

CAPÍTULO 3

DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA

*Valdenira Ferreira dos Santos
Ana Cláudia da Silva Andrade
Odete Fátima Machado da Silveira
Marcos Henrique de Abreu Martins
Fábio Pinto de Carvalho*

3.1 INTRODUÇÃO

O relevo resulta da interação de processos que têm origem no interior da terra (processos endógenos) com os processos que ocorrem na sua porção superficial (processos exógenos), a exemplo da atuação dos agentes climáticos, ação fluvial, etc. Estes processos não são estáticos, continuando ao longo do tempo, ora construindo, ora destruindo as formas de relevo. O mapeamento dessas feições torna-se um elemento importante para identificação e melhor compreensão dos fenômenos naturais, suas interações e os produtos resultantes, permitindo assim um melhor planejamento para o uso e ocupação do solo.

Alguns desses processos atuam através de grandes ciclos na escala de tempo geológico (milhões de anos) e esculpem lentamente as formas de relevo. Outros, entretanto, atuam em curtos intervalos de tempo (em ciclos de milhares a dezenas de anos) e modificam rapidamente a paisagem. Em alguns casos seus efeitos são sentidos durante a escala de vida humana.

Neste trabalho procurou-se identificar as formas resultantes do relevo, levando em consideração estes processos. O estudo teve por objetivo a confecção do Mapa de Dinâmica Geomorfológica do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá, a qual, juntamente com os mapas de geologia, solos e vegetação, derivaram a Carta de Potencialidades e Limitações do Uso do Território, compondo assim uma parte do Diagnóstico Sócio-Ambiental do setor estudado.

3.2 ESTADO DA ARTE

Poucos trabalhos de mapeamento geomorfológico foram realizados na zona costeira do Estado do Amapá. Entre estes trabalhos estão os desenvolvidos por Boaventura e Narita (1974); Lima et al. (1991); ZEE (1999).

Boaventura e Narita (1974) mapearam o Estado do Amapá na escala 1:1.000.000, identificando 2 unidades morfo-estruturais no sul do Estado: Planalto Rebaixado da Amazônia e Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque. Lima et al. (1991) denominaram esta última unidade de Planície Costeira do Amapá. ZEE (1999), realizou um mapeamento na escala 1:250.000 e utilizou as denominações de Planaltos Residuais do Baixo Jari, Planaltos Rebaixados do Sul do Amapá, Tabuleiros Rebaixados do Norte do Amapá e Planície e Terraços Fluviais, para as unidades presentes na Área Prioritária I, dentro do setor sul da zona costeira estuarina.

Outros trabalhos, como os de Allison et al. (1995); Mendes (1994); Silveira (1998), executados nas imediações ou em parte da área trabalhada, contribuíram para o entendimento dos processos modeladores do relevo na Planície Costeira do Amapá.

Na área estudada, este trabalho representa o primeiro mapeamento em escala 1: 100.000 das modificações da linha de costa no Setor Costeiro Estuarino ou Amazônico no Estado do Amapá que abrange os municípios costeiros de Vitória do Jari, Mazagão, Santana, Macapá, Itaubal e Cutias.

3.3 METODOLOGIA

As fases de execução dos trabalhos obedeceram as seguintes etapas:

- a) **Levantamento de dados pré-existent**s - levantamento bibliográfico de informações geomorfológicas existentes sobre a área de trabalho e de informações correlatas; mapas geomorfológicos, geológicos, planialtimétricos e batimétricos; e

imagens de satélite (LANDSAT-TM5 e SPOT) e de radar (Banda X) (Tabelas 1 e 2);

Tabela 1 – Imagens de radar, Banda X, Projeto RADAM, utilizadas para a análise multitemporal

TRECHO	NÚMERO DA FOLHA	ESCALA APROXIMADA	DATA DE AQUISIÇÃO DAS IMAGENS
Rio Jari	SA-22-V-D-I	1: 100.000	1971/1972
Vitória do Jari	SA-22-V-D-II	1: 100.000	1971/1972
Itaubal	SA-22-V-B-IV	1: 100.000	1971/1972
Bailique	NA-22-Z-C-IV	1: 100.000	1971/1972
Araguari	NA-22-Z-C-II	1: 100.000	1971/1972
Araguari	NA-22-Z-A-IV	1: 100.000	1971/1972
Araguari	NA-22-Z-A-V	1: 100.000	1971/1972
Araguari	NA-22-Z-A-VI	1: 100.000	1971/1972

