que apresenta-se inundada durante o período chuvoso. No entanto, algumas feições morfológicas quebram a monotonia desta planície, observadas na Figura 5.3, exemplificadas por:

- linhas de acreção definidas a norte da Fazenda Boa Vista, que podem representar o limite de um paleolitoral ou paleolinha de costa, com posição aproximadamente paralela a costa atual do Amapá;

- linhas de acreção na forma de cordões paralelos sucessivos, na região de Ponta Grossa, às quais geralmente estão associados lagos efêmeros de pequeno porte;
- feições de paleocanais, que ocorrem ao longo da margem direita do baixo curso do rio Araguari;
- feições alongadas, vegetadas por floresta, que ocorrem na margem direita do baixo curso do rio Araguari, consideradas por BOAVENTURA & NARITA (1974) como depósitos de diques marginais, que teriam sido originados pela migração do Canal do Norte (Rio Amazonas) para sul.

No canal do estuário do rio Araguari são definidas quatro zonas morfológicas distintas, distribuídas da foz em direção ao continente em: segmento retilíneo, segmento meandrante, segmento meandrante em cúspide e canal superior de maré, observados na Figura 5.5. Esta figura mostra a compartimentação dos padrões morfológicos observados ao longo do estuário do Araguari em comparação aos padrões definidos por WOODROFFE et al. (1986) e DALRYMPLE et al. (1992), que tomam como exemplo o rio South Alligator, na Austrália.

a) Segmento Retilíneo - Corresponde à zona mais distal do estuário, onde dominam as correntes de maré. A morfologia retilínea substitui a típica geometria afunilada desenvolvida neste tipo de sistema, como citado por WOODROFFE et al. (1986) e DALRYMPLE et al. (1992). O funil estuarino, no caso do rio Araguari, não é bem desenvolvido, visto que não há expansão da margem direita do estuário, embora nestes locais este atinja suas maiores larguras, em torno de 4 km. Isto se deve, provavelmente, à atuação de fortes correntes hidrodinâmicas que ao direcionarem-se para noroeste ao longo

de todo o litoral do estado do Amapá, provocam a deriva das linhas acrescionárias de Ponta Grossa para o norte. Os principais depósitos sedimentares deste segmento são as planícies de intermaré, localizadas na margem esquerda do canal (Figura 5.3);

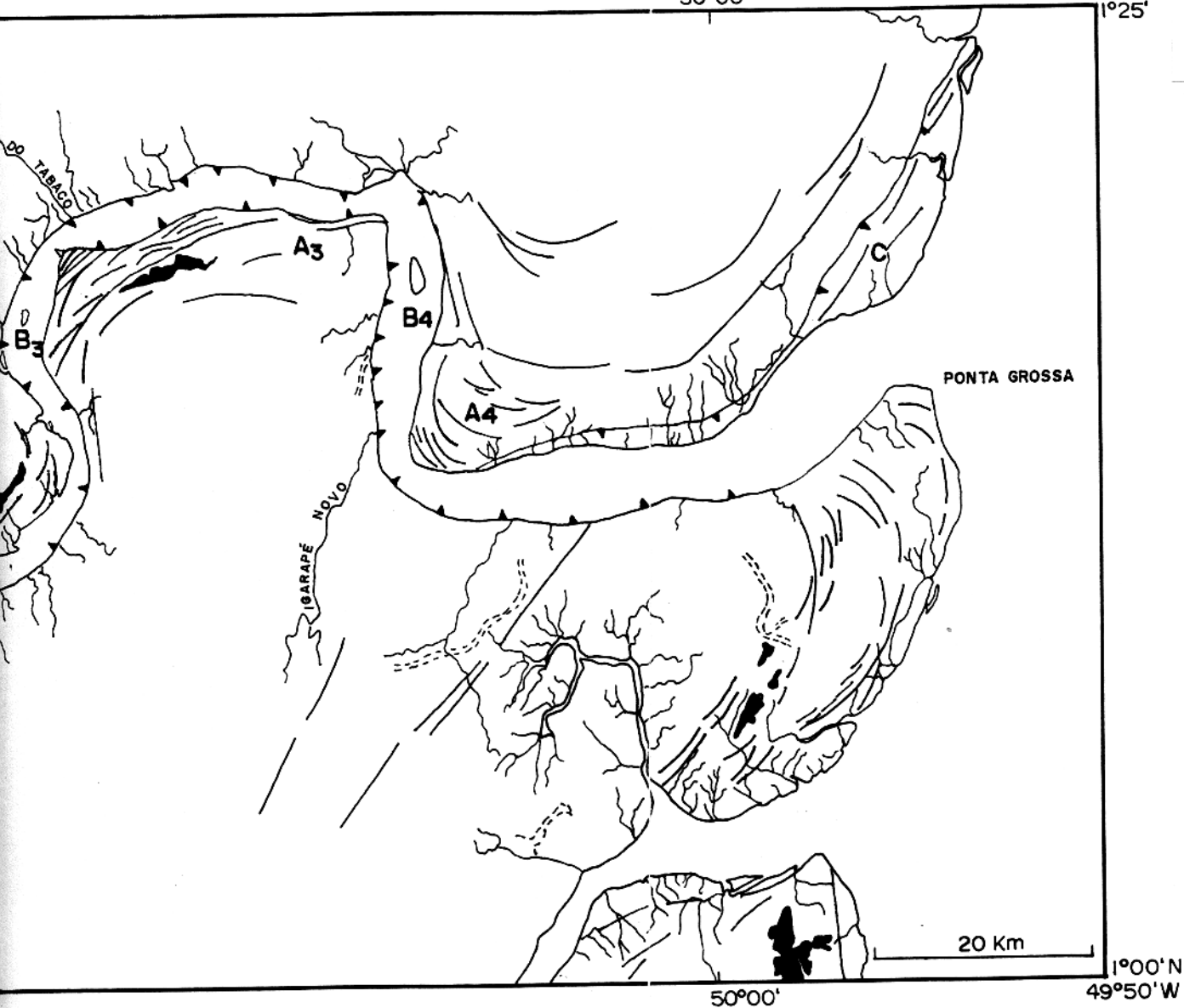
b) Segmento Meandrante - Corresponde à porção onde estão desenvolvidos meandros com sinuosidade regular, formando curvas amplas, com diâmetro em torno de 10 km e morfologia em caixa. Os depósitos relacionados a este segmento são principalmente depósitos de barra em pontal, barras de canal e planície de inundação (Figura 5.3);

c) Segmento Meandrante em Cúspide - É definido por curvas irregulares e menores que as do segmento meandrante, com diâmetro em torno de 5 km. Apresenta barras em pontal restritas, além de barras de canal (Figura 5.3);

d) Canal Superior de Maré - Corresponde ao segmento mais proximal do estuário, apresentando forma geral retilínea, com curvas localizadas, onde, por vezes, desenvolvem-se pequenas linhas acrescionárias, que não chegam a definir barras em pontal. Neste trecho a influência das correntes fluviais domina amplamente sobre as correntes de maré.

Vale ressaltar que os depósitos residuais de canal, embora não estudados, estão associados a todos os segmentos do estuário do rio Araguari.

Os depósitos sedimentares relacionados à planície estuarina, representados por depósitos de barra em pontal, barra de canal, planície de intermaré e planície de inundação, foram estudados em seus aspectos morfológicos e estratigráficos, a serem enfocados subsequentemente.



OUTROS



GRUPO BARREIRAS (PLANALTO REBAIXADO DA AMAZÔNIA)



DRENAGEM



LAGO



TERRAÇO EROSIVO



CRISTA DE ACRESÇÃO



CANAIS ABANDONADOS



LIMITE SUPERIOR DA MARÉ DINÂMICA



FAZENDA

50°50'

50°30'



LEGENDA

DEPÓSITOS RELACIONADOS AO ESTUÁRIO DO RIO ARAGUARI.

- | | |
|---------------------------|---|
| A - BARRA EM PONTAL | <ul style="list-style-type: none"> A₁ - BARRA EM PONTAL DE CAMALEÕES A₂ - BARRA EM PONTAL DE VISTA ALEGRE A₃ - BARRA EM PONTAL DO TABACO A₄ - BARRA EM PONTAL DO PARAÍSO |
| B - BARRA DE CANAL | <ul style="list-style-type: none"> B₁ - BARRA DE CANAL DE BOA VISTA B₂ - BARRA DE CANAL DAS CINCO MARIAS B₃ - BARRA DE CANAL DO CAMPO ALEGRE B₄ - BARRA DE CANAL DA ILHA NOVA |
| C - PLANÍCIE DE INTERMARÉ | |
| D - PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO | |

Figura 5.3 - Aspectos morfológicos do estuário do rio Araguari e a

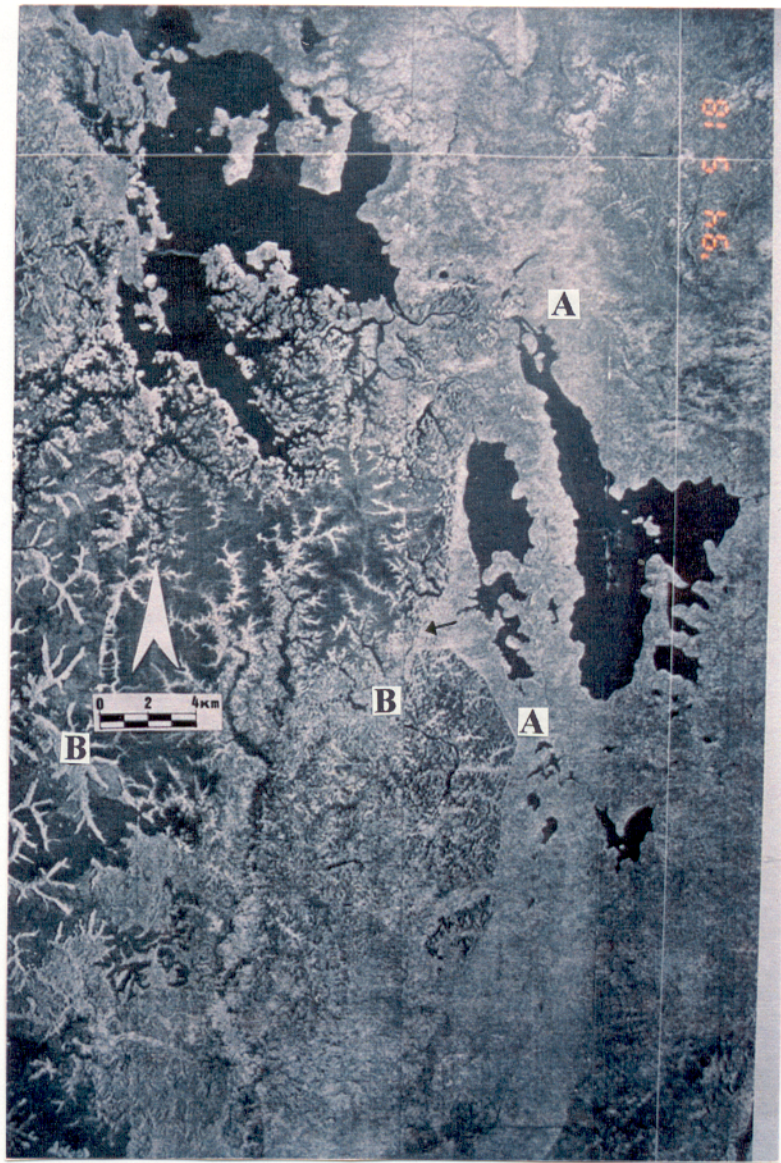
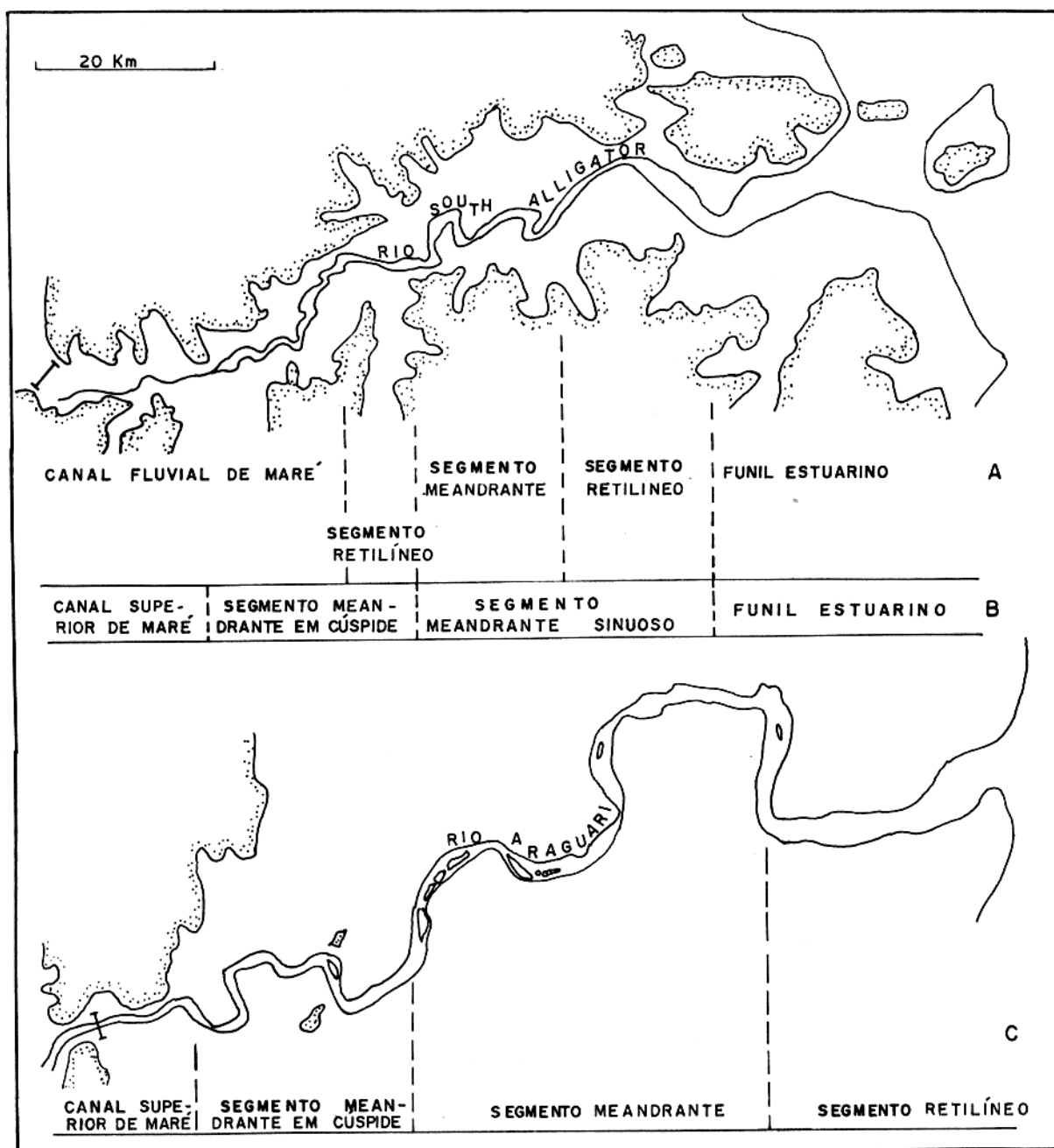


Figura 5.4 - Contato entre os terrenos holocênicos da Planície Costeira (A) com o Planalto Rebaixado da Amazônia (B), nas proximidades dos lagos Comprido (a leste) e Piratuba (a norte). Notar a presença de vales colmatados estabelecidos no limite entre as duas unidades morfológicas (↓). Detalhe da imagem de radar NA.22-Z-A-IV, na escala 1:100.000.



LEGENDA



Quaternário



Terciário



Limite da maré

Figura 5.5 - Quadro comparativo da compartimentação morfológica do rio South Alligator (Austrália) com a proposta neste estudo para o estuário do rio Araguari: (A) DALRYMPLE et al. (1992); (B) WOODROFFE et al. (1986) e (C) este trabalho.

5.2.1 - Barra em Pontal

As barras em pontal são as feições deposicionais mais importantes do sistema meandrante e sua formação é produto do principal processo de sedimentação deste sistema (REINECK & SINGH, 1980).

As barras em pontal caracterizadas no estuário do rio Araguari, receberam denominações de localidades próximas, para facilitar sua referência no texto. A partir da foz em direção ao continente, identificou-se as barras em pontal de Paraíso, Tabaco, Vista Alegre e Camaleões (respectivamente A4, A3, A2 e A1 - Figura 5.3).

Morfologicamente, são constituídas por uma sucessão de linhas de acreção semicirculares e subparalelas, com suaves depressões entre elas, onde, por vezes, desenvolvem-se lagos pequenos e rasos, alongados segundo a direção das linhas acrescionárias. Estes lagos são alimentados apenas no período chuvoso, exemplificados nas barras em pontal de Vista Alegre e Tabaco (Figura 5.3).

A margem oposta do canal, à frente da curva onde se desenvolvem os depósitos de barra em pontal, é erosiva, onde desenvolvem-se, comumente, terraços escalonados (Figura 5.6).

Na barra em pontal de Camaleões, esta estruturação típica foi modificada por um atalho de corredeira (*chute channel*), que isola suas porções frontais, como pequenas ilhas (Figura 5.3). Este canal apresenta largura entre 100 e 200 m e margens tipicamente erosivas. Segundo MIALL (1981), estas feições são canais subsidiários que se desenvolvem durante os períodos de cheias, desviando parte do fluxo do rio.



Figura 5.6 - Terraços erosivos escalonados desenvolvidos nas margens côncavas, opostas às barras em pontal.

A barra em pontal do Tabaco apresenta formato em caixa, com as linhas de acresção definidas apenas na porção mais proximal da barra, sendo que a distal apresenta margens erosivas (Figura 5.3).

De maneira geral, as barras em pontal podem ser identificadas em mesoescala pelo zoneamento da vegetação. As espécies vegetais mais maduras (florestas), ocorrem nas porções mais interiores, que gradam para espécies mais jovens (aningas, mururés ou gramíneas - Figura 5.7).

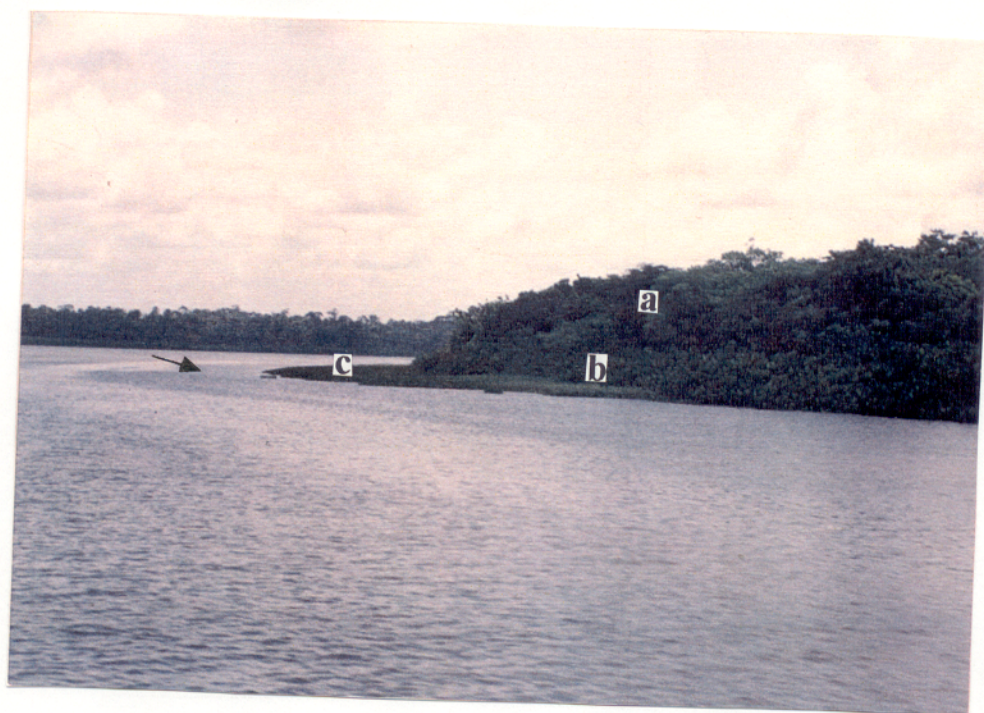


Figura 5.7 - Aspecto da barra em pontal de Vista Alegre, onde observa-se o zoneamento de espécimes vegetais, que obedecem a ordem (a) floresta - (b) aninga - (c) mururé, acompanhando a sucessão das cristas acrescionárias. Observar a superfície atual de deposição da barra em pontal (↓).

Durante o período de baixa mar, ficam expostas suas superfícies de deposição atual, sendo estas lamosas, com suaves mergulhos em direção ao canal, e são recortadas por pequenos canais radiais (Figuras 5.8 e 5.9).

A superfície de deposição atual dos depósitos de barra em pontal grada suavemente a partir das porções mais interiores e mais antigas (Figura 5.7) ou é separada destas por pequenos terraços erosivos de aproximadamente 50 cm de altura (Figura 5.8).



Figura 5.8 - Superfície de deposição atual dos depósitos de barra em pontal, expostas durante a baixa mar, sendo lamosas , com mergulho em direção ao canal. Neste exemplo, localizado na barra em pontal do Tabaco, a superfície está separada das cristas acrescionárias interiores por pequenos terraços erosivos (↓).



Figura 5.9 - Canais que recortam a superfície dos depósitos lamosos de barra em pontal, expostos na maré baixa. Barra em pontal do Tabaco.

5.2.2 - Barra de Canal

Numerosos adjetivos têm sido usados para descrever barras relacionadas aos sistemas fluviais: *scroll*, longitudinal, transversal, lateral, lobada, etc. As terminologias estão principalmente baseadas na morfologia destes corpos, embora cada tipo tenha características sedimentológicas específicas.

SMITH (1978) define as barras como formas de leito de ocorrência aperiódica, que se desenvolvem em profundidades rasas, onde pequenas mudanças no fluxo podem causar considerável variação em sua morfologia. Resultam então de simples feições deposicionais a formas complexas, pela atuação de múltiplos eventos erosivos e deposicionais. Utilizando-se a classificação de SMITH (1974), que leva em consideração o fluxo e o padrão de crescimento (Figura 5.10), pode-se classificar as barras de canal do rio Araguari como do tipo longitudinal, que MIALl (1977) define como “barras em forma de diamante ou losangulares em planta, paralelas à direção do fluxo, e limitadas por canais ativos”.

As barras de canal observadas no rio Araguari, denominadas Boa Vista, Cinco Marias, Campo Alegre e Ilha Nova (respectivamente B1, B2, B3 e B4 - Figura 5.3), apresentam comprimentos de até 2,5 km na direção do fluxo, com largura não ultrapassando 1 km. Elas permanecem fixadas pela vegetação, o que indica um certo grau de maturidade, sendo que as mais antigas estão cobertas por floresta de igapó (Figura 5.11), e as mais jovens, apenas por espécimes pioneiras (mururés e aningas) (Figura 5.12). Barras de canal mais recentes não são vegetadas, apresentando uma superfície lamosa, que é exposta durante a baixa mar.

FORMA	PADRÃO DO FLUXO	PADRÃO DE CRESCIMENTO		
		PLANTA	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL
Longitudinal				
Transversal				
Em pontal				
Diagonal				

Figura 5.10 - Representação esquemática do fluxo e padrão de crescimento para barras de canal de formas simples. As linhas tracejadas indicam as frentes de acreção. Fonte: SMITH (1974).



Figura 5.11 - Canal que separa duas barras do complexo de barras de canal de Cinco Marias. Estas constituem exemplos de barras estáveis, onde já estabeleceram-se espécimes vegetais maduras, como as florestas de igapó.



Figura 5.12 - Barra de canal ligeiramente destacada acima do nível d'água, com a implantação de espécies vegetais pioneiras constituídas por mururés e aningas.

5.2.3 - Planície de Intermaré

Planícies de maré desenvolvem-se em regiões costeiras, em áreas onde dominam os ciclos de maré e a energia das ondas é baixa. São áreas aplainadas, com suave mergulho em direção ao mar, dissecadas por canais de maré e *tidal creeks*, podendo ocorrer associadas a outros sistemas como estuários, lagunas, baías, deltas, atrás de ilhas barreiras ou outras barras arenosas (ELLIOTT, 1986).

Os depósitos de planície de intermaré, reconhecidos no rio Araguari, ocorrem na porção mais distal do estuário, dispostos como uma faixa contínua alongada, que se desenvolve na margem esquerda deste rio, infletindo para norte quando atinge a zona litorânea. Nas porções da desembocadura não alcança mais do que 1 km de largura, atingindo até aproximadamente 4 km no litoral (Figuras 5.3 e 5.13).

ALLISON (1993) advoga que estes depósitos, que ocorrem associados aos principais rios que drenam a Planície Costeira do Amapá, podem ser considerados membros transicionais entre os *cheniers* e os cordões de praia. Neste trabalho, a sua localização permite classificá-los como típicas planícies de intermaré, visto que estendem-se do limite superior da maré alta até o limite inferior da maré baixa.

A superfície destes depósitos de planície de intermaré apresenta mergulho suave em direção ao rio ou ao mar (Figura 5.13), sendo lamosos e recortados ocasionalmente por pequenos terraços erosivos, de aproximadamente 15 cm de altura, que sugerem processos erosionais atuais (Figura 5.14).

O limite superior que a maré alcança nestes depósitos coincide com o desenvolvimento de pequenas falésias ativas, com cerca de 50 cm de altura (Figura 5.15).

As planícies de intermaré apresentam-se recortadas por uma série de *tidal creeks*, que tornam-se mais expressivos no litoral, onde podem ser considerados como típicos canais de maré.



Figura 5.13 - Planície de intermaré desenvolvida na margem esquerda do rio Araguari, caracterizada por uma superfície plana e lamosa, com suave mergulho em direção ao canal. Notar os canais de maré recortando esta planície (↓).



Figura 5.14 - Terraços erosivos com padrão denteado, observados na porção interior dos depósitos de planície de intermaré, expostos apenas na baixa mar.



Figura 5.15 - Limite superior da planície de intermaré, definida por terraços erosivos ativos.

5.2.4 - Planície de Inundação

Schmudde apud NANSON (1980) define as planícies de inundação como “áreas aluviais, relativamente planas, adjacentes ao canal e sujeitas à inundações periódicas”.

Na Planície Costeira do Amapá, em condições extremas do período chuvoso, o nível d'água ultrapassa o nível do canal, inundando as porções mais baixas adjacentes ao leito do rio. Neste contexto desenvolvem-se os depósitos de planície de inundação do rio Araguari.

Sendo o período de estiagem na região bastante prolongado, a paisagem predominante são as extensas áreas planas, colonizadas por gramíneas, cortadas por canais estreitos, influenciados por ciclos de maré (Figura 5.16). Em grande parte do percurso do rio Araguari e de seus principais afluentes, são vegetadas por florestas, que se posicionam ao longo de quase toda a margem do canal, definidas por BEZERRA et al. (1990) como “florestas de igapó”, pelo seu caráter inundável.

Nas porções mais baixas e, conseqüentemente, mal drenadas desenvolvem-se bacias de inundação, que transformam-se em pântanos, onde aningas, mururés e palmeiras se estabelecem (Figura 5.17). Estes pântanos, no entanto, têm vida efêmera, visto que desaparecem nos períodos mais secos.

Nos locais em que o rio Araguari está instalado nos sedimentos do Grupo Barreiras, apresentam-se com extensas áreas planas que contrastam com a superfície colinosa do Planalto Rebaixado da Amazônia, esculpido nestes sedimentos (Figura 5.18).



Figura 5.16 - Morfologia das planícies de inundação, com sua superfície plana recoberta por gramíneas e dissecada por pequenos canais influenciados por ciclos de maré.



Figura 5.17 - Ambientes pantanosos desenvolvidos nas porções mal drenadas das planícies de inundação.



Figura 5.18 - Superfície horizontalizada da planície de inundação, em primeiro plano, contrastando com a superfície colinosa desenvolvida sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, ao fundo.

6 - ANÁLISE SEDIMENTAR

O sistema estuarino do rio Araguari é caracterizado neste capítulo de acordo com os estudos sedimentares dos depósitos de barra em pontal, barra de canal, planície de intermaré e planície de inundação.

O rio Araguari foi instalado em uma planície sedimentar pretérita, de forma que, em suas margens erosivas, encontram-se expostos depósitos sedimentares mais antigos. Logo, duas unidades estratigráficas principais puderam ser individualizadas neste estudo. A unidade mais nova engloba os depósitos relacionados a edificação do atual sistema estuarino, denominada Unidade Araguari, e a mais antiga, constituída por sedimentos depositados anteriormente à instalação deste estuário, denominada de Unidade Pré-Araguari. As relações cronoestratigráficas entre estas duas unidades serão discutidas no capítulo seguinte.

O estudo sedimentológico consistiu basicamente na individualização das fácies sedimentares que constituem os depósitos e posterior associação destas em cada depósito específico.

A legenda das simbologias utilizadas nos perfis estratigráficos que ilustram o item 6.2 está representada no anexo A.

6.1 - INDIVIDUALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS FÁCIES

A partir do estudo de 17 testemunhos distribuídos ao longo do estuário do rio Araguari, 7 fácies puderam ser identificadas.

Neste trabalho o termo “fácies” tem a conotação segundo a definição de Gressly apud WALKER (1984), que considera fácies como “um corpo de rocha com características específicas como cor, estruturas sedimentares, composição, textura e conteúdo fossilífero próprios”.

As fácies foram codificadas neste estudo segundo a metodologia utilizada por MIALL (1977), na qual as letras maiúsculas definem os litotipos e as minúsculas as estruturas ou características específicas que as identificam, embora não tenham necessariamente a mesma conotação genética utilizada por este autor.

6.1.1 - Silte Arenoso com Laminação Plano-Paralela (SAp)

Esta fácies é constituída por um material siltico arenoso com laminação plano-paralela, definida principalmente pela variação de coloração entre as lâminas, que oscilam entre cinza a cinza escuro, devido a menor ou maior proporção de silte, respectivamente (Figura 6.1). A fração arenosa é constituída fundamentalmente por quartzo, apresentando granulometria muito fina, com grãos angulares a subangulares.

A estratificação também é evidenciada pela ocasional presença de níveis milimétricos essencialmente pelíticos e de laminações milimétricas de detritos orgânicos (*coffee-ground*). Estruturas deformacionais também são observadas, como as convoluções e estruturas de sobrecarga (Figura 6.1).

Restos orgânicos carbonizados (madeira, sementes, etc.), de tamanhos milimétricos, podem ocorrer dispersos nesta fácies. Quando localizada em níveis superficiais adquire tons amarronzados devido a processos de oxidação.



Figura 6.1 - Aspecto da fácies SAp onde observa-se a laminação ressaltada pela variação da coloração das lâminas e pela presença de níveis essencialmente silteosos (↓). Notar estruturas de convolução na base do testemunho.

6.1.2 - Silte/Areia Rítmicos (SAr)

Esta fácies é definida fundamentalmente por um material siltico, de coloração cinza, intercalado com níveis de espessura milimétrica, constituídos por areias brancas, quartzosas, de granulometria muito fina, com grãos angulares a subangulares. Níveis milimétricos argilosos e laminações de detritos orgânicos (*coffee-ground*) encontram-se intercalados nesta fácies.

Os níveis arenosos podem ser contínuos ou lenticulares, com espessuras que variam de 1 a 8 mm (Figuras 6.2 e 6.3). A variação de espessura das lâminas arenosas ordena-se de forma que, em algumas porções, define um padrão de afinamento para o topo (*thining upward*) (Figura 6.4). Em alguns níveis arenosos ocorre, eventualmente, a preservação de uma laminação interna, marcada por filmes de material pelítico (*mud drapes*) (Figura 6.4).

Estruturas de escape de fluidos estão presentes como suaves ondulações que perturbam levemente a estruturação primária ou oblitera-as inteiramente (Figura 6.5). Bioturbações ocorrem restritamente em níveis mais profundos, tornando-se bastante expressivas quando a fácies ocorre em níveis superficiais. Nestes casos podem apresentar também pontuações ferruginosas milimétricas.



1,5 cm

Figura 6.2 - Intercalação rítmica de lâminas milimétricas arenosas e siltosas, definindo a fácies SAr. Testemunho DDN - 060, profundidade: 1,8 - 2,0 m.



Figura 6.3 - Aspecto da fácies SAR, onde a espessura das lâminas arenosas, com formas contínuas ou lenticulares, é sempre menor que 2 mm. Testemunho DDN-084, profundidade: 3,7 - 3,9 m.



Figura 6.4 - Intervalo mostrando afinamento dos níveis arenosos para o topo e consequente aumento na proporção de silte, definindo um padrão de granodecrescência ascendente na fácies SAr. Notar a presença de laminações internas ao nível arenoso, ressaltadas por recobrimentos argilosos (↓). Testemunho DDN - 084, profundidade: 4,5 - 4,8 m.



Figura 6.5 - Convoluções observadas na fácies SAR, deformando inteiramente a estrutura plano-paralela original. Testemunho DDN - 060, profundidade: 3,0 - 3,4 m.

6.1.3. - Pelito Laminado (Pl)

Esta fácies compreende pelitos de coloração original cinza claro a cinza escuro, com laminação plano-paralela. A laminação, difícil de ser identificada nas porções homogêneas, pode ser bem definida em radiografias de raios-X, bem como em porções localizadas, nas quais níveis milimétricos de areias muito finas ou detritos orgânicos destacam a estrutura (Figuras 6.6, 6.7 e 6.8). A matéria orgânica é um componente comum nesta fácies, ocorrendo como laminações milimétricas de detritos orgânicos (até 2 mm), ou como pedaços de madeira e/ou sementes que ocorrem dispersos no material pelítico (Figuras 6.7 e 6.8).

Nas porções superficiais, esta fácies geralmente apresenta a estruturação primária obliterada pela bioturbação. A intensidade da bioturbação tende a diminuir com a profundidade, estando impressa em formas tubulares com comprimento de até 4 cm e diâmetro de 1 cm. Estes tubos estão geralmente revestidos por uma película ferruginosa (Figura 6.9). A ferruginização também é uma característica desta fácies, ocorrendo geralmente na forma de pontuações e concreções ferruginosas ou associada à fitoturbção recente ou a restos orgânicos.

6.1.4 - Areia com Laminação Plano-Paralela (Ap)

Esta fácies é constituída por areias quartzosas, de granulação fina, coloração amarelo acinzentada, apresentando como estrutura característica a laminação plano-paralela. Esta estrutura é realçada em algumas porções pela presença de níveis milimétricos de coloração mais escura, devido a maior proporção de material pelítico no

intervalo. Em alguns intervalos a estrutura não é aparente em nível mesoscópico e o material parece maciço (Figura 6.10).

Níveis milimétricos a centimétricos, essencialmente siltosos, são observados localmente, ressaltando a estrutura plano-paralela. Estruturas de sobrecarga são feições também presentes nesta fácies, destacada nos níveis siltosos mais espessos, que encontram-se deformados pelo afundamento dos sedimentos arenosos subjacentes.

6.1.5 - Silte Arenoso com Laminação Cruzada (SAx)

Esta fácies caracteriza-se pela presença de silte arenoso de coloração cinza a cinza esbranquiçado, com laminação cruzada, que é ressaltada por recobrimentos argilosos (*mud drapes*). A fração arenosa é predominantemente quartzosa, de granulometria muito fina, com grãos subangulares. Estruturas convolutas centimétricas também são observadas (Figura 6.11).

6.1.6 - Pelito e Areia com Acamamento Ondulado (PAo)

Nesta fácies, intercalações regulares e proporcionais de lâminas compostas por pelitos e areias siltosas, de coloração cinza são feições marcantes. Estas lâminas apresentam-se com espessura milimétrica a centimétrica (até 1 cm), contínuas e onduladas, definindo um acamamento ondulado (*wavy bedding*). As areias são quartzosas, de granulometria muito fina, e com formas angulares a subangulares.

Ocasionalmente, ocorrem afundamentos da camada arenosa sobre a argilosa, retratando o processo de formação de pseudonódulos (Figura 6.12).



1,5 cm

Figura 6.6 - Laminação plano-paralela da fácies PI evidenciada pela presença de níveis milimétricos de areia muito fina. Neste exemplo a bioturbação está presente (↓), embora ainda não oblitere a estruturação primária. Testemunho DDN - 057B, profundidade 0,4 - 0,5 m.



Figura 6.7 - Aspecto da fácies Pl onde observa-se a presença de níveis arenosos irregulares e a abundância de restos orgânicos. Testemunho DDN - 084, profundidade: 0,5 - 0,7 m.



1,5 cm

Figura 6.8 - Níveis arenosos milimétricos e laminações orgânicas associadas à fácies Pl. Testemunho DDN - 051, profundidade: 1,6 - 1,8 m.



1,5 cm

Figura 6.9 - Feição comumente observada na fácies PI, onde a estrutura primária está obliterada pela intensa bioturbação, ressaltada pela ferruginização. Testemunho DDN - 057B, profundidade: 0,6 - 0,8 m.



3,5cm

Figura 6.10 - Aspecto da fácies Ap, no qual a laminação plano-paralela não é bem definida.

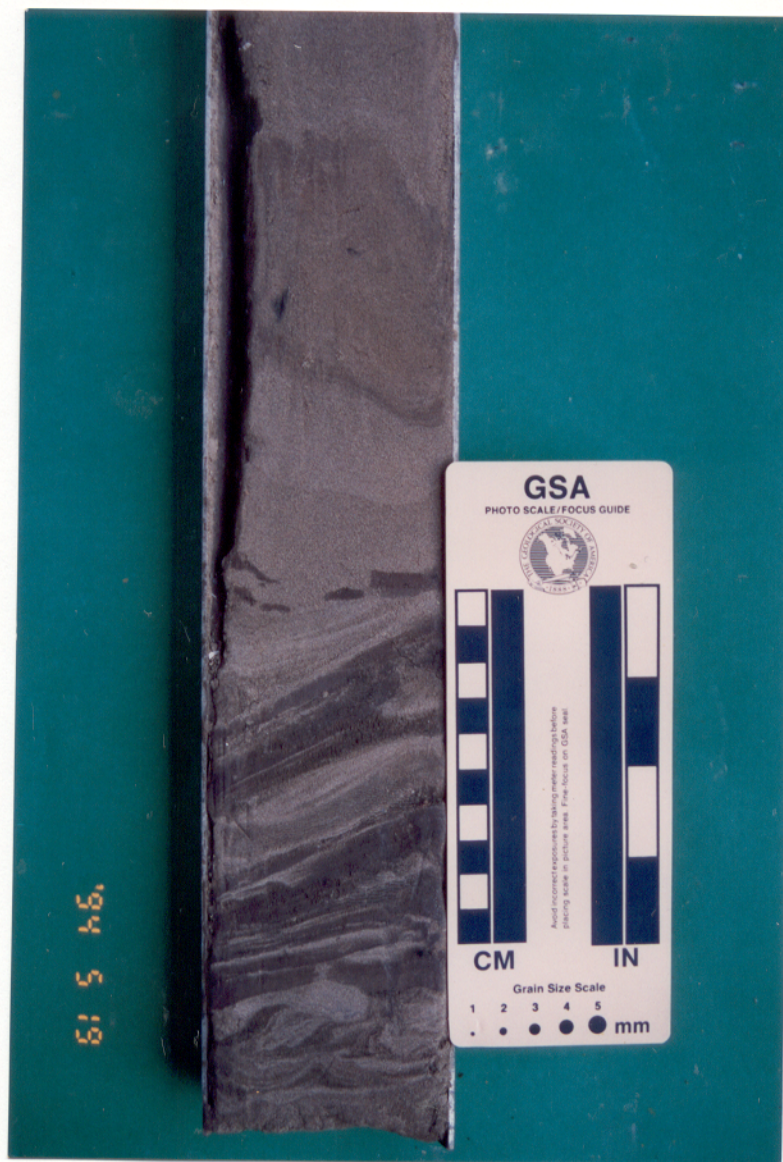


Figura 6.11 - Laminação cruzada nos níveis siltico arenosos da fácies SAX, evidenciada por recobrimentos argilosos. Convoluções são observadas na porção basal do intervalo. Neste exemplo a fácies SAX ocorre sotoposta pela fácies SAp. Testemunho DDN - 057B, profundidade: 3,2 - 3,5 m.



Figura 6.12 - Fácies APo definida por níveis milimétricos areno siltosos, ondulados, recobertos por níveis pelíticos, caracterizando o acamamento ondulado. Observar o desenvolvimento de pseudonódulos, pelo afundamento do material arenoso no material pelítico (↓). Testemunho DDN - 081, profundidade: 4,10 - 4,25 m.