Tabela 2 - Imagens de satélite utilizadas para a análise multitemporal

TRECHO	TIPO DE IMAGEM*	ÓRBITA-PONTO	ESCALA APROXIMADA	DATA
Mazagão/Santana/Macapá/Pau Cavado	LANDSAT TM5	225-060W	1: 100.000	26/09/95
Mazagão/Santana/Sul de Macapá	LANDSAT TM5	225-060C	1: 100.000	01/10/97
Macapá/Santana	SPOT		1: 40.000	1986
Mazagão/Santana	LANDSAT TM5	226-057	1: 100.000	15/07/85
Rio Jari	LANDSAT TM5	226-061B	1: 100.000	08/10/97
Rio Jari	LANDSAT TM5		1: 100.000	
Vitória do Jari	LANDSAT TM5	225-061A	1: 100.000	08/10/97
Pau Cavado	LANDSAT TM5	225-060A	1: 100.000	01/10/97
Bailique	LANDSAT TM5	225-059D	1: 100.000	01/10/97
Bailique	LANDSAT TM5	225-059D	1: 100.000	12/05/92
Araguari	LANDSAT TM5		1: 100.000	1997

* Horário de passagem dos Satélites: LANDSAT TM5 – 09:57 h; SPOT – 10:40h.

- b) Interpretação de imagens de satélite** - com a finalidade de individualizar as diferentes unidades geomorfológicas, utilizando-se como mapa base o mosaico de imagens de Landsat do ano de 1997, e os vetores da carta de geologia e de drenagem elaboradas no âmbito deste projeto. As unidades geomorfológicas identificadas neste trabalho basearam-se nos trabalhos realizados anteriormente, conforme descrito no item 3.1, com algumas modificações;
- c) Trabalho de campo** - nesta etapa, as unidades geomorfológicas e os processos atuantes na linha de costa foram checados e identificados nas imagens, utilizando como base o mosaico das imagens de satélite Landsat TM5. Para o posicionamento em campo utilizou-se de um Global Position System - GPS, Garmin 12 XL;

d) Trabalho de escritório - As informações obtidas durante as etapas de interpretação de imagens de sensoriamento remoto e de campo foram integradas, dando origem à Carta de Dinâmica Geomorfológica onde estão representadas as regiões geomorfológicas, unidades e formas predominantes e os processos atuantes na planície costeira e na linha de costa.

As unidades geomorfológicas registradas na planície costeira comportam formas associadas a processos de acumulação (A...), aplainamento (P...) e dissecação (D...), classificação esta que seguiu o Manual de Geomorfologia do IBGE (NUNES et al., 1994). Nas formas associadas a processos de dissecação foram adicionadas as informações referentes aos graus de dissecação (forte, médio e fraco), baseados no aprofundamento da drenagem e espaçamento entre os interflúvios, definidos para o setor sul do Estado do Amapá (ZEE, 1999), cuja legenda de mapa foi simplificada e expandida para o restante da área trabalhada.

A **identificação dos processos** de modificações atualmente registrados na linha de costa foi realizada através da comparação entre imagens de radar e imagens de satélite (LANDSAT TM5 e SPOT) de diferentes épocas (Tabelas 1 e 2). As imagens de radar foram utilizadas como base para a análise multitemporal, excetuando-se o trecho compreendido entre Mazagão e Macapá, em função da não disponibilidade destas imagens no acervo do IEPA. Estes processos de modificação mapeados correspondem à erosão e/ou acumulação de sedimentos. As áreas nas quais não foi possível distinguir essas modificações através da análise multitemporal foram assinaladas no mapa como áreas susceptíveis à erosão e/ou acumulação, com base em conceitos teóricos sobre dinâmica fluvial amplamente divulgados na literatura científica.

O mapa final foi processado na escala 1:100.000, em ambiente Spring, através da digitalização em tela nas imagens LANDSAT do ano de 1997 das informações resultantes da análise multitemporal, da identificação das formas de relevo e de indicação dos processos geológicos

atuantes. Este mapa recebeu a denominação de Mapa de Dinâmica Geomorfológica seguindo a recomendação de Ogata (2000), pelo fato do mesmo registrar não só as formas, mas os processos de erosão e/ou acumulação de sedimentos atuantes nas últimas três décadas, além dos registros de fenômenos costeiros que ocorrem na região, como a pororoca. O produto final foi elaborado em um Sistema de Informações Geográficas da Environmental Systems Research Institute - ESRI (Arcview).