6.1.7 - Pelito Rítmico (Pr)

Esta fácies é definida pela intercalação regular de camadas centimétricas (até 4 cm), contínuas e paralelas, compostas por silte ou argila, de coloração cinza. As camadas siltosas são mais espessas e, por vezes, apresentam pequenas ondulações (Figura 6.13).

Quando esta fácies ocorre em níveis superficiais é comum a presença de restos orgânicos milimétricos, carbonizados, que podem estar circundados por uma auréola ferruginosa.

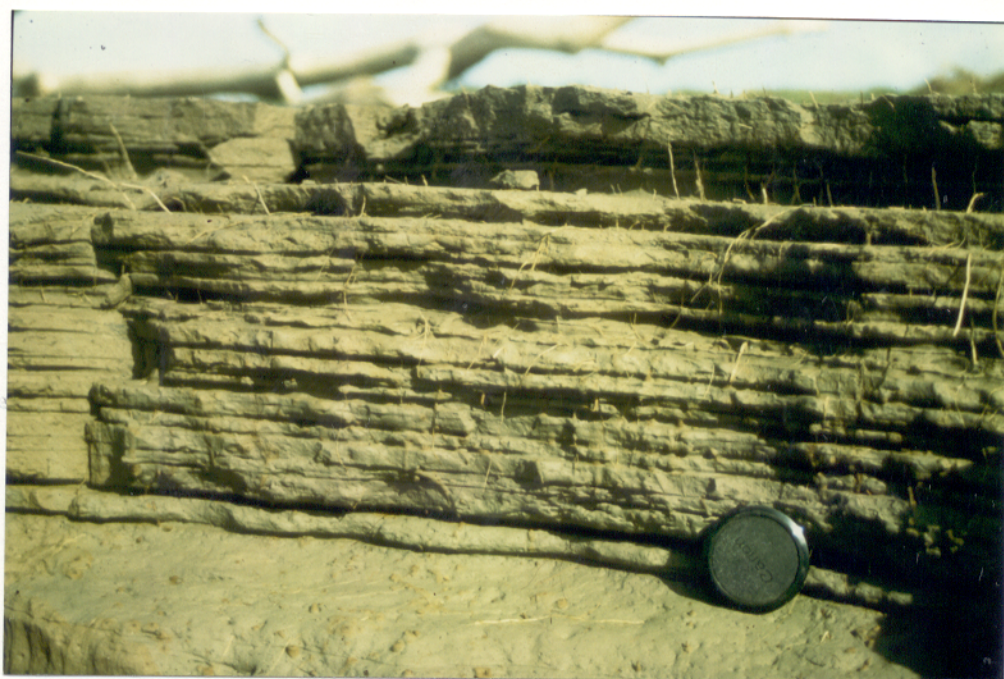


Figura 6.13 - Aspecto da fácies Pr, definida por bancos siltosos centimétricos, com superfície ondulada, recobertos por níveis argilosos menos espessos.

6.2 - ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES

6.2.1 - Unidade Araguari

Esta unidade engloba os depósitos de barra em pontal, planície de inundação, barra de canal e planície de intermaré, que estão diretamente associados ao sistema estuarino do Araguari, portanto, em desenvolvimento. Cada um destes depósitos é constituído por uma associação específica de fácies, embora uma mesma fácies possa repetir-se em mais de um depósito.

6.2.1.1 - Depósitos de Barra em Pontal

Esta associação engloba as fácies SAp, SAx e SAr, que constituem o perfil litoestratigráfico dos depósitos de barra em pontal, dos segmentos meandantes do sistema estuarino do rio Araguari.

Como foi definido anteriormente, estes depósitos estão relacionados à porção do sistema onde se desenvolvem meandros de maré, segundo o modelo proposto por DALRYMPLE et al. (1992). Neste trecho as variações de maré produzem impressões litológicas nos depósitos, que os diferencia daqueles cuja deposição é controlada essencialmente por processos fluviais.

A litoestratigrafia dos depósitos é representada por siltes arenosos com estratificação plano-paralela (fácies SAp), com recobrimentos argilosos entre os estratos e laminações de detritos orgânicos ocasionais. Intercalações rítmicas e milimétricas de níveis siltosos e arenosos (fácies SAr), associados ocasionalmente a leitos argilosos e

laminações orgânicas e, finalmente, siltes arenosos com estratificação cruzada (fácies SAx) complementam o perfil (Figuras 6.14, 6.15, 6.16 e 6.17).

O modelo clássico inicial de litofácies para os depósitos de barra em pontal, foi o modelo de granodecrescência ascendente (*fining upward*), desenvolvido por ALLEN (1963) e posteriormente detalhado por ALLEN (1965 e 1970). De acordo com este modelo, nos sistemas meandantes em que existe uma ampla faixa granulométrica disponível, há uma tendência à granodecrescência ascendente dos sedimentos, que é acompanhada por um progressivo decréscimo na escala das estruturas sedimentares características (Figura 6.18).

De acordo com ALLEN (1965 e 1970), este *trend* granulométrico resulta de um decréscimo na velocidade do fluxo com a diminuição da profundidade da lâmina d'água, quando este ascende o declive da barra em pontal. Este gradiente de energia é função do sistema de fluxo helicoidal, que apresenta uma componente principal na direção do fluxo do canal, e outra lateral, que na superfície da água flui em direção ao lado externo do meandro, provocando erosão, e atravessa o fundo do canal na direção da barra em pontal, controlando o mecanismo de deposição (Figura 6.18).

Inúmeras variações no modelo inicial de granodecrescência ascendente têm sido propostas por diversos autores, em função da evolução da pesquisa nos sistemas fluviais.

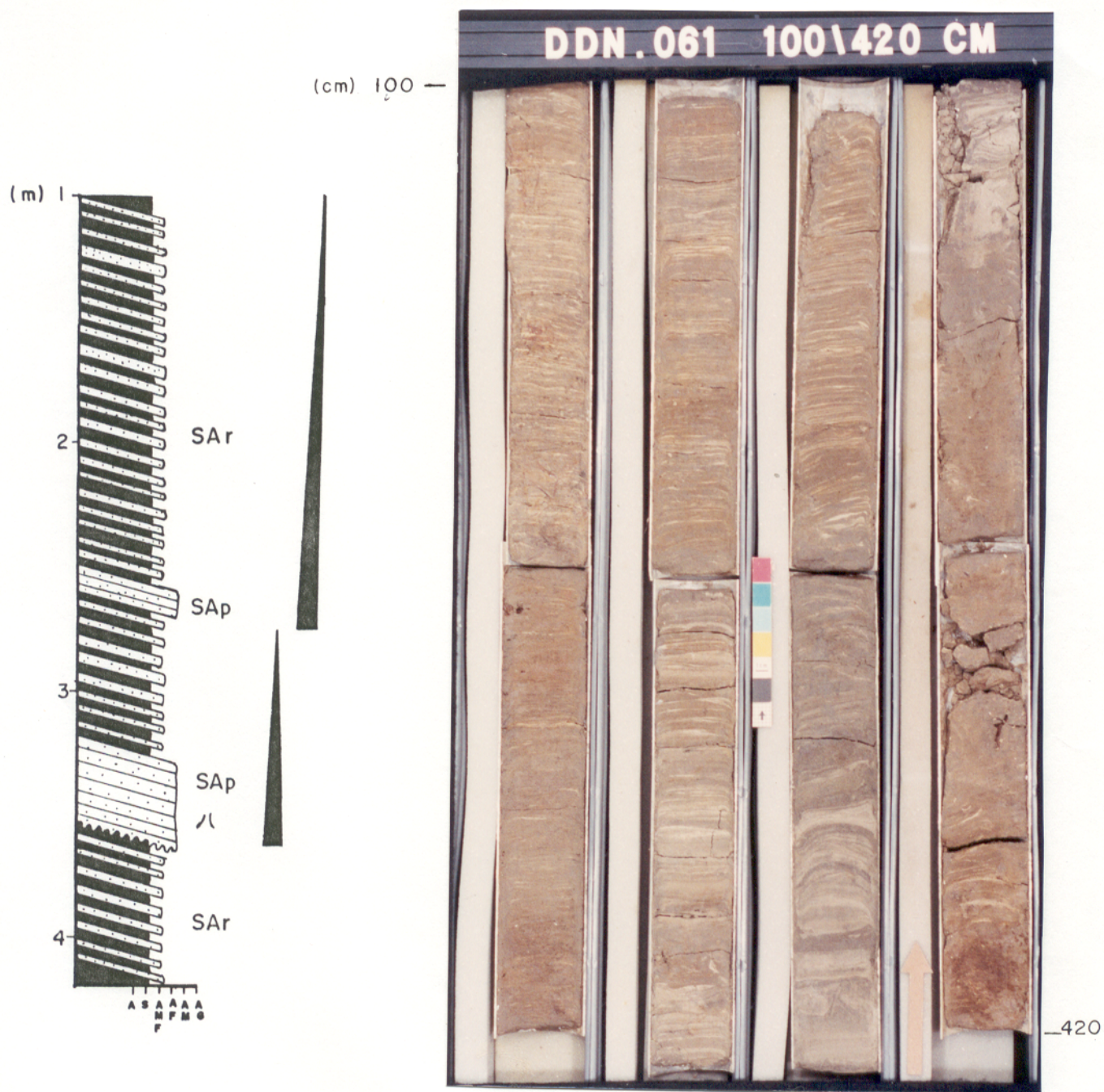


Figura 6.14 - Testemunho destacando o perfil estratigráfico do depósito de barra em pontal de Vista Alegre, na qual são observados dois ciclos de granodecrescência ascendente, ou duas unidades inclinadas da estratificação cruzada heterolítica, definidas pela sucessão das fácies SAp e SAR. Uma discordância erosiva separa o ciclo inferior da fácies SAR subjacente. Simbologia segundo o anexo.

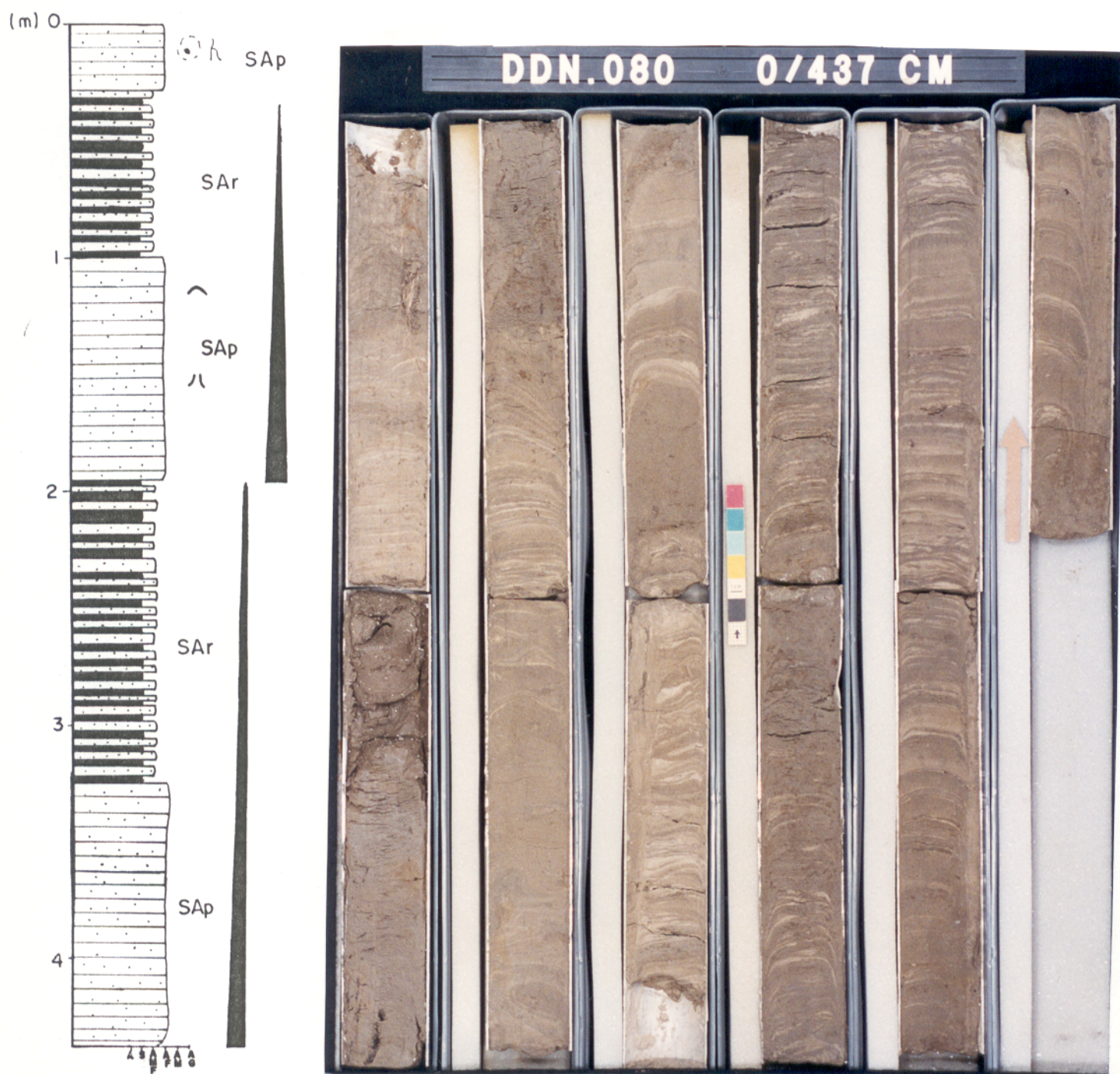


Figura 6.15 - Estratigrafia do depósito de barra em pontal do Tabaco destacada pelo testemunho. Dois ciclos completos de granodecrescência ascendente são observados, definidos pelas fácies SAP e SAR, que representam as camadas homolítica e heterolítica de uma unidade inclinada de ECH. Simbologia segundo o anexo.



Figura 6.16 - Testemunho destacando o perfil estratigráfico do depósito de barra em pontal de Paraíso, sobreposto por depósitos de planície de inundação, definidos pela fácies PI. Observa-se um ciclo completo de granodecrescência ascendente. Simbologia segundo o anexo.

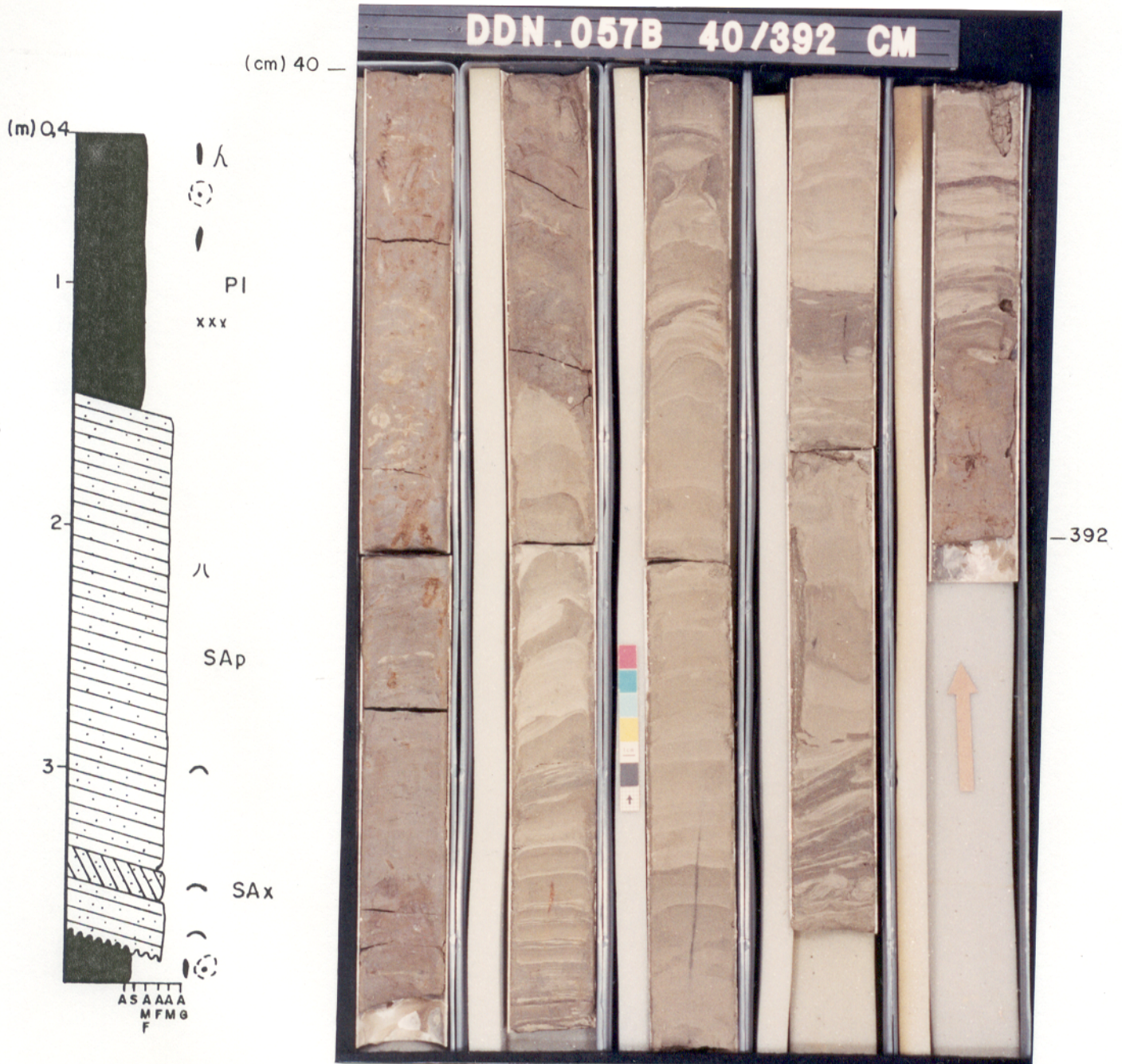


Figura 6.17 - Sucessão de fácies dos depósitos de barra em pontal do Paraíso, destacada no perfil estratigráfico, na qual apenas a camada homolítica está representada pelas fácies SAp e SAx, que é sobreposta por depósitos de planície de inundação, definidos pela fácies PL. Uma discordância erosiva separa estes sedimentos da fácies PI subjacente. Simbologia segundo o anexo.

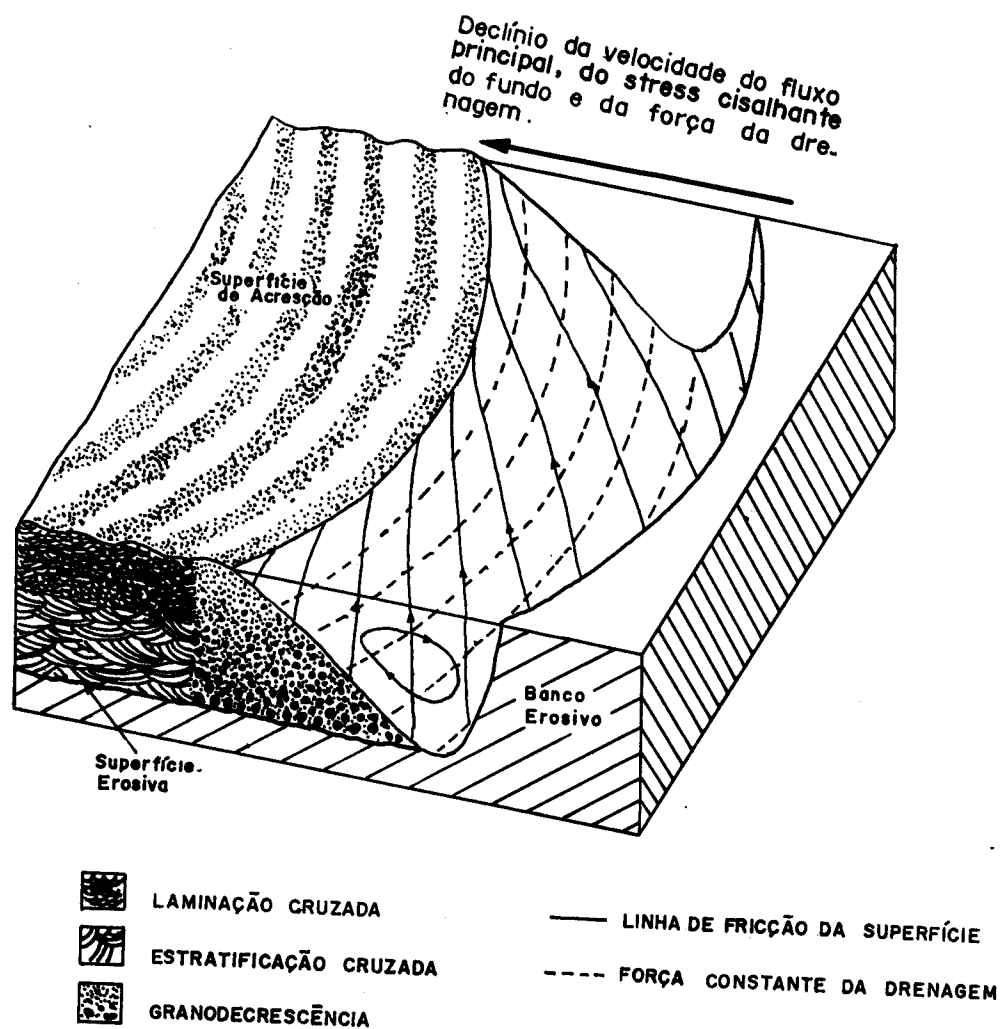


Figura 6.18 - Modelo de granodecrescência ascendente para os depósitos de barra em pontal e comportamento do fluxo no canal meandrante. Fonte DAVIS (1983).

THOMAS et al. (1987) introduziram o termo estratificação cruzada heterolítica (ECH), para definir os estratos paralelos a subparalelos que possuem um mergulho deposicional original, que ocorrem em unidades sedimentares heterogêneas, como as barras em pontal. Segundo estes autores, as ECH são constituídas por unidades inclinadas individuais, cujo empilhamento define *sets*, que agrupados definem *cosets*. Uma unidade de ECH consiste de uma camada normalmente gradada ou de um par constituído por uma camada grosseiramente granulada, de natureza homolítica, e outra finamente granulada, de natureza heterolítica. (Figura 6.19).

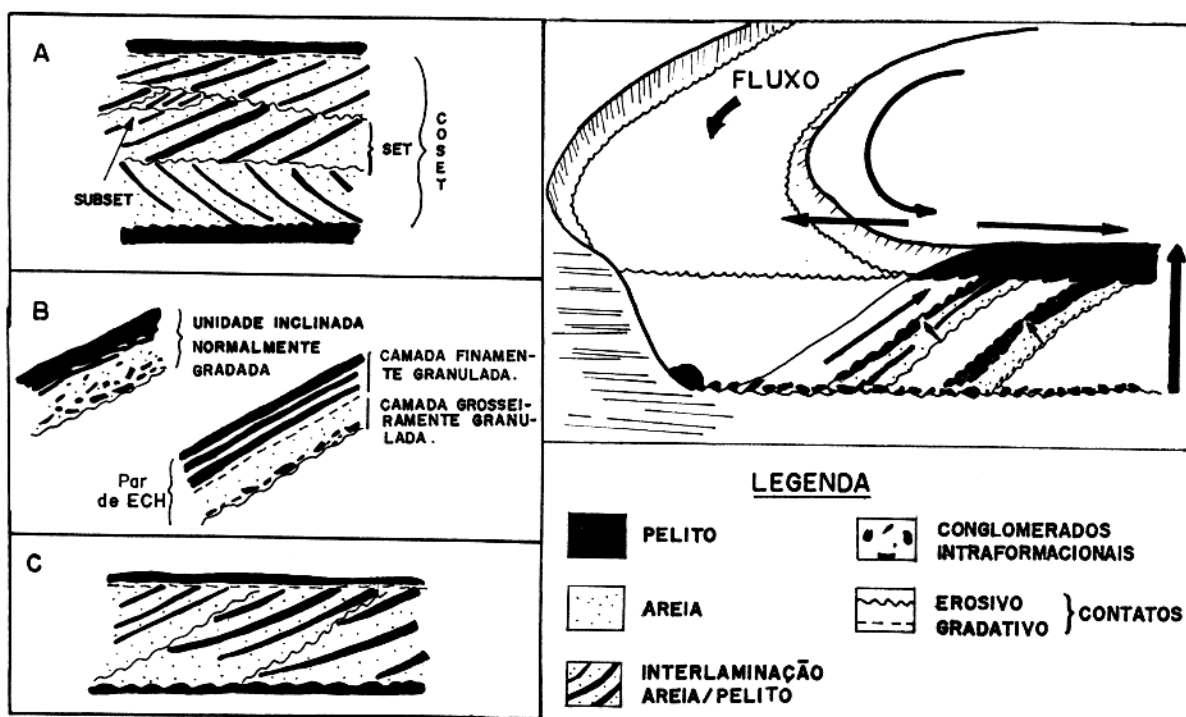


Figura 6.19 - Nomenclatura proposta para a descrição da estratificação cruzada heterolítica (ECH) e distribuição da unidade inclinada no depósito de barra em pontal: (A) coset de ECH composto por três sets empilhados; (B) litologia das unidades inclinadas, definida por um leito com gradação normal interna ou por camadas homolíticas e heterolíticas, grossas e finamente granuladas, respectivamente; (C) coset inclinado de ECH formado por três sets imbricados; (D) distribuição das unidades inclinadas no depósito de barra em pontal e os possíveis trends de granodecrescência (↓).

Nos depósitos de barra em pontal do rio Araguari, podem ser definidos os sets de ECH de THOMAS et al. (1987), admitindo-se que cada associação das fácies SAp e SAr, representa uma unidade inclinada de ECH, que define um par composto por uma camada homolítica (fácies SAp) e uma camada heterolítica (fácies SAr).

A dominância dos litotipos finamente granulados, bem como a associação das fácies SAp e SAr, que nesta ordem definem um padrão de granodecrescência ascendente, são características comuns a todos os testemunhos coletados nos depósitos de barra-em-pontal do rio Araguari (Figuras 6.14, 6.15, 6.16 e 6.17).

Nos testemunhos DDN-061 e DDN-080 podem ser inferidos até três unidades inclinadas de ECH ou episódios sucessivos de deposição. No testemunho DDN-061 foram identificadas duas unidades completas, e na base do perfil parte de uma camada heterolítica é separada da unidade sobrejacente por uma discordância erosiva (Figura 6.14). No testemunho DDN-080 todas as unidades inclinadas apresentam contatos concordantes (Figura 6.15).

No testemunho DDN-057A apenas uma unidade inclinada foi identificada (Figura 6.16), enquanto que no DDN-57B a unidade está representada apenas pela camada homolítica (Figura 6.17).

Nos outros testemunhos coletados nos depósitos de barra em pontal características semelhantes são encontradas.

A inclinação das superfícies das ECH foi inferida, pois não pode ser bem caracterizada a partir de testemunhos, devido a fatores como: descontinuidade lateral da observação, deformação causada pela amostragem ou falta de orientação no corte dos

testemunhos o que produz uma atitude aparente das estruturas. Porém, as observações de campo revelam a inclinação da superfície da barra em pontal.

Nos depósitos de barra-em-pontal do rio Araguari há uma hierarquia nas diversas escalas de ciclos de granodecrescência ascendente, sendo a principal definida pela junção das fácies SAp e SAr. Dentro da fácies SAr, que representa a camada heterolítica, observa-se em alguns intervalos a diminuição da espessura dos leitos arenosos e/ou aumento da proporção de pelitos para o topo (Figura 6.4). Além disso, internamente à fácies SAr, ciclos granodecrescentes de escala milimétrica são identificados, constituídos pelos pares silte-areia (Figuras 6.2 e 6.3). Este arranjo estrutural define a estruturação ECH do tipo complexo, o que, segundo THOMAS et al. (1987), requer a superimposição de vários tipos diferentes de eventos deposicionais. A espessura de cada par homolítico/heterolítico é proporcional à magnitude, duração e frequência dos processos sedimentares responsáveis por sua formação, bem como à largura e profundidade do canal.

As características da estruturação ECH nos depósitos do estuário do rio Araguari assemelham-se aos estudados por Smith apud THOMAS et al. (1987), nos depósitos de sistemas influenciados por regimes de mesomarés. Este autor acredita que os pares homolítico/heterolítico são produto da alternância de eventos sazonais que produzem variações no nível d'água do rio. A camada homolítica (fácies SAp) seria depositada durante o período de cheias a heterolítica (fácies SAr) durante o período de águas baixas. As laminações de escala milimétrica dentro da camada heterolítica são

interpretadas como produto de deposição influenciada por ciclos de maré, durante a estação de baixo fluxo fluvial.

A influência dos ciclos de maré é fundamental para o desenvolvimento dos ritmitos da fácies SAr, sendo igualmente importante durante a deposição da camada homolítica, visto que as marés são um evento ininterrupto, que atua também durante as cheias fluviais, embora neste caso seus efeitos sejam atenuados pelo aumento da intensidade das correntes fluviais em função do aumento da descarga.

A influência de maré na camada homolítica é observada pelos aspectos da estruturação rítmica dentro da fácies SAp, que articula níveis centimétricos síltico arenosos com níveis milimétricos pelíticos e arenosos (Figura 6.20). A presença de níveis pelíticos recobrindo os estratos síltico-arenosos das fácies SAp e SAx, bem como a presença de laminações de detritos orgânicos também são indicativas de variações nas condições de fluxo, que permitem a deposição da carga de suspensão.

SMITH (1987) definiu um *trend* de litofácies nos depósitos de barra em pontal que ocorrem tipicamente em rios meandrantos influenciados por maré em sistemas estuarinos. Propôs três modelos de litofácies que podem ocorrer em um sistema flúvio-estuarino, que começa, na porção mais proximal, com depósitos fluviais arenosos, seguidos por depósitos de baixa energia fluvial ou influenciados por micromarés e finalmente depósitos influenciados por mesomarés. A tendência das fácies nesta ordem é a diminuição da proporção de areia em relação a argila (Figura 6.21).

Os depósitos da porção meandrante do estuário do rio Araguari apresentam características semelhantes aos depósitos mais distais do modelo de SMITH (1987), ou

seja, aqueles depositados sob a atuação de regime de marés. As condições energéticas desta porção do estuário que propiciaram a deposição de sedimentos finamente granulados, são condizentes com o modelo de DALRYMPLE et al. (1992), destacado na Figura 4.3, que consideram o segmento meandrante como a porção de mais baixa energia do sistema.



Figura 6.20 - Estrutura rítmica observada na fácies SAp. Intervalos centimétricos siltico arenosos separados por níveis milimétricos arenosos e siltosos definem esta ritmicidade. Testemunho DDN - 057B, profundidade: 1,2 - 1,6 m.

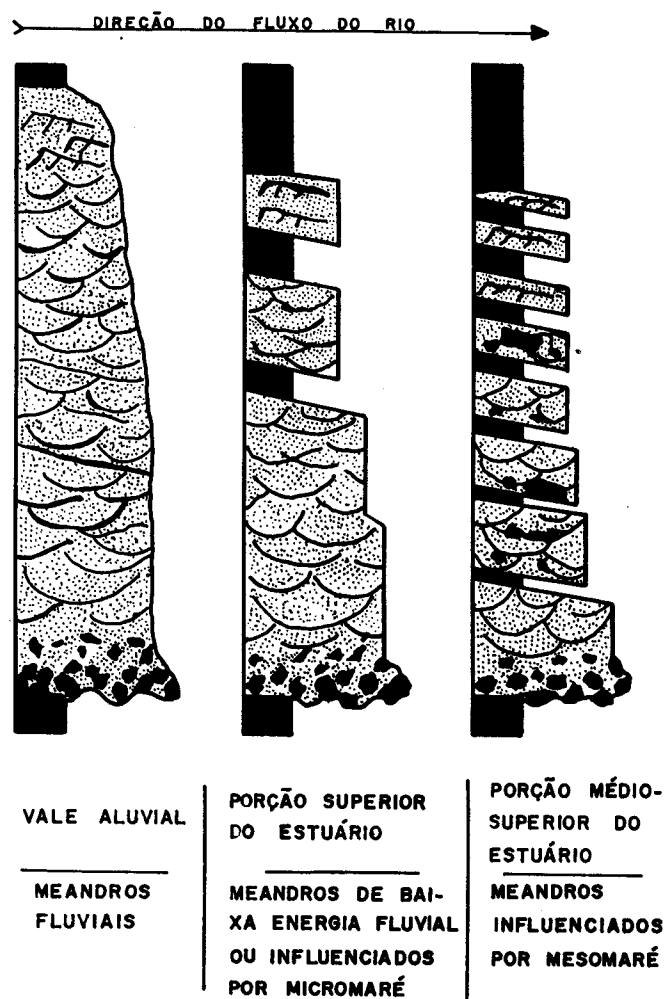


Figura 6.21 - Classificação tripartite de litofácies para os depósitos de barra em pontal associados aos canais meandrantés em sistemas estuarinos, proposta por SMITH (1987).

6.2.1.2 - Depósitos de Barra de Canal

Esta associação de fácies engloba os sedimentos de barra de canal, estudados nos testemunhos DDN-061 e DDN-082, localizados na Ilha Campo Alegre e Cinco Marias, que atingem 3,4 e 1,65 m de profundidade, respectivamente. A fácies SAr é a única que está representada nos testemunhos, sendo definida pela intercalação de leitos milimétricos de silte e areia muito fina, contínuos ou não. Estruturas de escape de fluidos, como convoluções são feições características destes depósitos (Figura 6.22).

As barras de canal são feições deposicionais características e, portanto, melhor estudadas nos sistemas fluviais entrelaçados (*braided*). Nos sistemas meandantes as características deste tipo de depósito ainda não foram bem difundidas na literatura.

COLEMAN (1969) descreve em detalhe os processos e feições das barras de canal meandrante do rio Brahmaputra, localizadas nas suas porções mais distais, quando este atinge a planície deltáica. A sequência vertical dos depósitos de barra de canal deste rio foi dividida, da base para o topo, em quatro zonas, denominadas A, B, C e D, que são ilustradas e sumarizadas na Figura 6.23. A sequência mostra uma tendência ao decréscimo na escala das estruturas e granulometria dos sedimentos para o topo.

A fácies SAr definida nos depósitos de barra de canal do rio Araguari pode ser correlacionada à Zona C do modelo de COLEMAN (1969), e suas porções superficiais, obliteradas por bioturbação e oxidação, podem ser correlacionadas à Zona D deste mesmo autor.

A deposição destes depósitos no estuário do rio Araguari é comandada pelo processo de acreção vertical associado a atuação dos ciclos de maré.

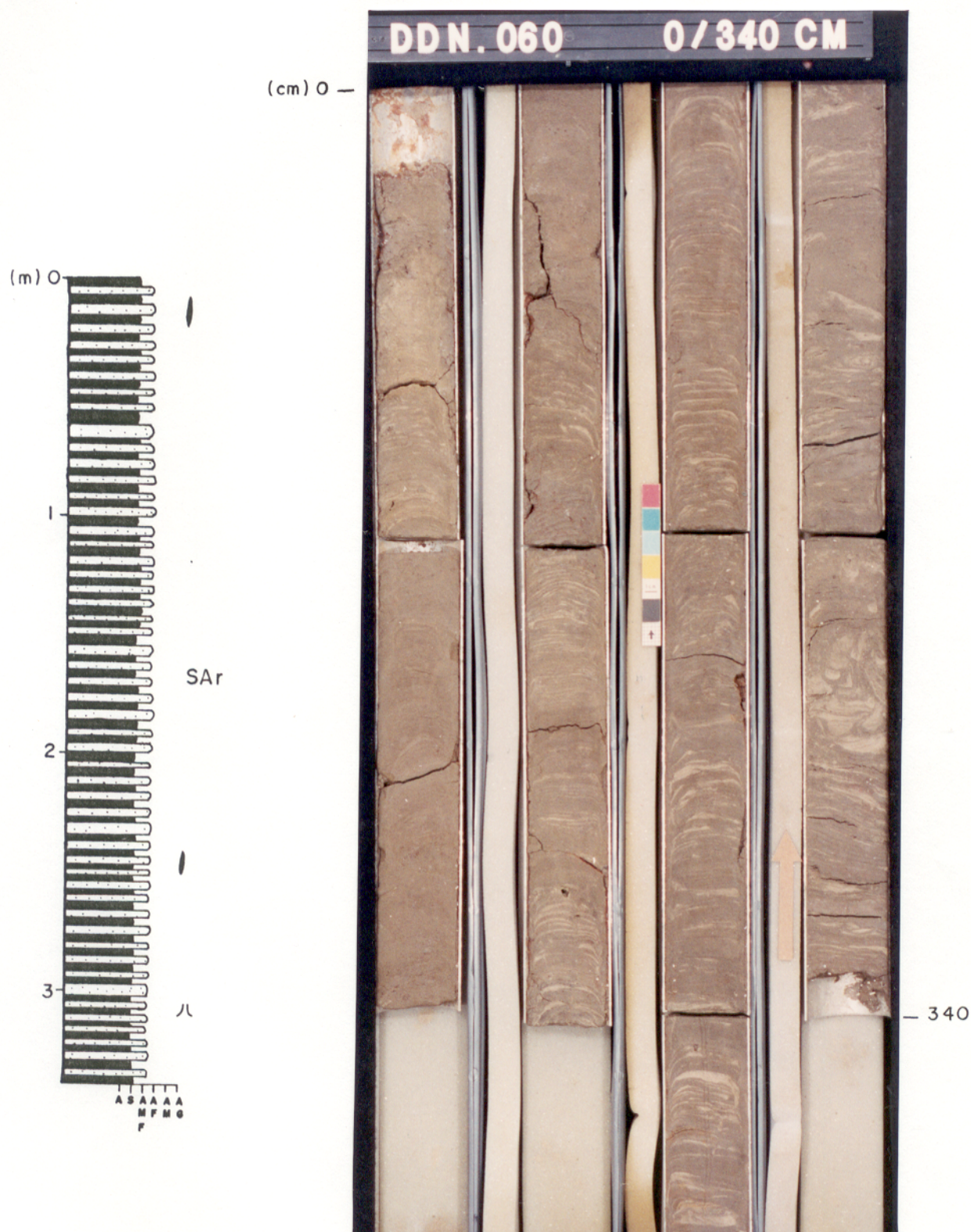


Figura 6.22 - Estratigrafia do depósito de barra de canal da ilha do Campo Alegre, representada especificamente pela fácies SAR. Simbologia segundo o anexo.

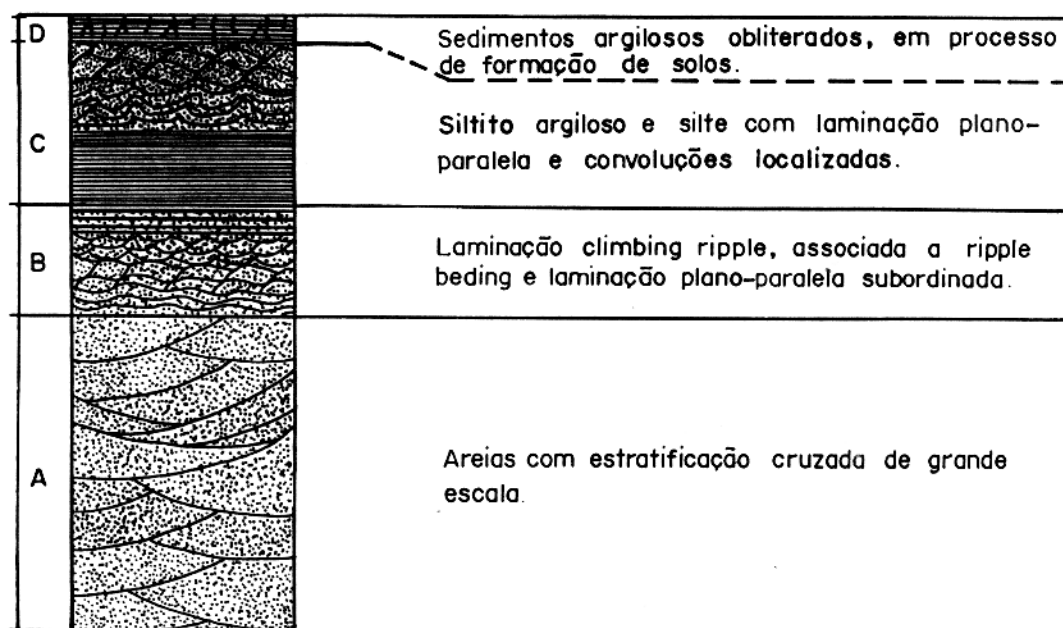


Figura 6.23 - Litoestratigrafia dos depósitos de barra de canal do rio Brahmaputra, descrita por COLEMAN (1969).