As áreas submersas não foram abordadas neste trabalho por não haver disponibilidade de cartas batimétricas atualizadas publicadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação-DHN da Marinha do Brasil que abrangesse a área de estudo. Optou-se, em virtude de constantes modificações na morfologia de fundo, omiti-las, fazendo-se apenas a atualização das áreas de bancos de sedimentos com base nas cenas de satélite TM-5 do ano de 1997.

3.4 GEOMORFOLOGIA DA ÁREA

3.4.1 Unidades geomorfológicas mapeadas

A geomorfologia da área é representada por duas grandes regiões: (i) Planaltos e Tabuleiros Rebaixados e (ii) Planície Costeira do Sul do Amapá (Figura 15), cuja correspondência com os trabalhos anteriores pode ser visualizada na Tabela 3. A classificação das regiões e unidades neste capítulo, também considerou os contextos geográficos e geológicos do setor estudado em relação a todo o litoral amapaense, resultando na denominação Planície Costeira do Sul do Amapá, para a planície existente no Setor Costeiro Amazônico, tendo como única unidade geomorfológica dessa região a Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas.

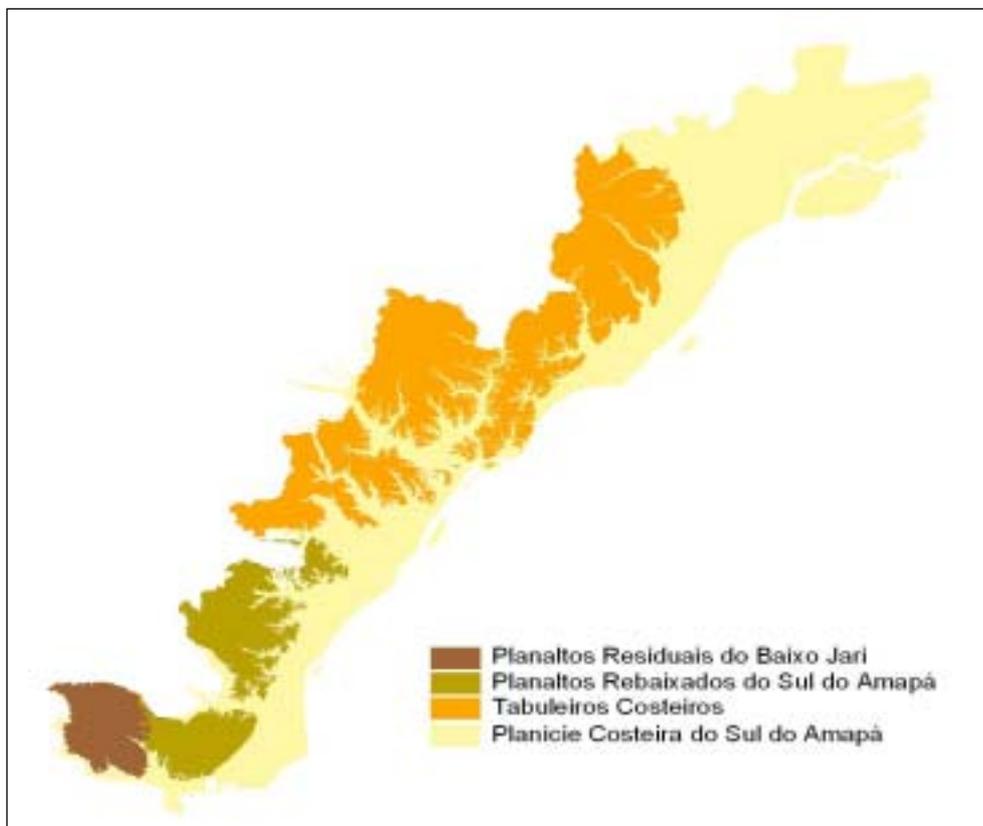


Figura 15 – Classificação das unidades geomorfológicas do Setor Costeiro Estuarino.
 Fonte: Simplificado do Mapa de Dinâmica Geomorfológica.

Tabela 3 - Classificação das Unidades Morfo-Estruturais Regiões na área de trabalho

UNIDADES MORFO-ESTRUTURAIS	BOAVENTURA ; NARITA (1974)	LIMA ET AL. (1991)	ZEE (1999)		CLASSIFICAÇÃO UTILIZADA NESTE TRABALHO		
	REGIÃO	REGIÃO	REGIÃO	UNIDADE	REGIÃO	UNIDADE	
I	Planície Flúvio-marinha Macapá-Oiapoque	Planície Costeira	Planícies e Terraços da Amazônia	Planícies e Terraços Fluviais	Planície Costeira do Sul do Amapá	Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas	
II	Planalto Rebaixado da Amazônia	Planalto Rebaixado da Amazônia	Planaltos e Tabuleiros Rebaixados	Planalto Residual do Baixo Jari	Planaltos e Tabuleiros Rebaixados	Planalto Residual do Baixo Jari	
				Planaltos Rebaixados do Sul do Amapá			Planaltos Rebaixados do Sul do Amapá
				Tabuleiros Rebaixados do Norte do Amapá			Tabuleiros Costeiros