6.2.1.3 - Depósitos de Planície de Intermaré.

Este depósito engloba as fácies SAp, Ap e Pr, sendo que nas porções mais proximais do depósito, ou seja, quando este ocorre no segmento retilíneo final do canal do rio Araguari, é constituído pelas fácies SAp e Pr, enquanto que nas porções litorâneas apresenta-se representado essencialmente pela fácies Ap.

A associação das fácies SAp e Pr constitui uma sucessão definida por siltes arenosos com laminação plano-paralela, ocorrendo intervalos centimétricos (até 5 cm) onde se distinguem laminações cruzadas, laminações orgânicas e recobrimentos argilosos (Figura 6.24). Ritmitos (Pr) definidos por intercalações de lâminas siltico arenosas e siltosas, com ocorrência restrita de laminações orgânicas complementam o perfil (Figura 6.25).

Nas porções litorâneas do estuário do Araguari os depósitos de planície de intermaré são constituídos essencialmente pela fácies Ap. São areias finas, com laminação plano-paralela, presente apenas em alguns intervalos, ou maciças. Os arenitos tornam-se mais siltosos em algumas porções, adquirindo coloração mais escura. Níveis essencialmente siltosos, laminados, ocorrem ocasionalmente, desenhando estruturas de sobrecarga com os arenitos subjacentes (Figura 6.26).

Nas porções litorâneas dos depósitos de planície de intermaré do rio Araguari, somente foi possível o estudo de um testemunho (HIV), porém V. Santos (comunicação verbal), estudando outro testemunho relacionado a estes depósitos, faz referência à intervalos onde as areias apresentam estratificação cruzada e intervalos milimétricos de laminações areia/argila.



Figura 6.24 - Recobrimentos argilosos inclinados associados à fácies SAp (a). Na porção superior do testemunho notar a presença de laminações orgânicas associadas à fácies Pr (b). Testemunho DDN - 056.

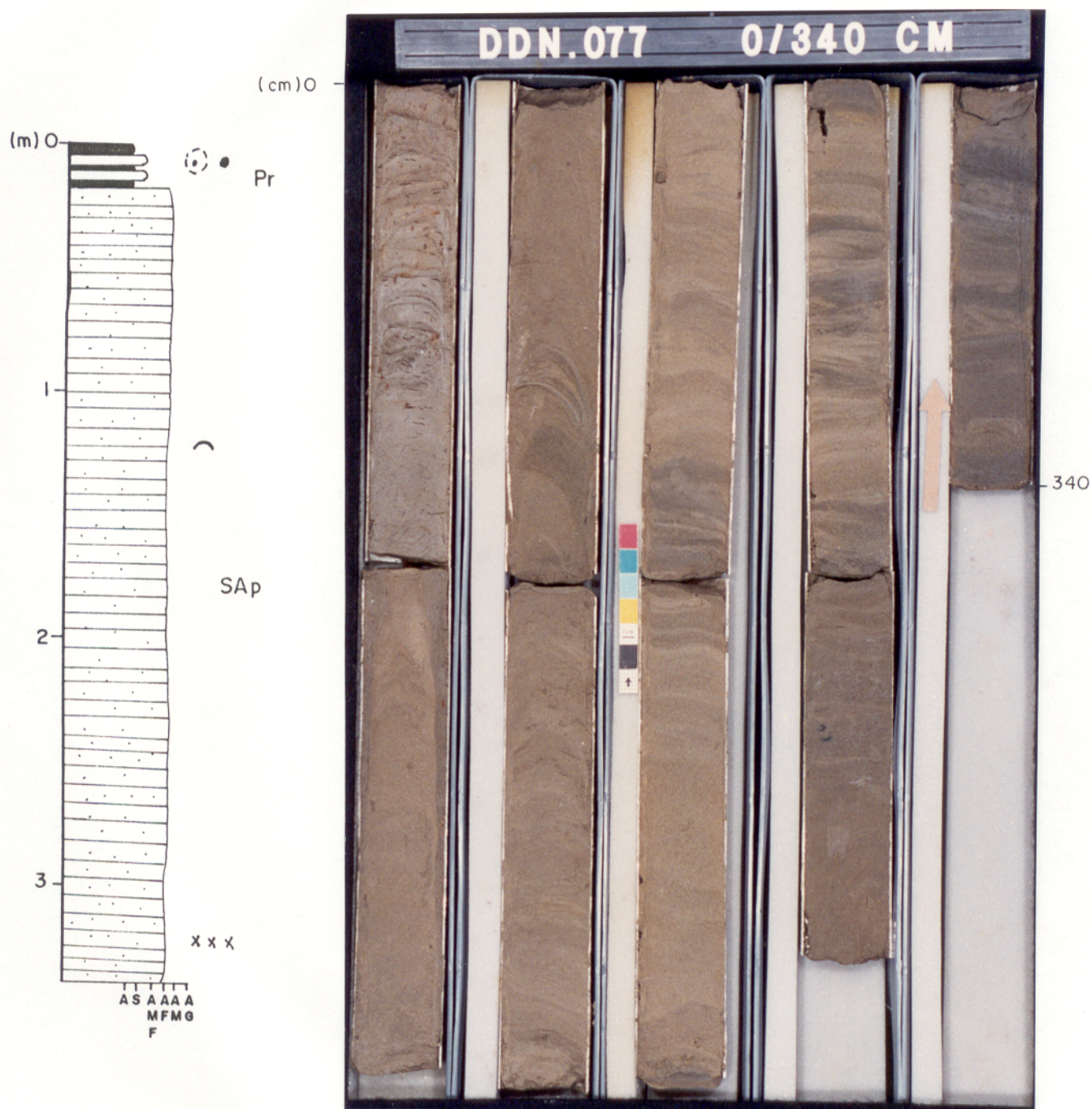


Figura 6.25 - Testemunho destacando a estratigrafia das porções proximais dos depósitos de planície de intermaré, definida pelas fácies SAp e Pr. Simbologia segundo o anexo.



Figura 6.26 - Estratigrafia dos depósitos de planície de intermaré nas porções litorâneas, definida por areias com laminação plano-paralela (fácies Ap). Simbologia segundo o anexo.

Os depósitos de intermaré foram caracterizados por ALLISON (1993) e MENDES (1994) na desembocadura dos principais rios que deságuam no litoral do Amapá, como o Flechal, Calçoene, Amapá Grande e o Araguari. Receberam a denominação morfológica de “Zonas de Deposição Efêmeras”, sendo seus depósitos definidos como planícies de maré arenosas (*sand tidal flats*), cuja origem estaria vinculada a descarga detrítica dos rios, associada a ação de correntes de maré e ondas.

A disposição das fácies nos depósitos de intermaré do rio Araguari, mostra uma granocrescência dos sedimentos em direção ao mar aberto, visto que nas porções proximais os depósitos são compostos por litotipos predominantemente pelíticos, exemplificados pelas fácies SAp e Pr, enquanto que nas porções litorâneas dominam os sedimentos mais grossos, a exemplo dos arenitos da fácies Ap. Esta granodecrescência é compatível com os modelos propostos na literatura, que definem nas planícies de intermaré áreas onde individualizam-se porções dominadas por pelitos no limite da maré alta, que gradam para porções dominadas por areia no limite da baixa mar.

A presença de fácies de maré como a Pr, de recobrimentos argilosos e laminações orgânicas associadas aos litotipos arenosos (fácies SAp e Ap), além das estruturas tipo acamamento ondulado, citadas por ALLISON (1993) e MENDES (1994), sugerem a dominância dos processos de maré controlando a deposição das fácies.

6.2.1.4 - Depósitos de Planície de Inundação

Os depósitos de planície de inundação do rio Araguari são caracterizados exclusivamente pela fácies Pl, e neste caso formando depósitos de até 3,5 m de espessura,

constituídos por pelitos (siltitos e/ou argilitos) laminados plano-paralelamente, com esporádicos leitos milimétricos de areia fina a muito fina, laminações de detritos orgânicos e detritos orgânicos (sementes, raízes, madeira) milimétricos a centimétricos, dispersos no material pelítico. Nas porções superficiais são obliterados por bioturbações e afetados por processos pedogenéticos (Figuras 6.27 e 6.28).



Figura 6.27 - Depósito de planície de inundação associado à barra em pontal de Paraíso. A estruturação primária, definida pela laminação plano-paralela, é obliterada pela intensa bioturbação que ocorre em níveis superficiais. Neste exemplo a ferruginização está intimamente associada à bioturbação. Testemunho DDN - 057B, profundidade: 0,4 - 1,6 m.



Figura 6.28 - Depósito de planície de inundação associado às margens do rio Araguari. Notar que a estruturação primária observada nas porções basais do testemunho torna-se obliterada para o topo, havendo também um aumento na intensidade da ferruginização neste sentido.

De acordo com LEOPOLD et al. (1964) dois processos são responsáveis pela formação da maioria das planícies de inundação: deposição na porção superior dos depósitos de barra em pontal e deposição em áreas adjacentes ao canal, a partir do fluxo das cheias.

Os depósitos de planície de inundação do rio Araguari foram caracterizados nestes dois ambientes, estando os primeiros exemplificados sobre as barras em pontal do Paraíso (Figuras 6.16, 6.17 e 6.27), e os outros nas porções marginais do rio Araguari ou de seus principais afluentes (Figura 6.28).

A gênese de ambos os tipos de depósitos está relacionada ao período de cheias dos rios, cujo mecanismo principal é a acreção vertical a partir do processo de deposição por suspensão em águas paradas. O meio deposicional é de baixa energia, sendo os esparsos leitos arenosos depositados em função das suaves variações na velocidade do fluxo, pela atuação de correntes episódicas.

A deposição por suspensão de intervalos mais espessos que 2,5 cm tem sido motivo de debates entre diversos autores, pois cálculos usando variações da velocidade de deposição e concentração de sedimentos suspensos, têm mostrado que leitos pelíticos desta espessura, não podem formar-se por simples deposição por suspensão durante um único intervalo de águas paradas. Este problema pode ser minimizado quando se considera que os pelitos tenham sido depositados não como partículas individuais de granulometria silte ou argila, mas como agregados maiores, de mais alta velocidade de deposição, tais como flocos, pelotas fecais e intraclastos (THOMAS et al. 1987).

O desenvolvimento de espessas sequências pelíticas nos depósitos de planície de inundação do rio Araguari foram provavelmente elaboradas em sucessivos eventos deposicionais ou cheias sazonais, a partir do processo de floculação e deposição.

A intensa bioturbação observada em algumas porções dos depósitos é produto principalmente da perfuração de raízes nos sedimentos, visto que estas áreas no período de estiagem são colonizadas por vegetação rasteira. Exposições mais longas do perfil argiloso induzem à formação de solos e oxidação dos sedimentos.

A expressiva quantidade de matéria orgânica presente nestes sedimentos, sugere que as áreas colonizadas por florestas, estabelecidas em grande parte das margens do rio Araguari (Figura 3.9), sejam as principais fontes supridoras destes detritos, além de funcionarem como estabilizadoras de suas margens.

6.2.2 - Unidade Pré-Araguari

O estudo desta unidade seguiu uma abordagem metodológica convencional, utilizada no estudo das rochas sedimentares, caracterizando-se suas fácies constituintes e a partir daí, interpretando e relacionando-as ao ambiente deposicional. Desse modo então, duas associações foram individualizadas, denominadas informalmente de A e B.

6.2.2.1. - Associação A

Esta associação engloba as fácies SAp, SAr e PAo, que definem uma sucessão estratigráfica cuja deposição se deu em ambiente de planície de maré, mais especificamente na zona de intermaré.

Constitui-se por siltes arenosos com laminação plano-paralela (fácies SAp), a qual comumente estão associados recobrimentos argilosos e laminações de detritos orgânicos. Feições comumente observadas são estruturas convolutas nas estratificações, bem como estruturas de sobrecarga e formação de pseudonódulos na interface de níveis pelíticos e arenosos. Ocorrem ainda ritmitos silte/areia (SAr) que definem a estruturação típica de acamamento de maré, além de interlaminações milimétricas de níveis pelíticos e arenosos com acamamento ondulado (*wavy*). Nos níveis superficiais dos depósitos são comuns pontuações ferruginosas, geralmente associadas a restos orgânicos carbonizados. Bioturbação expressa por formas tubulares, com aproximadamente 15 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro, revestidas por uma película ferruginosa, são observadas na sequência (Figura 6.29).

O ambiente da planície de maré apresenta estruturas específicas que ocorrem no registro geológico. Dentre as feições características destes depósitos, segundo KLEIN (1977) e NIO & YANG (1989), destacam-se o acamamento de maré, acamamento ondulado (*wavy*), recobrimentos argilosos (*mud drapes*), superfícies de reativação, pseudonódulos (convoluções). Algumas destas características foram observadas nos sedimentos da Associação A, sugerindo que esta foi formada em ambiente de planície de maré.



Figura 6.29 - Sucessão faciológica dos depósitos de planície de maré da Associação A, definida pelas fácies SAP, SAR e PAo. Simbologia segundo o anexo.

A fácies SAr ocorre na maioria das outras associações de fácies já citadas, porém, nesta ela mostra características específicas que levam a crer que seu processo deposicional está relacionado, especificamente, a atuação de ritmos de maré. O desenvolvimento de camadas finamente laminadas de areia e pelitos, tal como é observado na fácies SAr, está relacionado a mudanças na velocidade da corrente durante um ciclo de maré. A deposição da carga de fundo dá-se durante as fases de mais alta velocidade do fluxo de um ciclo de maré, através das correntes de enchente ou vazante, enquanto a deposição por suspensão ocorre em períodos de mais baixa velocidade do fluxo ou durante a parada das marés alta e baixa (estofa de maré). Este processo, segundo Reineck & Wunderlick apud KLEIN (1977), é responsável pelo desenvolvimento de estruturas como acamamento de maré e acamamento ondulado (*wavy*).

SHI (1991) admite a existência de variações cíclicas verticais na sucessão de leitos areia/pelito no acamamento de maré, e sugere que eles se formaram durante a ciclicidade da maré quadratura-sizígia-quadratura (*neap-spring-neap*). Os leitos mais espessos de areia ou pelito se formariam durante as marés de sizígia, enquanto os leitos mais finos refletem deposição durante o período da maré de quadratura. Estas características estão bem definidas nos ritmos que ocorrem na Associação A (fácies SAr - Figura 6.30), permitindo, com segurança, associar sua formação aos ciclos de maré.

A presença do acamamento ondulado (*wavy*), tal como observado nesta associação (Figura 6.31), também é típica, embora não específica, de ambiente de planície de maré. O processo de formação desta estrutura também está relacionado às variações do

fluxo das correntes, devido aos ciclos de maré, sendo que durante a deposição da areia, pequenas ondas se desenvolvem e são recobertas por pelitos.



Figura 6.30 - Variação de espessura dos leitos no acamento de maré, que gradam de filmes menores que 1mm para lâminas com até 1,5cm.

NIO & YANG (1989) admitem que a presença de recobrimentos argilosos (*mud drapes*) em uma sucessão de fácies, seja importante como critério para identificação de sedimentos depositados em ambientes influenciados por marés. Segundo estes autores, a deposição de areia ocorreria durante a atuação do estágio de corrente dominante,

enquanto a deposição de pelitos resultaria da diminuição da velocidade ou parada do fluxo d'água, durante a estofa da maré. Nos sedimentos desta associação são verificados recobrimentos argilosos e laminações de detritos orgânicos, para os quais propõe-se gênese semelhante (Figura 6.31).

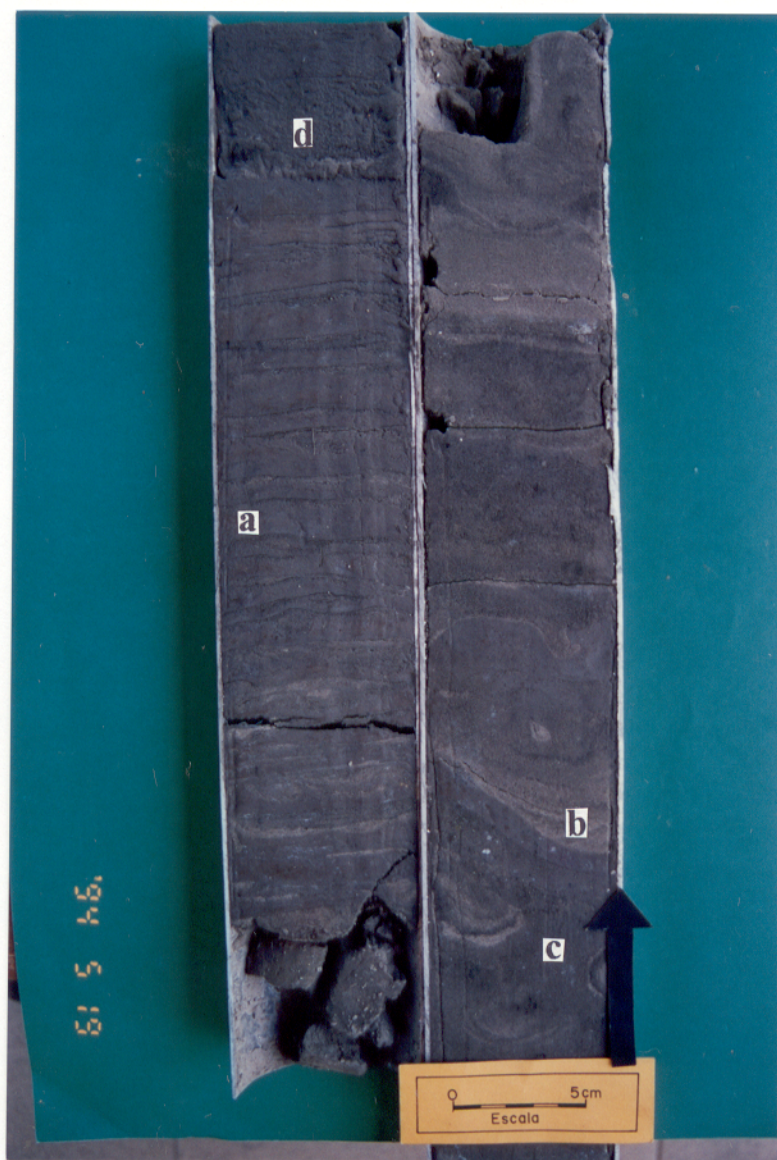


Figura 6.31 - Estruturas indicadoras de ambiente de planície de maré observadas na Associação A: (a) acamamento ondulado; (b) recobrimentos argilosos; (c) convoluções e (d) superfície de reativação. Testemunho DDN - 081, profundidade: 4,0 - 4,8m.

O desenvolvimento de pseudonódulos e convoluções, observadas nos sedimentos da Associação A, segundo KLEIN (1977), dá-se pelo processo de compactação diferencial, como um fenômeno fundamentalmente de natureza diagenética. Ocorrem em resposta ao grau de coesão dos materiais, conteúdo de água diferencial e contraste de densidade entre as litologias. Finalmente, as superfícies de reativação, que também ocorrem nos sedimentos da Associação A (Figura 6.31), são consideradas por NIO & YANG (1989) como feições que desenvolvem-se em função da instabilidade de fluxo, comuns em ambiente de planície de maré.

As planícies de maré englobam três zonas distintas, denominadas de submaré, intermaré e supramaré, que são definidas em função dos limites entre o nível de maré alta e o de maré baixa, e que apresentam características sedimentológicas distintas (Figura 6.32). Devido o decréscimo das velocidades de corrente em direção ao continente, os sedimentos passam de arenosos, nas zonas de submaré, até pelíticos, nas zonas superior de intermaré e supramaré, sendo que nesta última podem desenvolver-se pântanos e mangues (DALRYMPLE et al., 1992).

As zonas de intermaré compreendem suaves planícies com mergulho ($<1^\circ$) em direção ao mar, que são dissecadas por canais de maré, e desenvolvem-se entre o nível de maré alta o de maré baixa (ELLIOTT, 1986). Devido o decréscimo das correntes, os sedimentos na planície de intermaré passam de arenosos a pelíticos em direção ao continente, o que permite a individualização de três zonas distintas, denominadas de planície lamosa, planície mista e planície arenosa, por DALRYMPLE (1992). Vide Figura 6.32.

A partir destas definições pode-se considerar que a Associação A é produto da sedimentação na zona de intermaré, provavelmente na transição entre a planície mista e a planície arenosa, visto que apresenta uma intercalação de fácies heterolíticas (fácies SAR e PAo) e de litotipos de granulometria mais grossa (fácies SAp).

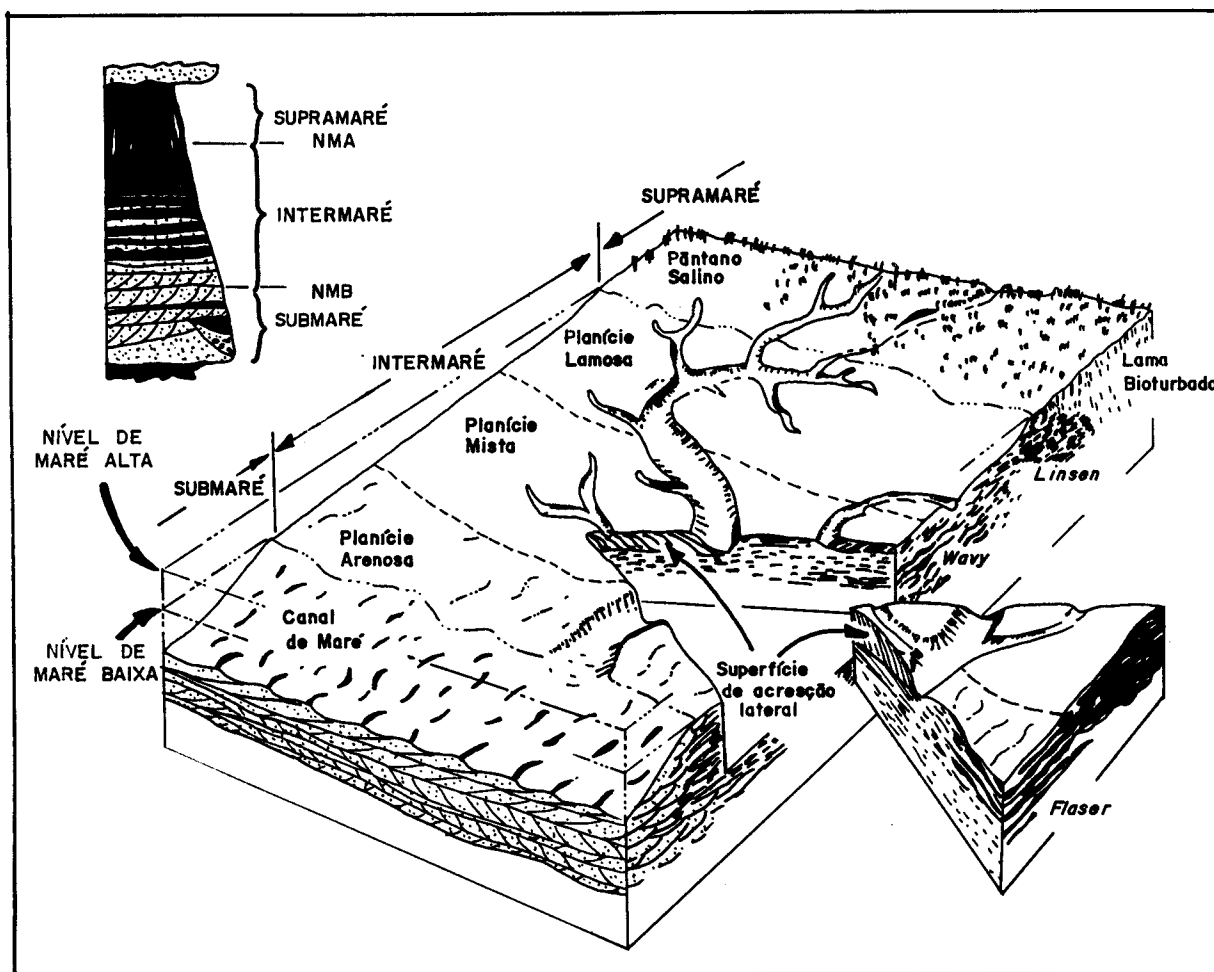


Figura 6.32 - Bloco diagrama de uma planície de maré, mostrando as zonas de supramaré, intermaré e submaré e suas disposições em relação aos níveis das marés alta e baixa, bem como as suas principais estruturas sedimentares. Um exemplo de uma sucessão de granodecrescência ascendente produzido pela progradação da planície é mostrada no canto esquerdo superior. Fonte: DALRYMPLE (1992).

6.2.2.2 - Associação B

Esta associação engloba as fácies SAp e SAr, estudados no testemunho DDN-076 que, nesta associação, tem gênese relacionada à sedimentação em ambiente fluvial.

O perfil característico é constituído por siltes arenosos com laminação plano paralela, sotopostos por ritmitos areia/silte (SAr), sendo obliterados nas porções superficiais pela bioturbação (Figura 6.33).

Dois fatores conduzem à interpretação genética destes sedimentos terem se depositado em ambiente fluvial:

- a) A associação das fácies SAp e SAr, definindo nesta ordem um ciclo de granodecrescência ascendente, tal como é observado na associação faciológica para os depósitos de barra em pontal da Unidade Araguari, as características estruturais dos sedimentos que também se assemelham aos daquela associação;
- b) A localização do testemunho (DDN-076, Figura 2.1) na área onde BOAVENTURA & NARITA (1974) fazem referência à presença de numerosos canais colmatados, na margem direita do segmento final do canal do Araguari.

Embora se considere neste trabalho que estes depósitos são originados por sedimentação fluvial, mais especificamente em barras em pontal, faltam ainda dados sistemáticos para embasar estas conclusões.

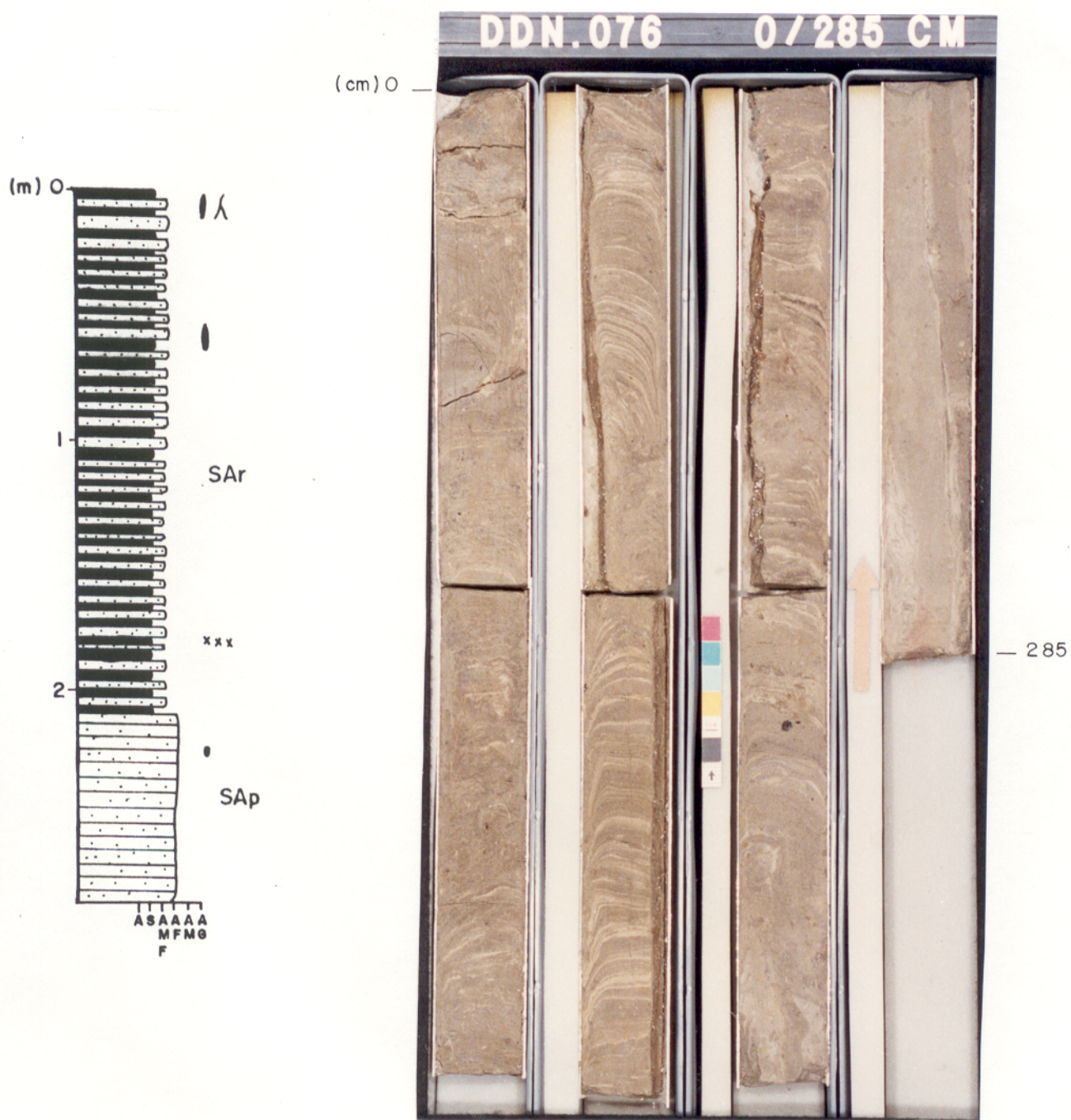


Figura 6.33 - Sucessão de fácies típica da Associação B, definida pelas fácies SAp e SAr, que caracterizam um ciclo de gránodrecrescência ascendente.

7 - MODELO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DO RIO ARAGUARI

A integração de dados sedimentológicos, morfológicos e hidrodinâmicos que operam no estuário do Araguari, permite a elaboração de um modelo sedimentar para este sistema, no qual podem ser observadas as relações que se desenvolvem entre estes três fatores.

Os estuários dominados por maré já foram estudados em várias partes do mundo, porém, deve-se a DALRYMPLE et al. (1992) a primeira tentativa de estabelecer um modelo de fácies para este tipo de sistema, baseado em estuários modernos. O objetivo deste item é apresentar de forma condensada as principais características observadas no sistema estuarino do rio Araguari, utilizando-se para isto comparações com o modelo proposto por estes autores.

O estuário do rio Araguari é considerado um tipo de estuário dominado por um regime de macromarés, visto que na costa do estado do Amapá as variações de maré têm sua média em torno de 5 m. A Figura 7.1 mostra as características estratigráficas dos depósitos sedimentares relacionados a este sistema, o padrão morfológico do canal estuarino e as variações dos processos marinhos e fluviais que operam ao longo do estuário.

Duas unidades morfológicas foram individualizadas ao longo do rio Araguari, a planície aluvial e a planície estuarina, conforme indicado na Figura 7.1. A planície estuarina estende-se da foz até o limite superior da maré dinâmica e corresponde ao estuário propriamente dito. Acima deste limite desenvolve-se a planície aluvial.

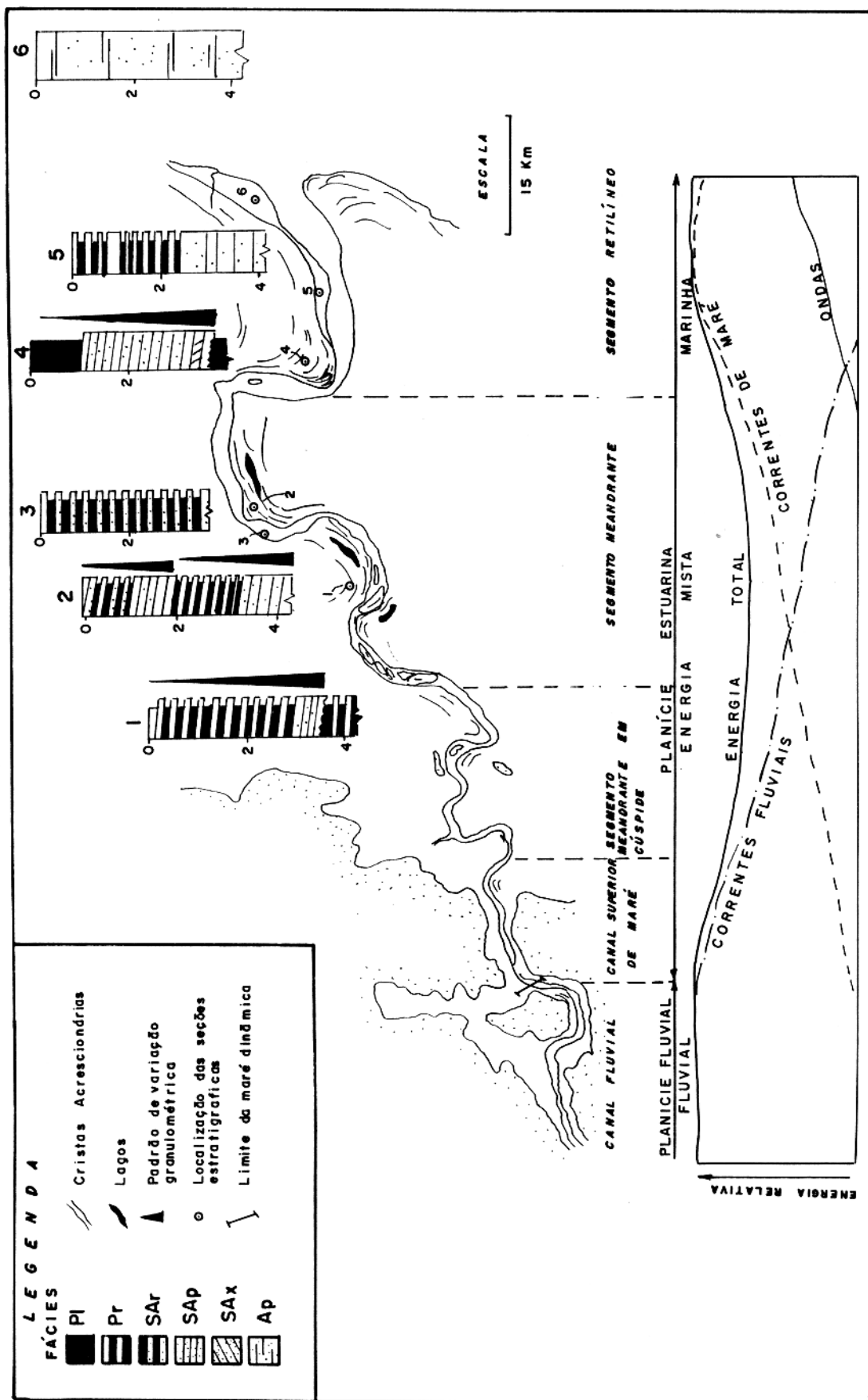


Figura 7.1 - Modelo sedimentar do estuário do rio Araguari, mostrando a distribuição dos padrões morfológicos do canal estuarino, em função da interação entre as correntes fluviais e marinhas, e as características faciológicas principais dos depósitos sedimentares.

Os processos hidrodinâmicos que atuam ao longo do rio Araguari são os principais condicionadores desta subdivisão morfológica, visto que controlam a morfologia e a sedimentação estuarina. Na planície aluvial, as correntes fluviais são o processo físico principal e a deposição é restrita aos depósitos residuais de canal, e a pequenas áreas marginais inundáveis. A intensidade das correntes fluviais, associada ao elevado gradiente do terreno, visto que está instalado em áreas pré-cambrianas e terciárias, desenvolve um padrão morfológico retilíneo. Na porção superior da planície estuarina, desenvolve-se o canal superior de maré, numa porção onde dominam correntes fluviais, embora ainda haja influência das correntes de maré. À morfologia do canal é retilínea e a deposição está relacionada a pequenas linhas acrescionárias que desenvolvem-se em algumas porções das margens do canal e às planícies de inundação ao longo do canal do rio Araguari e de seus principais afluentes. Na planície aluvial e nesta porção da planície estuarina, as correntes fluviais são bastante fortes, atenuando-se em direção às zonas mais internas da planície estuarina.

Na porção mais distal do estuário, onde domina amplamente a energia das correntes de maré, desenvolve-se um segmento retilíneo, onde são atingidas as maiores larguras do canal estuarino, que é bordejado por depósitos de planície de intermaré. A velocidade das correntes marinhas diminuem em direção ao continente, em função da dissipação friccional devido o atrito com o fundo do canal, atingindo um valor nulo no limite superior do estuário.

A porção central do estuário compreende a zona de mais baixa energia do sistema, onde interagem, simultaneamente, correntes de maré e fluviais. Esta

hidrodinâmica, associada ao baixo gradiente topográfico do terreno, visto que desenvolve-se no domínio dos sedimentos holocênicos da Planície Costeira, propicia o desenvolvimento de padrões morfológicos sinuosos nesta porção do canal estuarino, representados pelos segmentos meandrante e meandrante em cúspide. Nestes meandros desenvolvem-se expressivos depósitos de barra em pontal e barra de canal, com uma extensa planície de inundação associada às margens do canal.

Os depósitos que constituem o estuário do rio Araguari, são definidos estratigraficamente através da associação de cinco fácies sedimentares. Os depósitos de planície de intermaré constituem-se por areias finas com laminação plano-paralela (fácies Ap) nas porções litorâneas, enquanto que na porção mais proximal, constituem-se pela intercalação de siltitos arenosos com laminação plano paralela (fácies SAp) e por ritmitos pelíticos, que intercalam-se, centimetricamente, com níveis argilosos e siltosos (fácies Pr). Esta organização de fácies, onde os litotipos de granulação mais grossas estão associados às porções litorâneas e os mais finos às porções mais interiores do depósito, define um padrão de granodecrescência de sedimentos em direção ao continente, que ocorre em função da atenuação da energia marinha neste sentido.

Os depósitos de barra em pontal constituem-se por um ou mais ciclos de granodecrescência ascendente, definido pela sucessão das fácies siltico arenosas com laminação plano paralela (fácies SAp) ou com estratificação cruzada (fácies SAx) e por ritmitos de siltitos e areias (SAr). As fácies SAp e SAx representam a camada grosseiramente granulada e a fácies SAr a camada finamente granulada da estruturação ECH definida nestes depósitos. Os sedimentos da barra em pontal podem ser recobertos

por sedimentos pelíticos laminados (fácies Pl) da planície de inundação. O limite entre estes dois depósitos marca o limite da maré alta.

No segmento meandrante os depósitos de barra de canal são representados exclusivamente pela intercalação rítmica de leitos milimétricos de areia e silte (fácies SAr), enquanto que a planície de inundação caracteriza-se por pelitos laminados (fácies Pl), com matéria orgânica e bioturbação abundantes.

SANTOS (1994) estudando os sedimentos de fundo do canal do rio Araguari, observou que nas proximidades da localidade de Cutias, que está inserida na planície aluvial, os sedimentos consistem de areias grosseiramente granuladas. A partir deste dado pode-se concluir que os sedimentos granulometricamente mais grossos do sistema, são representados por areias finas da planície aluvial e por areias finas da fácies Ap, localizadas nas porções litorâneas dos depósitos de planície de intermaré. Este é um registro de condições de mais alta energia do sistema nestas porções. A zona central corresponde a uma zona de convergência de sedimentos finos, tanto de origem fluvial quanto marinha, daí a inexistência de fácies essencialmente arenosas nos sedimentos relacionados a esta porção.

Segundo HARRIS (1988), três estágios de preenchimento podem ser identificados durante a evolução dos sistemas estuarinos, denominados de estágio não preenchido, parcialmente preenchido e completamente preenchido (Figura 7.2). O crescimento das barras de desembocadura e a migração do segmento meandrante em direção ao mar, são indicadores de maturidade destes sistemas.

De acordo com esta classificação, o estuário do rio Araguari pode ser enquadrado no estágio não preenchido, no qual as barras arenosas de desembocadura ainda são incipientes e submersas e a porção meandrante do canal estuarino ainda encontra-se em porções interiores.

As diferenças observadas no estuário do Araguari, quando comparado com o modelo de fácies para os estuários dominados por marés, proposto por DALRYMPLE et al. (1992), mostra que o exemplo estudado pode desviar-se de alguma forma dos modelos idealizados, devido às características específicas da região. A identificação dessas diferenças são fundamentais na evolução do conhecimento científico, facilitando a compreensão dos sistemas estuarinos.