3.4.1.1 Planaltos e Tabuleiros Rebaixados

Esta região é subdividida em **Planaltos Residuais do Baixo Jari**, **Planaltos Rebaixados do Sul do Amapá** e **Tabuleiros Costeiros** (Figuras 16 e 17). Os planaltos estão elaborados sobre os sedimentos cretáceos-terciários da Formação Alter do Chão, (Bacia do Amazonas),

enquanto que os tabuleiros associam-se aos sedimentos da Formação Barreiras.

De um modo geral, o relevo é constituído por formas resultantes da dissecação homogênea e da diferencial. Nos locais onde predomina a dissecação homogênea, as formas estão representadas por interflúvios tabulares e colinas de topos planos ou convexos. Os vales em geral têm forma de "U" e fundo chato, constituindo as planícies aluviais. A dissecação diferencial está representada por cristas aguçadas.

Na unidade de **Planaltos Residuais do Baixo Jari** predominam as formas aplainadas tabulares com cotas mais elevadas (**Pt**) e formas dissecadas em cristas e mesas (**Dkm, Dmk**) e subordinadamente em colinas, ravinas e vales (**Dcrv**) (Tabela 4). Estas formas são provavelmente resultantes do processo de pediplanação da forma aplainada nas cotas elevadas.

Na unidade de **Planaltos Residuais do Sul do Amapá** as cotas são menores e predominam as formas associadas a interflúvios tabulares (**Dit**), colinas e ravinas (**Dcr**), em geral associadas a vales (**Dcrv**) entalhados sobre a superfície dos interflúvios além de superfícies pediplanadas (**Pp**) que ocorrem nas porções mais altas desta unidade. Morros desta unidade são geralmente encontrados dentro da planície costeira (Figura 17).

Nos **Tabuleiros Costeiros** predominam as formas dissecadas em interflúvios tabulares (**Dit, Dtar**) e outras vezes colinosas (**Dcv, Dcrv**), com vertentes geralmente apresentando formas de ravinamento. Localmente predominam formas associadas à erosão em forma de ravinas e vales (**Dcv**). No geral, esses vales são encaixados, tornando-se abertos no limite com a planície costeira.

A região dos **Planaltos e Tabuleiros Rebaixados** (Tabela 4) encontra-se em contato com a planície costeira através de falésias inativas. No local onde a planície costeira é inexistente, a exemplo da área onde se encontra a Fortaleza de São José de Macapá e alguns trechos da Ilha de Santana, ocorrem falésias ativas.

3.4.1.2 Planície Costeira do Sul do Amapá

A Planície Costeira do Estado do Amapá compreende os depósitos quaternários associados aos processos fluviais, estuarinos e marinhos. Neste trabalho, a denominação de **Planície Costeira Sul do Amapá** corresponde à área da planície situada no Setor Costeiro Estuarino do Estado, sendo limitada a sul pelo rio Jari e a norte pelo rio Araguari. A região, entretanto, é caracterizada não só por planícies mas também por terraços nela elaborados, resultantes da variação do nível de base dos rios, durante o Holoceno e provavelmente o Pleistoceno.

Apresenta relevo plano e altitudes inferiores a 10 metros. É uma unidade bastante frágil em função de estar constantemente submetida a uma constante dinâmica, influenciada pelo regime pluviométrico sazonal dos rios, pelas marés, incluindo-se aí o fenômeno da pororoca, além da ação dos constantes ventos alísios associados a Zona de Convergência Intertropical.

Estes processos dão origem a diferentes tipos de planícies, as quais são diferenciadas principalmente pelo tempo de inundação a que são submetidas (Tabela 4).

3.5 DINÂMICA REGIONAL E FORMAS ASSOCIADAS

Os processos geológico/geomorfológicos identificados na área estão associados aos processos de curto e de longo período já definidos no item 2 deste capítulo. Os processos associados aos fenômenos de longo prazo estão incluídos na descrição das unidades geomorfológicas na Tabela 4, enquanto que os de curto prazo são aqui melhor descritos, buscando-se uma correlação entre os produtos e os processos fluviais e/ou marinhos que ocorrem no setor trabalhado. Desta forma, foram identificados cinco (05) processos predominantes na região que interferem nas modificações da planície costeira e na linha de costa.