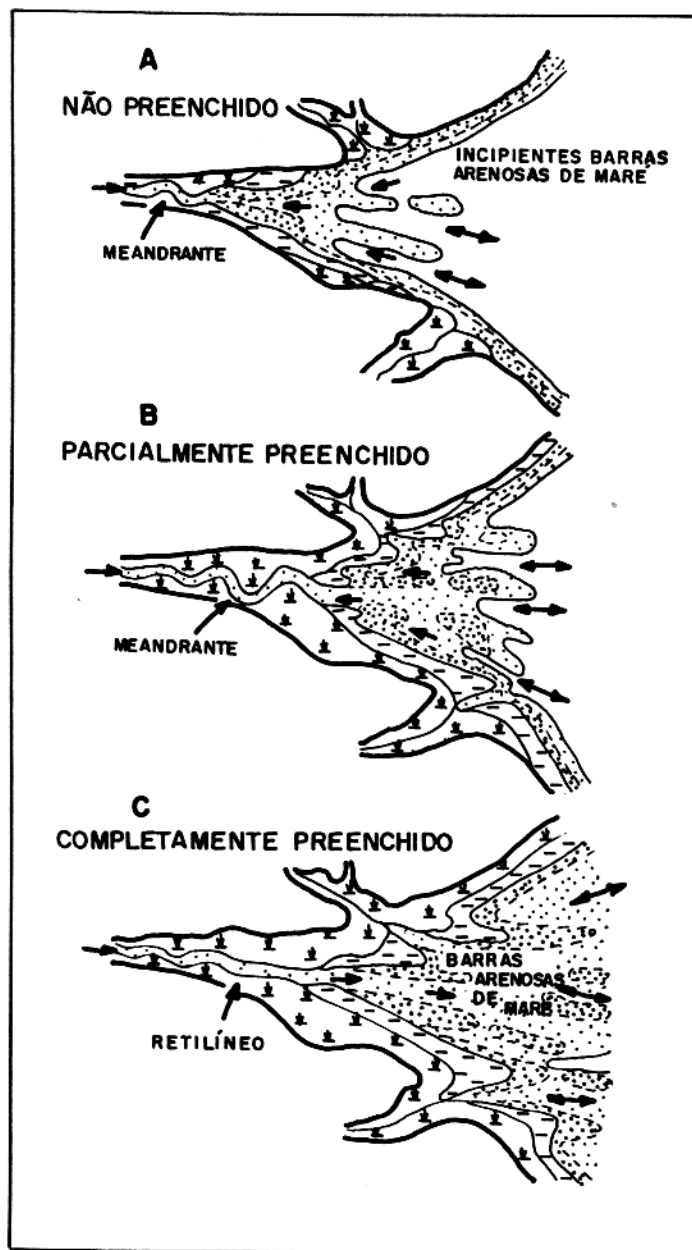


Figura 7.2 - Estágios de preenchimento de um estuário durante sua evolução, segundo HARRIS (1988).

8 - RELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Os sedimentos holocênicos da região do rio Araguari podem ser agrupados em duas unidades, denominadas de Araguari e Pré-Araguari, descritas em capítulos antecedentes. Na Unidade Araguari estão agrupados os depósitos relacionados ao atual sistema estuarino do rio Araguari, representados por depósitos de barra em pontal, barras de canal, planície de intermaré e planície de inundação. A unidade Pré-Araguari está representada por sedimentos pouco mais antigos, que são cortados pelo atual canal deste rio e que registram eventos deposicionais anteriores ao estabelecimento do estuário. Os depósitos da unidade Pré-Araguari estão representados por depósitos de planície de maré (Associação A) e fluviais (Associação B).

ALLISON (1993) admite que a evolução da Planície Costeira do Amapá é marcada pela alternância de ciclos de retração e progradação da linha de costa. Este autor identificou dois ciclos de progradação, registrados por duas sequências lamosas separadas por uma inconformidade, com idades de 500 - 1.300 anos A.P. (Sequência I) e maiores que 2.800 anos A.P. (Sequência II).

O limite mínimo de idade que se supõe para as unidades sedimentares identificadas na região do rio Araguari, é correlacionado ao último evento deposicional progradante da Planície Costeira, que define a Sequência I, datada por ALLISON (1993) entre 500 e 1.300 anos A.P.. Este seria um limite coerente, porque marca a mudança de um evento progradante anterior para um atual evento de retração da linha de costa, citado por diversos autores, que é responsável pelo estabelecimento do estuário do rio Araguari. Embora este seja considerado o limite aproximado entre as duas unidades enfocadas neste

estudo, não se descarta a possibilidade da Unidade Pré-Araguari pertencer a eventos progradantes mais antigos, visto que sedimentos depositados em ambientes costeiros, a exemplo da Associação A, encontram-se até a 40 km adentro da linha de costa atual.

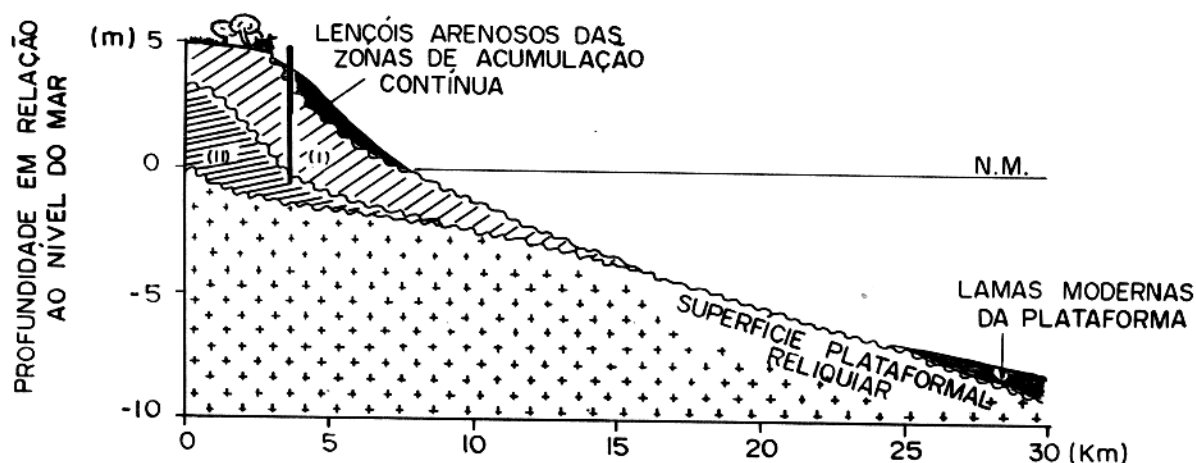


Figura 8.1 - Articulação das seqüências lamosas progradantes (seqüências I e II), definidas por ALLISON (1993) na região do rio Cunani.

As relações de contato entre os depósitos referentes às unidades Araguari e Pré-Araguari não foram bem entendidas, dada a impossibilidade de se obter perfurações mais profundas que 6 m. Exceção se faz ao testemunho DDN-57-B, localizado na barra em pontal de Paraíso. Neste testemunho encontrou-se, a uma profundidade de aproximadamente 3,5 m, uma superfície discordante erosiva (Figura 6.18), a qual separa a sucessão de fácies dos depósitos de barra em pontal, de uma camada constituída por sedimentos pelíticos, com evidências de exposição subaérea, como raízes de plantas inferiores e oxidação.

Dentro dos conceitos da estratigrafia de sequências (VAIL et al., 1977), esta discordância pode ser considerada como uma superfície de inundação marinha, que é definida como “uma superfície que separa estratos mais jovens de estratos mais antigos, na qual há evidências de aumento abrupto na profundidade da água” (VAN WAGONER et al. 1990).

Na região do rio Araguari, a superfície de inundação definida marcaria então o limite estratigráfico da mudança de um regime progradante para um evento de retração da linha de costa, que culminou com a implantação do estuário do rio Araguari, o que implicaria em oscilações na posição da linha de costa. A Unidade Pré-Araguari seria o produto de um evento progradante anterior, que pode ou não ser correlacionado ao evento progradante de ALLISON (1993), desenvolvido entre 500 e 1.300 anos A.P. Considerações mais detalhadas sobre os efeitos das oscilações na posição da linha de costa na evolução da Planície Costeira e sua relação com possíveis oscilações do nível relativo do mar serão discutidos a seguir.

Com base nas considerações feitas acima, pode-se estabelecer uma proposta estratigráfica para as unidades sedimentares estudadas, de modo que suas relações podem ser observadas na Figura 8.2.

UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	IDADE	DEPÓSITO SEDIMENTAR	EVENTO
ARAGUARI	< 500 - 1.300 anos A.P.	FLUVIAL (Planície de Inundação + Barra em Pontal + Barra de Canal)	R E T R A Ç Ã O
		PLANÍCIE DE MARÉ (Planície de Inter-maré)	D A L I N H A D E
PRÉ - ARAGUARI	> 500 - 1.300 anos A.P.	FLUVIAL (Barra em Pontal)	C O S T A
		PLANÍCIE DE MARÉ (Planície de Inter-maré)	P R O G R A D A Ç Ã O

Figura 8.2 - Relações estratigráficas estabelecidas entre os sedimentos holocênicos da Planície Costeira do Amapá, na região do rio Araguari.

9 - INFLUÊNCIAS DAS FLUTUAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NA EVOLUÇÃO DA PLANÍCIE COSTEIRA DO AMAPÁ E ESTUÁRIO DO RIO ARAGUARI

As flutuações do nível do mar exerceram importante papel na evolução de áreas quaternárias litorâneas, visto que, o litoral constitui o ponto de interação entre o mar e o continente e qualquer variação na posição deste ponto terá como reflexo alterações no estabelecimento dos sistemas deposicionais costeiros. Logo, no estudo destes sistemas costeiros é de importância vital o conhecimento das variações do nível relativo do mar durante sua história evolutiva.

Na Planície Costeira do Amapá, cuja evolução deu-se no Holoceno, evidências morfológicas e estratigráficas sugerem a ocorrência de oscilações na posição da linha de costa durante o seu desenvolvimento. As principais evidências morfológicas são a presença de cordões de *cheniers*, como caracterizados na porção setentrional desta planície (Figura 3.3), feições de paleocanais e paleodeltas na região do Cabo Norte (Figura 3.1 e 3.2), paleolinhas de acreção com posição aproximadamente paralela à atual linha de costa, que ocorrem na margem esquerda do rio Araguari, na altura da fazenda Boa Vista (Figura 5.3), além de vales colmatados que ocorrem nas áreas de contato entre os terrenos terciários e quaternários (Figura 5.4). SILVEIRA et al. (1993) ressaltam que os lagos Duas Bocas e Novo, são lagos residuais do evento conhecido como Transgressão Flandriana, admitindo desta forma flutuações do nível relativo do mar.

Entre as evidências estratigráficas inclui-se a presença de depósitos de ambientes transicionais, tais como os de planície de maré, representados neste estudo pela Associação A, da Unidade Pré-Araguari, os quais são encontrados a cerca de 40 km da

atual linha de costa. SILVEIRA et al. (1993) também fazem referência à ocorrência de depósitos de planície de maré, em porções interiores da Planície Costeira.

Alguns autores, como MENDES (1994) e ALLISON (1993), fazem referência à atuação de ciclos de erosão ou retração (transgressão?) e progradação (regressão?) da linha de costa durante a evolução da Planície Costeira do Amapá. Porém, há controvérsias sobre os motivos que originaram estas oscilações. MENDES (1994) atribui os ciclos de erosão e deposição à flutuações do nível do mar, que teriam ocorrido durante o desenvolvimento desta planície. ALLISON (1993) sustenta que os ciclos de retração e progradação da linha de costa foram controlados pela atuação de processos sedimentares e oceanográficos que ocorrem na plataforma interna do rio Amazonas. Estes ciclos, segundo este autor, teriam se estabelecido em condições de nível de mar estável, desde 6.000 anos A.P., que seguiram a Transgressão Holocênica ou Transgressão Flandriana. Esta hipótese de nível do mar estável é considerada por correlação com dados de RINE (1980), obtidos na plataforma continental da Guiana Francesa.

A carência de dados absolutos neste estudo não permite extrapolações seguras quanto aos motivos que condicionaram as oscilações da linha de costa durante a evolução da Planície Costeira do Amapá. Porém, acredita-se que independentemente da causa que propiciou as oscilações, estas condicionaram o estabelecimento de sistemas deposicionais específicos neste período.

De acordo com BOYD et al. (1992), o estabelecimento de um determinado ambiente costeiro é condicionado, fundamentalmente, por variações do nível do mar além

dos processos deposicionais dominantes que atuam em uma determinada área, como regimes de ondas ou marés (Figura 9.1).

Durante um evento transgressivo, quando a elevação do nível relativo do mar excede a taxa de suprimento sedimentar, é facilitada a geração de estuários e lagunas, além de planícies de maré e cordões de praia (Figura 9.1). Quando a taxa de suprimento sedimentar excede a taxa de elevação do nível relativo do mar, ocorre uma regressão ou progradação da linha de costa, condicionando o desenvolvimento de deltas, além de expressivas planícies de maré e cordões de praia (Figura 9.1).

Logo, as feições morfológicas observadas na Planície Costeira, como o paleodelta na região do Cabo Norte e os cordões de *cheniers*, podem ser consideradas como feições relacionadas a um evento de progradação da linha de costa, o que implica numa posição do nível do mar com níveis mais altos que o atual.

A hipótese de que durante o Holoceno o nível do mar já esteve em níveis mais altos, que ainda necessita ser avaliada em pesquisas posteriores, é compatível com os eventos que atingiram o litoral nordeste e sudeste do Brasil, como citado por SUGUIO et al. (1985 e 1988). As curvas de variação do nível relativo do mar executadas por estes autores em diversos pontos do litoral brasileiro, apresentam formas semelhantes em todos os setores, o que levou-os a considerar que o nível relativo do mar durante os últimos 7.000 anos A.P. foi superior ao atual, com elevação máxima a cerca de 5.150 anos A.P., quando o nível relativo do mar esteve aproximadamente a 5 m acima do atual. A partir daí, houve uma queda generalizada, com rápidas oscilações de alta frequência de 2 a 3 metros.

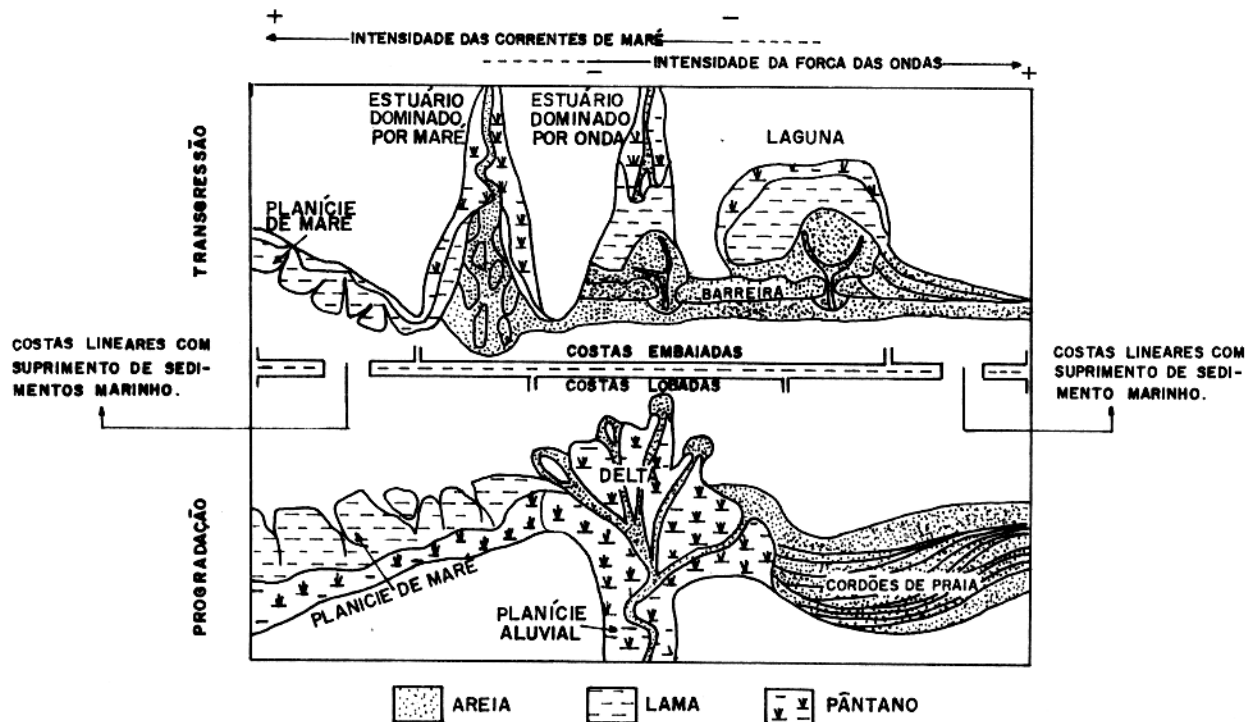


Figura 9.1 - Distribuição dos principais ambientes deposicionais costeiros em fases transgressivas e prográdantes, em função do domínio da energia das ondas ou das correntes de maré, segundo BOYD et al. (1992).

Admitindo-se que o mesmo tenha ocorrido na Planície Costeira do Amapá, ou seja, durante o Holoceno o nível do mar esteve em níveis mais altos, pode-se considerar que este evento foi responsável pela elaboração das feições morfológicas como o paleodelta, cordões de *cheniers*, paleolinhas de acresção, lagos residuais, sendo os registros estratigráficos representados pelos sedimentos da unidade Pré-Araguari.

Sabe-se que as oscilações do nível relativo do mar ocorrem em ciclos de no mínimo 10.000 anos (ciclos de 5ª ordem), segundo PLINT et al. (1992), logo, cada evento

de progradação ou retração da linha de costa não deve ser considerado como um evento transgressivo ou regressivo, visto que suas durações não ultrapassam 1.500 anos A.P., segundo ALLISON (1993), e sim como pulsações de menor amplitude, dentro de um evento maior, que neste caso seria a Transgressão Flandriana, do início do Holoceno.

O estabelecimento de estuários no rio Araguari, que é a mais expressiva drenagem da área, bem como a foz estuarina nos rios menores como Cassiporé, Cunani, Flechal, sugerem um estágio atual de retração da linha de costa, pela atuação de um novo pulso transgressivo, visto que os estuários são feições tipicamente formadas no início de uma transgressão, que migram para o continente com a continuação do evento transgressivo.

Considerando-se ainda que, o atual evento de retração da linha de costa é mais novo que 500 anos A.P., segundo ALLISON (1993), pode-se considerar o estuário do rio Araguari como um sistema juvenil, que se estabeleceu em função da retomada do evento transgressivo iniciado com a Transgressão Holocênica ou Transgressão Flandriana.

Pela falta de datações absolutas e estudos mais sistemáticos é difícil precisar quantos pulsos transgressivos ocorreram no Holoceno, a partir da Transgressão Flandriana, que teriam sido responsáveis pela evolução geológica da Planície Costeira do Amapá e, conseqüentemente, do estuário do rio Araguari. Porém, pode-se afirmar que a história evolutiva desta região foi decisivamente influenciada por estas pulsações.