Tabela 4 – Resumo das regiões, unidades e formas associadas que ocorrem no Setor Costeiro Estuarino

REGIÃO GEOMORFOLÓGICA	UNIDADES	FORMAS *	DESCRIÇÃO	GRAU DE DISSECAÇÃO		
				fraco	médio	forte
PLANALTOS E TABULEIROS REBAIXADOS	Planaltos Residuais do Baixo Jari	Pt	Superfícies de aplainamento. Formas tabulares topograficamente elevadas com vertentes ravinadas.	x		
		Pp	Superfícies pediplanadas em retomada de erosão das superfícies de aplainamento (Pt). Superfícies parcialmente recobertas por depósitos inconsolidados.	x		
		Dkm	Áreas dissecadas da superfície tabular resultantes da erosão por controle estrutural e processos pluviais. Cristas, predominantes, e mesas.		x	
		Dmk	Áreas dissecadas da superfície tabular resultantes da erosão por controle estrutural e processos pluviais. Mesas, predominantes, e cristas.		x	
		Dcrv	Áreas dissecadas da superfície tabular resultantes da erosão por controle estrutural e processos pluviais. Colinas, ravinas e vales encaixados.			x
	Planaltos Rebaixados do Sul do Amapá	Dcr	Áreas dissecadas da superfície tabular resultantes de retomada de erosão. Colinas e ravinas.		x	
		Dit	Áreas dissecadas resultantes do aprofundamento de drenagem em relevos tabulares. Interflúvios tabulares.	x		
		Dcrv	Áreas dissecadas da superfície tabular resultantes da erosão por controle estrutural e processos pluviais. Colinas, ravinas e vales encaixados.		x	
	Tabuleiros Costeiros	Pp	Superfícies pediplanadas em retomada de erosão das superfícies de aplainamento. Superfícies parcialmente recobertas por depósitos inconsolidados.		x	
		Dcv	Áreas dissecadas resultantes da erosão por processos predominantemente fluviais. Colinas e vales encaixados.		x	
		Drv	Áreas dissecadas resultantes da erosão por processos pluviais. Ravinas e vales encaixados.	x		
		Dcrv	Áreas dissecadas da superfície tabular resultante da erosão por controle estrutural e processos pluviais. Colinas, ravinas e vales encaixados.		x	
		Dctar	Áreas dissecadas resultantes da erosão por processos predominantemente pluviais. Colinas de topos aplainados com ravinas.	x		
	Dit	Áreas dissecadas resultantes do aprofundamento de drenagem em relevos tabulares. Interflúvios tabulares.	x			
PLANÍCIE COSTEIRA DO SUL DO AMAPÁ	Planície Flúvio-Estuarina e Terraços do Rio Amazonas	Apf	Planícies fluviais livres de inundações por marés. Áreas dos aluviões recentes.			
		Apfa	Planícies fluviais permanentemente alagadas.			
		Apfi	Planícies fluviais sujeitas a inundações plúvio-fluviais comportando meandros abandonados, com áreas sujeitas às marés de sizígia.			
		Apft	Planícies fluviais e baixos terraços com áreas de acreção, sujeitos à inundação por marés.			
		Apfc	Planícies fluviais inundáveis e em processo de colmatação por sedimentos holocênicos, comportando meandros abandonados e sujeitas a inundações pluviais e por marés.			
		Atf	Terraços fluviais alagáveis.			
		Apfet	Planícies e terraços flúvio-estuarinos inundados diariamente e/ou sazonalmente (total ou parcialmente) pelas marés. Localmente, possui a influência do fenômeno da pororoca. Corresponde às áreas de várzea.			
	Apfma	Planícies flúvio-marinhas diariamente inundadas por marés, com acréscimo de sedimentos fixados predominantemente por mangues.				
	Bancos e Planícies Arenosas		Bancos e planícies, lamosas e/ou arenosas, resultantes do acúmulo de sedimentos oriundos da erosão de áreas adjacentes e/ou carregados durante os ciclos de marés. Cobertos diariamente pelas marés.			

* Tipos de modelado: P...- pediplanação, D...- dissecação, A...- acumulação.

Fontes: Adaptado de Boaventura e Narita (1974); Nunes et al. (1994).

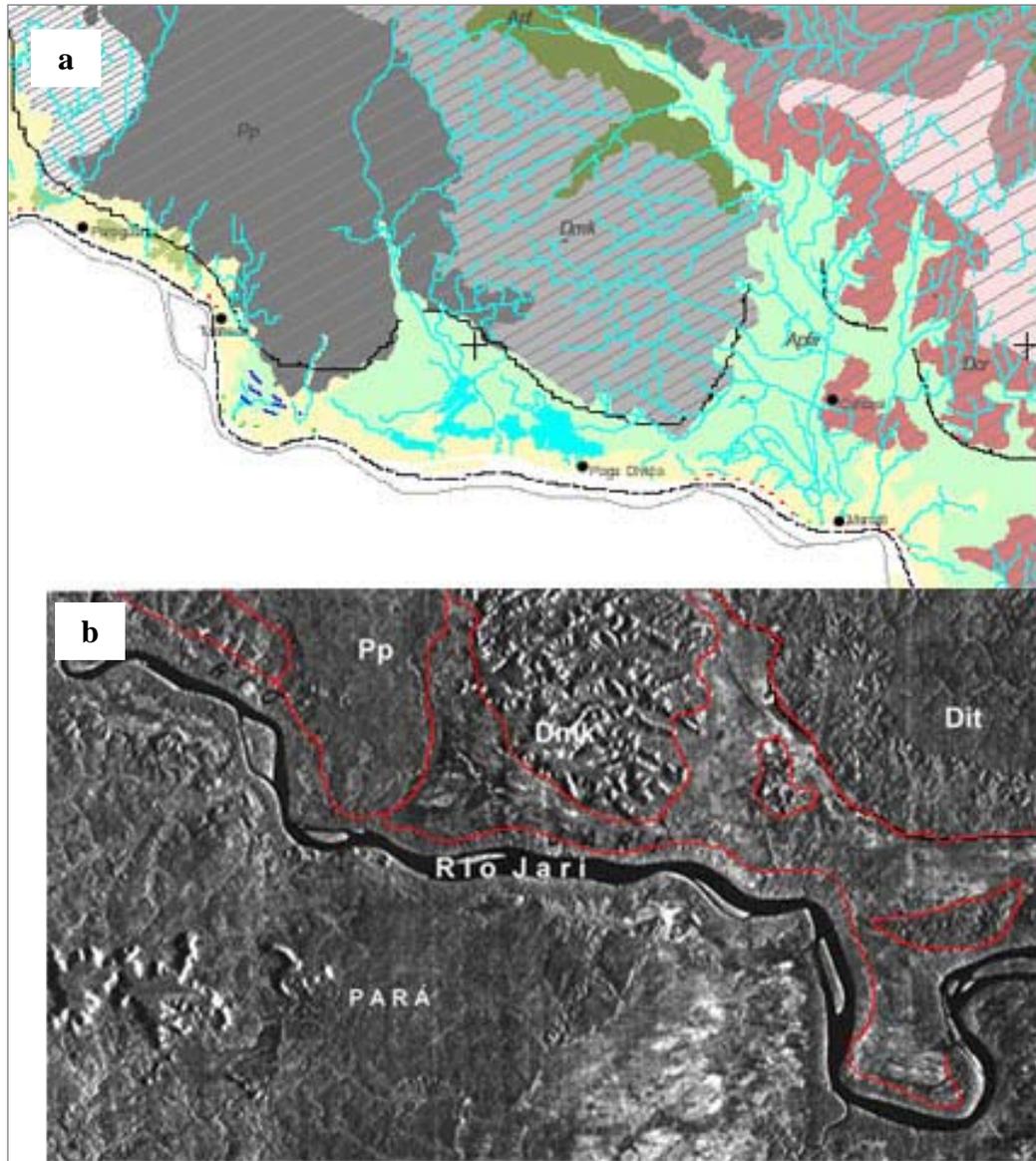


Figura 16 – Exemplos de unidades da região Planaltos Residuais do Baixo Jari e Planaltos Rebaixados do Sul do Amapá

Fonte: Mapa de Dinâmica Geomorfológica; b) Imagem de Radar, Banda X, Projeto Radam (1974).

3.5.1 Erosão e acumulação nas margens dos rios e canais de maré

Quase toda a extensão da linha de costa do setor trabalhado encontra-se atualmente sob dinâmica erosional, com alguns trechos do litoral predominando os processos de acumulação (Figura 18). Os processos de erosão são mais notáveis nos trechos costeiros dos municípios de Mazagão e Itaubal do Pírim, evidenciando-se também ao sul da Ilha de Curuá, no Arquipélago do Bailique. Processos de acumulação destacam-se às proximidades da foz do rio Vila Nova e costa

leste do Arquipélago do Bailique. Alguns trechos de rios e canais no setor trabalhado, não apresentaram mudanças perceptíveis nas análises multitemporais. Esses locais foram avaliados quanto a sua susceptibilidade aos processos de erosão e acumulação, a partir de observações de campo e com base no conhecimento da dinâmica fluvial. Assim, as margens côncavas dos canais fluviais são susceptíveis à erosão, enquanto que as margens convexas, à acumulação.