10 - CONCLUSÕES

Com base nos dados e discussões expostas ao longo desta dissertação, foi possível considerar as seguintes conclusões:

- O estuário do rio Araguari, instalado na Planície Costeira do Amapá, representa um exemplo típico de um sistema estuarino dominado por marés;
- Ao longo do canal estuarino quatro segmentos morfologicamente distintos podem ser individualizados, que são estabelecidos em função da interação entre as correntes de maré e as correntes fluviais: canal superior de maré, segmento meandrante em cúspide, segmento meandrante e segmento retilíneo;
- Os principais depósitos sedimentares relacionados ao estuário do rio Araguari são depósitos de barra em pontal, barra de canal, planície de intermaré e planície de inundação, que definem a unidade estratigráfica chamada de Unidade Araguari;
- Característica sedimentológica comum aos depósitos de barra em pontal e barra de canal, é a presença de estruturas sedimentares que indicam a atuação de ciclos de maré, o que diferencia estes depósitos daqueles relacionados a sistemas fluviais;
- O estuário do rio Araguari está instalado sobre uma unidade estratigráfica mais antiga, que recebeu a denominação de Unidade Pré-Araguari, na qual são caracterizadas sucessões faciológicas relacionadas a antigos depósitos de planície de maré e fluviais;
- O limite cronológico entre as unidades Araguari e Pré-Araguari é correlacionável à idade atribuída à Sequência I de ALLISON (1993), que representa o último episódio prográdante ocorrido na evolução da Planície Costeira, cuja idade é de 500-1.300 anos A.P.;

- A evolução da Planície Costeira do Amapá e do estuário do rio Araguari foi controlada por oscilações na posição da linha de costa, condicionadas pela atuação de ciclos de progradação e retração;

- Os ciclos de progradação e retração da linha de costa foram estabelecidos em função de pulsações ocorridas no evento transgressivo denominado de Transgressão Holocênica ou Transgressão Flandriana, estabelecido no início do Holoceno;

- O atual estágio de preenchimento do estuário do rio Araguari, permite caracterizá-lo como um típico sistema juvenil, estabelecido nos últimos 500 anos A.P.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, G. P. 1991 . Sedimentary process and facies in the Gironde estuary - A recent model for macrotidal estuarine systems . In: SMITH, D. G.; REINSON, G.E.; ZAITLIN, B.A.; RAHMANI, R.H., eds.. **Clastic tidal sedimentology**. Canadian Society of Petroleum Geologists. p. 29-39. (Memoir, 16).
- ALLEN, G. P. & POSAMENTIER, H. W. 1993 . Sequence stratigraphy and facies model of an incised valley fill : the Gironde Estuary, France. **Journal of Sedimentary Petrology**, 63(3):378-391.
- ALLEN , J. R. L. 1963 . The classification of cross-stratified units, with notes on their origin. **Sedimentology**, :93-114.
- ALLEN, J. R. L. 1965 . A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. **Sedimentology**, 5(2):89-191.
- ALLEN, J. R. L. 1970 . Studies in sedimentation a comparison of fining-upwards cyclothems, with special reference to coarse-member composition and interpretation. **Journal of Sedimentary Petrology**, 40(1):298-323.
- ALLEN, J.R.L. 1990 . The Severn Estuary in southwest Britain: its retreat under marine transgression and fine sediment regime. **Sedimentary Geology**, 66:13-28.
- ALLISON, M . 1993 . **Mechanisms of coastal progradation and muddy strata formation adjacent to the Amazon river**. New York, Staty University of New York - Stony Brook. Thesis (Doctor of Philosophy).
- ALLISON, M. A.; NITTROEUR, C. A.; FARIA JUNIOR, L. E. do C. Rates and mechanisms of muddy shoreline progradation and retreat down drift of the Amazon river mouth. **Marine Geology** (no prelo - a).
- ALLISON, M.A.; NITTROUER, C.A.; FARIA JR., L.E.C.; SILVEIRA, O.M.; MENDES, A.C. 1993 . Recent Amazon River sedimentation along the Amapá coast, Brazil. In: SIMPOSIO DO AMASSED. 1993. Niteroi. **Abstracts**.
- ALLISON, M. A.; NITTROUER, C. A.; FARIA JUNIOR, L. E. do C.; SILVEIRA, O. M.; MENDES, A. C. Sources and sinks of sediment to the Amazon margin : the Amapá coast. **Geo-Marine Letters** (no prelo - b)

- ALLISON, M.A.; NITTROUER, C.A.; RINE, J.M.; KUEHL, S.A.; SEGALL, M.P.; FARIA JUNIOR, L.E. do C.; DIAS, G.T.M.; FIGUEIREDO, A.G. 1990 . Depocenters of Amazon river sediment along the Amapá coast - Brazil. In: SIMPOSIO DO AMASSED. San Francisco. **Abstracts**.
- BEZERRA, P. E. L.; OLIVEIRA, V. de; REGIS, W. P. E.; BRAZÃO, J. E. M.; GAVINHO, I.; COUTINHO, R. C. P. 1990 . **Projeto zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazônia legal**. Rio de Janeiro, IBGE. SUDAM. 221p.
- BOAVENTURA, F. M. C. & NARITA, C. 1974 . Geomorfologia. In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha NA/NB.22-Macapá**: geologia, geomorfologia, vegetação, pedologia e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. Cap. 2. (Levantamento de Recursos Naturais, 6).
- BOYD, R.; DALRYMPLE, R.; ZAITLIN, B.A. 1992 . Classification of clastic coastal depositional environments. **Sedimentary Geology**, 80(3/4):139-150.
- BOYLES, J.M.; SCOTT, A.J.; RINE, J.M. 1986 . A logging form for graphic descriptions of core and outcrop. **Journal of Sedimentary Petrology**, 56(4):567-568.
- COLEMAN, J. M. 1969 . Brahmaputra River: channel processes and sedimentation. **Sedimentary Geology**, 3(23):129-329.
- COSTA, J. B. S.; IGREJA, H. L. S. da; BORGES, M. da S.; HASUI, Y. 1991 . O quadro tectônico regional do Mesozóico na região norte do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 3. Belém, 1991. **Boletim de Resumos**. Belém, SBG. p.166-178.
- DALRYMPLE, R.W. 1992 . Tidal depositional systems. In: WALKER, R.G. & JAMES, N.P., eds.. **Facies models. Response to sea level change**. Ontario, Geological Association of Canada, Love Printing Service Ltd. p.195-218.
- DALRYMPLE, R.W.; KNIGHT, R.J.; ZAITLIN, B.A.; MIDDLETON, G.V. 1990 . Dynamics and facies model of a macrotidal sand-bar complex, Cobequid Bay - Salmon River estuary (Bay of Fundy). **Sedimentology**, 37:577-612.
- DALRYMPLE, R.W.; MAKINO, Y.; ZAITLIN, B.A. 1991 . Temporal and spatial patterns of rhythmite deposition on mudflats in the macrotidal Cobequid Bay - Salmon River estuary, Bay of Fundy, Canadá. In: SMITH, D.G.; REINSON, G.E.; ZAITLIN, B.A.; RAHMANI, D.A., eds.. **Clastic tidal sedimentology**. Canadian Society of Petroleum Geologists. p.137-170. (Memoir, 16).

- DALRYMPLE, R. W.; ZAITLIN, B. A.; BOYD, R. 1992 . Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. **Journal of Sedimentary Petrology**, 62(6):1130-1146.
- DAVIS, R.A. 1983 . **Depositional systems. A genetic approach to sedimentary geology**. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall. 669p.
- DIAS, G.T.M.; RINE, J.M.; NITTROUER, C.A.; ALLISON, M.; KUEHL, S.; COSTA JUNIOR, P.S. da; FARIA JUNIOR, L.E.C.; FIGUEIREDO, A.C. 1990 . Morphological and sedimentary aspects of the Amapá coastal zone - Brazil. In: SIMPOSIO DO AMASSED. San Francisco. **Abstracts**.
- ELLIOTT, T. 1986 . Siliciclastic shorelines. In: READING, H.G. ed. **Sedimentary environments and facies**. Oxford, Blackwell Scientific Publication. p.155-188.
- FARIA JUNIOR, L. E. do C.; MENDES, A. C.; SILVEIRA, O. F. M. da . 1993 . The erosion of the Amapá. A local process or a indication of the Holocene sea-level rise (Flandrian Transgression) in the north of Brazil. In: SIMPOSIO DO AMASSED. Niteroi. **Abstracts**. p.17.
- FARIA JUNIOR, L. E. do C.; MENDES, A. C.; VITAL, H.; FERREIRA, M. R.; NITTROUER, C. A.; RINE, J. M.; ALLISON, M. A.; KUEHL, S. A.; SEGAL, M. R. 1990 b . Evolution geologique de l'île de Maracá (côtes de l'Amapá) et sa relation avec l'elevation relative du niveau de la mer durant l'Holocene - Nord Brasilien. In: PROST, M.T. ed. **E'volution des littoraux de Guyane et la zone Caraibe meridionale pendant le Quaternaire**. Cayenne, Orston Editions. p.177-192.
- FARIA JUNIOR, L.E. do C.; NITTROUER, C.A.; RINE, J.M.; ALLISON, M.A., KUEHL, S.A.; SEGAL, M.P.; MENDES, A.C.; VITAL, H.; FERREIRA, M.R. 1990 a . Evolução geológica recente da costa do Amapá - região da ilha de Maracá-Cabo Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. **Anais**. Natal, SBG. v.2, p.662-675.
- FIGUEIREDO JR., A.G. 1990 . **Normas de controle de qualidade para o processamento de testemunhos inconsolidados**. Rio de Janeiro. 27p. (Projeto Sedimentos de Talude - Relatório Técnico).
- GEYER, W. R.; BEARDSLEY, R. C.; CANDELA, J.; CASTRO, B. M.; LEHECKIS, R. V.; LENTS, S. J.; LIMEBURNER, R.; MIRANDA, L. B.; TROWBRIDGE, J. H. 1991 . The physical oceanography of the Amazon outflow. **Oceanography**, 4(1):8-14.

- GIBBS, R. J. 1970 . Circulation in the Amazon river estuary and adjacent Atlantic Ocean. **Journal of Marine Research**, 28:113-123.
- GORINI , M. A. 1979 . The tectonic fabric of the Equatorial Atlantic and adjoining continental margins: Gulf of Guinea to northeastern Brazil. In: PETROBRAS. **Estrutura e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do uso potencial de recursos minerais**. Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP. p.11-16. (Serie Projeto REMAC, 9).
- HARRIS, P.T. 1988 . Large-scale bedforms as indicators of mutually avasive sand transport and the sequential infilling of wide-mouthed estuaries. **Sedimentary Geology**, 57:273-298.
- KINEKE, G. C.; STERNBERG, R. W.; CACCHIONE, D. A.; KRANCK, K.; DRAKE, D. E. 1991 . Distribution and characteristics of suspended sediment on the Amazon shelf. **Oceanography**, 4(1):21-26.
- KLEIN, G.V. 1977 . **Clastic tidal facies**. Illinois, Continuing Education Publication Company - CEPCO. 149p.
- KUEHL, S.A.; NITTROUER, C.A.; DeMASTER, D.J.; CURTIN, T.B. 1985 . A long square barrel gravity corer for sedimentological and geochemical investigation of fine grain sediments. **Marine Geology**, 62:365-370.
- LEITE, P. F.; VEOLOSO, H. P.; FILHO, L. G. 1974 . Vegetação. In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha NA/NB.22-Macapá**; geologia, geomorfologia, clima, vegetação, pedologia e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, Cap. 3, (Levantamento de Recursos Naturais, 6).
- LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. 1964 . **Fluvial processes in geomorphology**. San Francisco, W.H. Freeman and Company. 522p.
- LIMA, M. I. C.; BEZERRA, P. E. L.; ARAÚJO, H. J. T. de . 1991 . Sistematização da geologia do estado do Amapá. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 3. Belém, 1991. **Boletim de Resumos**. Belém, SBG. p.322-335.
- LIMA, M.I.C.; MONTALVÃO, R.M.G.; ISSLER, R.S.; OLIVEIRA, A.S.; BASEI, M.A.S.; ARAÚJO, J.K.V.; SILVA, G.G. 1974 . Geologia. In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha NA/NB.22-Macapá**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, Cap. 1. (Levantamento de Recursos Naturais, 6).

- LIMEBURNER, R. & BEARDSLEY, R.C. 1991 . **CTD observations on the North Brazil Shelf during a Multidisciplinary Amazon Shelf Sediment Study (AMASSEDs), May-June, 1990.** Massachussets, Woods Hole Oceanographic Institution. 343. (Technical Report).
- LIMEBURNER, R.; SOARES, I.D.; CANDELA, J.; BEARDSLEY, R.C. 1992 . **CTD observations on the North Brazil Shelf during a Multidisciplinary Amazon Shelf Sediment Study (AMASSEDs), November, 1991.** Massachussets, Woods Hole Oceanographic Institutions. 255p. (Technical Report).
- MENDES, A.C. 1994 . **Estudo sedimentológico e estratigráfico dos sedimentos holocênicos da costa do Amapá - setor entre a ilha de Maracá e o cabo Orange.** Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 276p. Tese (Mestrado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA, 1994.
- MENDES, A.C. & FARIA JUNIOR, L.E. do C. 1993 . Sedimentological and stratigraphical studies of the Holocene of the Amapá coast. In: SIMPOSIO DO AMASSEDs, Niteroi, 1993. **Abstracts.** p.32.
- MENDES, A. C.; FARIA JUNIOR, L. E. do C.; SANTOS, V. F.; SILVEIRA, O.F.M. 1993 . Estudo sedimentológico e estratigráfico dos sedimentos holocênicos da costa do Amapá - Resultados preliminares. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO QUATERNÁRIO DA AMAZÔNIA. Manaus, 1993. **Resumos.** Manaus. p.87-90.
- MIALL, A. D. 1977 . A review of the braided-river depositional enviroment. **Earth Science Reviws**, 13(1):1-122.
- MIALL, A. D. 1981 . **Analisis of fluvial depositional systems.** Calgary,. American Association of Petroleum Geologists. 75p.
- NANSON, G. C. 1980 . Point bar and floodplain formation of the meandering Beatton River, northeastern British Columbia, Canadá. **Sedimentology**, 27(1):3-30.
- NIO, S.D. & YANG, C.S. 1989 . **Recognition of tidally influenced facies and environments.** INTERGEOS - International Geoservices BV. 230p. (Short Course Note, 1).
- NITTROUER, C. A.; DeMASTER, D. J.; FIGUEIREDO, A. G.; RINE, J. M. 1991 b . AmasSeds: an interdisciplinary investigation of a complex coastal enviroment. **Oceanography**, 4(1):3-7.

- NITTROUER, C. A.; KUEHL, S. A.; RINE, J. M.; FIGUEIREDO, A. G.; FARIA JUNIOR, L. E. do C.; DIAS, G. T. M.; SILVA, M. A. M.; ALLISON, M. A.; PACIONI, T. D.; SEGALL, M. P.; ONDERKOFFLER, E. C.; BORGES, H. V.; SILVEIRA, O. F. M. 1991 a . Sedimentology and stratigraphy of the Amazon continental shelf. *Oceanography*, 4(1):33-38.
- NOVELLI, Y.S. & MOLLERO, G.C. 1988 . **Expedição nacional aos manguezais do Amapá - Ilha de Maracá**. São Paulo, IO/USP. 99p. (Relatório Técnico).
- PALMA, J.J.C. 1979 . Gaomorfologia da plataforma continental norte. In: PETROBRÁS. **Geomorfologia da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes**. Rio da Janeiro, CENPES/DINTEP. p.53-88. (Projeto REMAC, 7).
- PLINT, A.G.; EYLES, N.; EYLES, C.H.; WALKER, R.G. 1992 . Control of sea level change. In: WALKER, R.G. & JAMES, N.D., eds. **Facies models: response to sea level change**. Ontario, Geological Association of Canada, Love Printing Service Ltd. p.15-25.
- PRITCHARD, D.W. & CARTER, H.H. 1971 .Classification of estuaries. In: SCHUBEL, J.R. ed. **Estuarine environment: estuaries and estuarine sedimentation**. Washington D.C., American Geological Institute. Cap.II, p.9-11.
- REINECK, H. E. & SINGH, I. B. 1980 . **Depositional sedimentary environments**. New York, Springer-Verlag. 439p.
- REINSON, G.E. 1992 . Transgressive barrier island and estuarine systems. In: WALKER, R.G. & JAMES, N.P., eds. **Facies models. Response to sea level changes**. Ontario, Geological Association of Canada, Love Printing Service Ltd. p.179-194.
- RINE, J.M. 1980 . **Depositional environments and Holocene reconstruction of an argillaceous mud belt - Suriname, South America**. Florida, University of Miami. Thesis (Doctor Philosophy Dissertation). 222p.
- SANTOS, V.F. 1994 . **Análise textural e mineralógica dos sedimentos arenosos do baixo curso do rio Araguari, Cabo Norte, Amapá**. Belém, UFPA - Centro de Geociências (Trabalho de Conclusão de Curso). 71p.
- SCHUBEL, J.R. 1971 . Classification of estuaries. In: SCHUBEL, J.R., ed. **Estuarine environment: estuaries and estuarine sedimentation**. Washington D.C., American Geological Institute. Cap.II, p.2-8.

- SCHUBEL, J.R. & PRITCHARD, D.W. 1971 . What is an estuary?. In: SCHUBEL, J.R., ed. **The estuarine environment. Estuaries and estuarine sedimentation.** Washington D.C., American Geological Institute. Cap.I, p.1-11.
- SHI, Z. 1991 . Tidal bedding and tidal cyclicities within the intertidal sediments of a microtidal estuary, Dyfi River Estuary, West Wales, U.K. **Sedimentary Geology**, 73:43-58.
- SILVEIRA, O.F.M. **Influência das variações relativas do nível do mar na evolução recente da costa do Amapá.** Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Doutorado em Geologia). Curso de Pós-Graduação em Geociências. Centro de Geociências, UFPA. (em preparação).
- SILVEIRA, O.F.M; FARIA JUNIOR, L.E. do C.; NITTROUER, C.A.; ALLISON, M.; MENDES, A.C.M. 1993 . The Amapá coastal plain - preliminary results. In: SIMPÓSIO DO AMASSEDS, Niterói. **Abstracts.** p.47.
- SMITH, D. G. 1987 . Meandering river point bar lithofacies models: modern and ancient examples compared. In: ETHERIDGE, F.G.; FLORES. R.M.; HARVEY, M.D., eds. **Recent developments in fluvial sedimentology.** Tulsa Oklahoma, SEPM, p.83-98.
- SMITH, N. D. 1974 . Sedimentology and bar formation in the upper Kicking Horse River, a braided outwash stream. **The Journal of Geology**, 74(2):205-223.
- SMITH, N. D. 1978 . Some comments on terminology for bars in shallow rivers. In: MIAL, A.D., ed. **Fluvial sedimentology.** Canadian Society of Petroleum Geologists. p. 85-88. (Memoir, 5).
- SUGUIO, K. 1973 . **Introdução à sedimentologia.** São Paulo, Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo, 317p.
- SUGUIO, K. 1980 . **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica.** São Paulo, Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo. 500p.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.C.; FLEXOR, J.M.; AZEVEDO, A.E.G. 1985 . Interações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, 15(4):273-286.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.M. 1988 . Quaternary sea levels of the brazilian coast. Recent progress. **Episodes**, 11(3):203-208.

- THOMAS, R. G.; SMITH, D. G.; WOOD, J. W.; VISSER, J.; CALVERLEY-RANGE, A.; KOSTER, E. H. 1987 . Inclined heterolithic stratification - terminology, description, interpretation and significance. **Sedimentary Geology**, 53:123-179.
- VAIL, P.R.; MITCHUM, R.M.; THOMPSON, S. 1977 . Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 3 : relative changes of sea level from coastal onlap. In: PAYTON, C.W., ed. **Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration**. American Association of Petroleum Geologists. p.83-97. (Memoir, 26).
- VAN WAGONER, J.C.; MITCHUM, R.M.; CAMPION, K.M.; RAHMANIAN, V.D. 1990 . Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. American Association of Petroleum Geologists, Methods in Exploration Series. n.7, 55p.
- WALKER, R.G. 1984 . **Facies models**. 2. ed. Geol. Assoc. Canada. (Geoscience Canada, Reprint Series, 1).
- WOODROFFE, C.D.; CHAPPELL, J.M.A.; THOM, B.G.; WALLENSKY, E. 1986 . **Geomorphological dynamics and evolution of the South Alligator tidal river and plains, northern territory**. Australian National University. North Australia Research Unit (Mangrove monograph, 3). 190p.
- WOODROFFE, C.D.; CHAPPELL, J.M.A.; THOM, B.G.; WALLENSKY, E. 1989 . Depositional model of a macrotidal estuary and floodplain, South Alligator River, Northern Australia. **Sedimentology**, 36:737-756.
- WRIGHT, L.D.; COLEMAN, I.M.; THOM, B.G. 1975 . Sediment transport and deposition in a macrotidal river channel, Ord River, western Australia. In: CRONIN, L.E., ed. **Estuarine Research**. New York, Academic Press. v.11, p.309-322.

FÁCIES SEDIMENTARES

	PELITO LAMINADO (PI)
	PELITO RÍTMICO (Pr)
	SILTE / AREIA RÍTMICOS (SAr)
	PELITO E AREIA COM ACAMAMENTO ONDULADO (PAo)
	SILTE-ARENOSO COM LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA (SAp)
	SILTE-ARENOSO COM LAMINAÇÃO CRUZADA (SAx)
	AREIA COM LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA (Ap)

	RECOBRIMENTO ARGILOSO
	ESCAPE DE ÁGUAS (CONVOLUÇÃO)
	SOBRECARGA SEDIMENTAR
	PSEUDONÓDULO E ALMOFADA
	BIOTURBAÇÃO
xxxxx	LAMINAÇÃO DE DETRITOS ORGÂNICOS
	RAÍZES
	ESTRUTURA EROSIVA

OXIDAÇÃO

FRAGMENTOS DE VEGETAIS SUPERIORES

GRANODECRESCÊNCIA ASCENDENTE

ESCALA GRANULOMÉTRICA