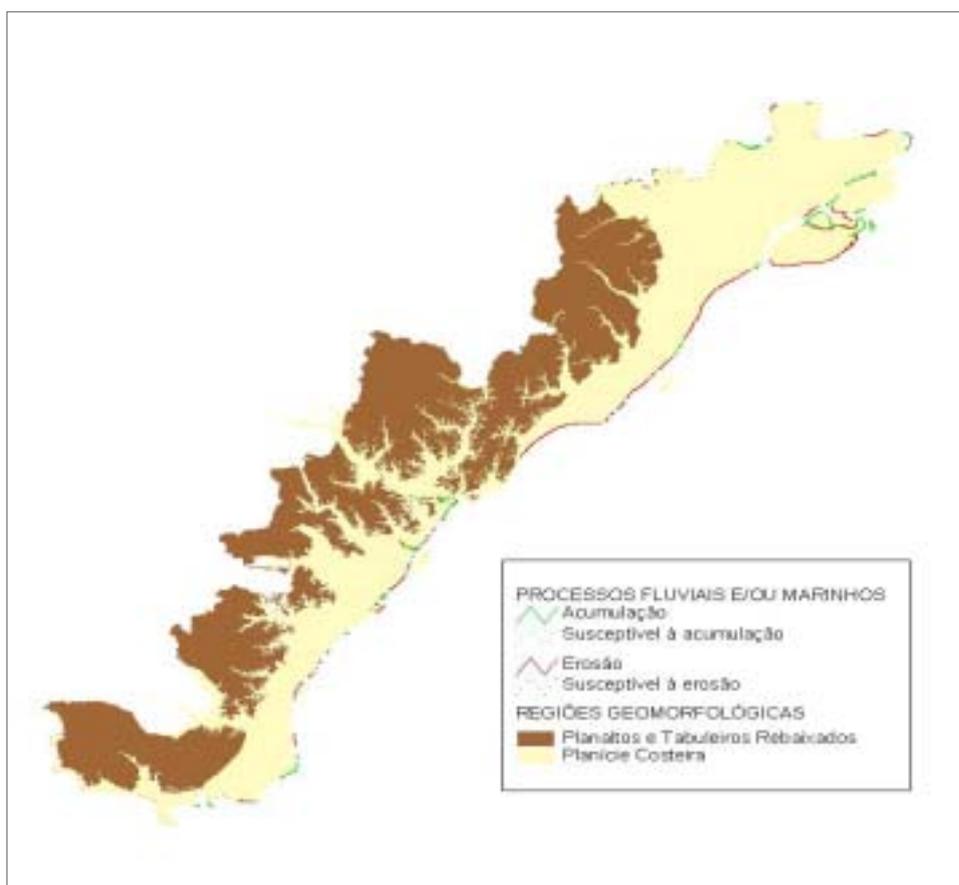


Figura 17 – Mapa de distribuição das zonas de erosão e acumulação no Setor Costeiro Estuarino.

Fonte: Simplificado do Mapa de Dinâmica Geomorfológica.

Do processo de erosão resultam terraços (Figura 18a), que geralmente são expostos durante a baixa-mar, enquanto que do processo de acumulação resultam extensas planícies de marés (Figura 18b e 18c). As correntes de maré e as fluviais são as maiores responsáveis na área pela existência desses processos, sendo que as marés são do tipo semidiurnas, com amplitudes médias mensais que variaram de 4,00 a

4,60m (Porto de Santana) ao longo do ano 2000 (Figura 19) de acordo com o arranjo no Sistema Terra-Sol-Lua.



Figura 18 - Formas resultantes dos processos de erosão e acumulação no litoral do rio Amazonas. **a)** Terraços produzidos pela erosão, expostos na baixa-mar; **b)** Acumulação de sedimentos no Arquipélago do Bailique e; **c)** Registro de acreção em Ponta Grossa, margem direita do rio Araguari.

Fontes: a) e b) Acervo GERCO; c) Maria Thereza Prost.

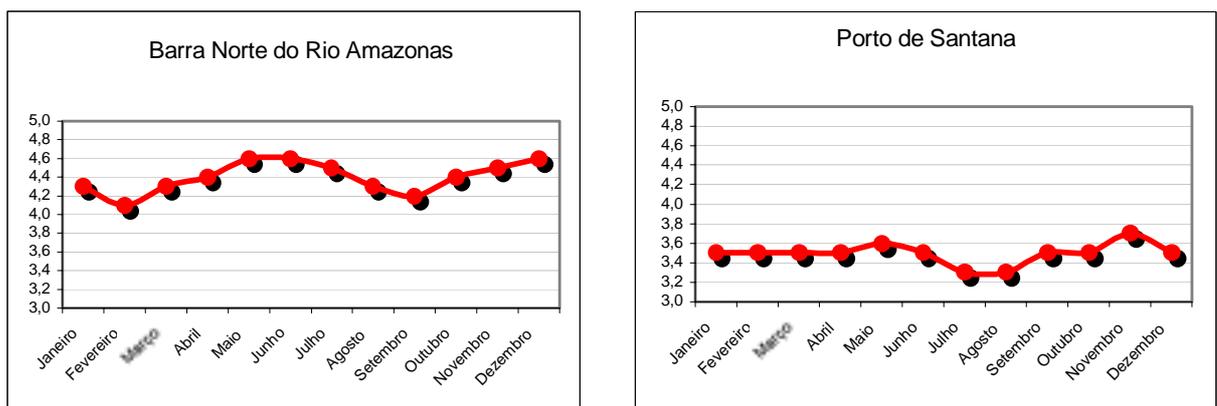


Figura 19 - Amplitude média das marés: **a)** Porto de Santana e **b)** na Barra Norte do rio Amazonas*

Fonte: DHN (2000).

* Os dados de marés da área provêm das estações de medições de maré situadas na Barra Norte do rio Amazonas – Ponta do Céu (00°46'.0 N, 050°06'.8W) e Porto de Santana (00°03'.4S, 051°10'.8W).

Os processos de erosão agem ao longo de quase toda a linha de costa da unidade da Planície Flúvio Estuarina e Terraços do Rio Amazonas. Ocorre principalmente nas margens e em seu próprio leito e nos diversos afluentes desse rio. Estes sedimentos são depositados em áreas protegidas ou em locais onde as correntes de maré e fluviais perdem sua capacidade de transporte. Destaca-se nesse contexto a linha de costa do município de Itaubal do Piriirim e a porção sul da Ilha de Curuá, onde são observadas extensas áreas de erosão.

As mudanças mais relevantes na morfologia da linha de costa estão associadas aos processos de acumulação e são registradas nas desembocaduras dos rios Araguari e Amazonas, em função da complexa dinâmica que envolve os processos fluviais, estuarinos e marinhos, incluindo-se aí o fenômeno da pororoca (Figura 20). Este fenômeno é resultante da amplificação do efeito das marés em áreas rasas e na região atingem velocidade de corrente de aproximadamente 18 m/s, com altura de onda superior a 5 metros (URL:<http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/egrioamaz.htm>). Nesses períodos a quantidade de sedimento em suspensão aumenta consideravelmente chegando a alcançar 450 mg/l (TORRES; COSTA, 1999). A força das correntes causa rápida erosão e acumulação, propiciando o assoreamento e até o fechamento de canais de maré pré-existentes.

A pororoca ocorre principalmente nos rios Gurijuba e Araguari. Também é observada entre o Arquipélago do Bailique e o continente, nas margens e no leito do canal do Gurijuba. Além destes locais, o processo de acumulação de sedimentos destaca-se ao sul do setor trabalhado, próximo à foz do rio Jari, onde vem ocorrendo o estreitamento do canal do rio Amazonas.

3.5.2 Assoreamento e formação de ilhas

Os leitos dos rios da área estudada são também caracterizados pela formação de bancos de sedimentos, causando o assoreamento dos canais. Estes bancos podem migrar, desaparecer, evoluir para uma ilha

vegetada ou serem incorporados ao continente (SILVEIRA et al., 2002). O baixo gradiente do leito do rio, a grande disponibilidade de sedimentos e os parâmetros hidrodinâmicos são responsáveis por esta acumulação. As ilhas também podem ter origem a partir do isolamento de parte do continente, em função da evolução dos canais devido à forte dinâmica das marés.

A análise multitemporal e investigações em campo registram bem estes processos. As desembocaduras dos rios Araguari e Amazonas e o canal do Gurijuba, que separa o Arquipélago do Bailique do continente, estão sendo intensamente assoreados.

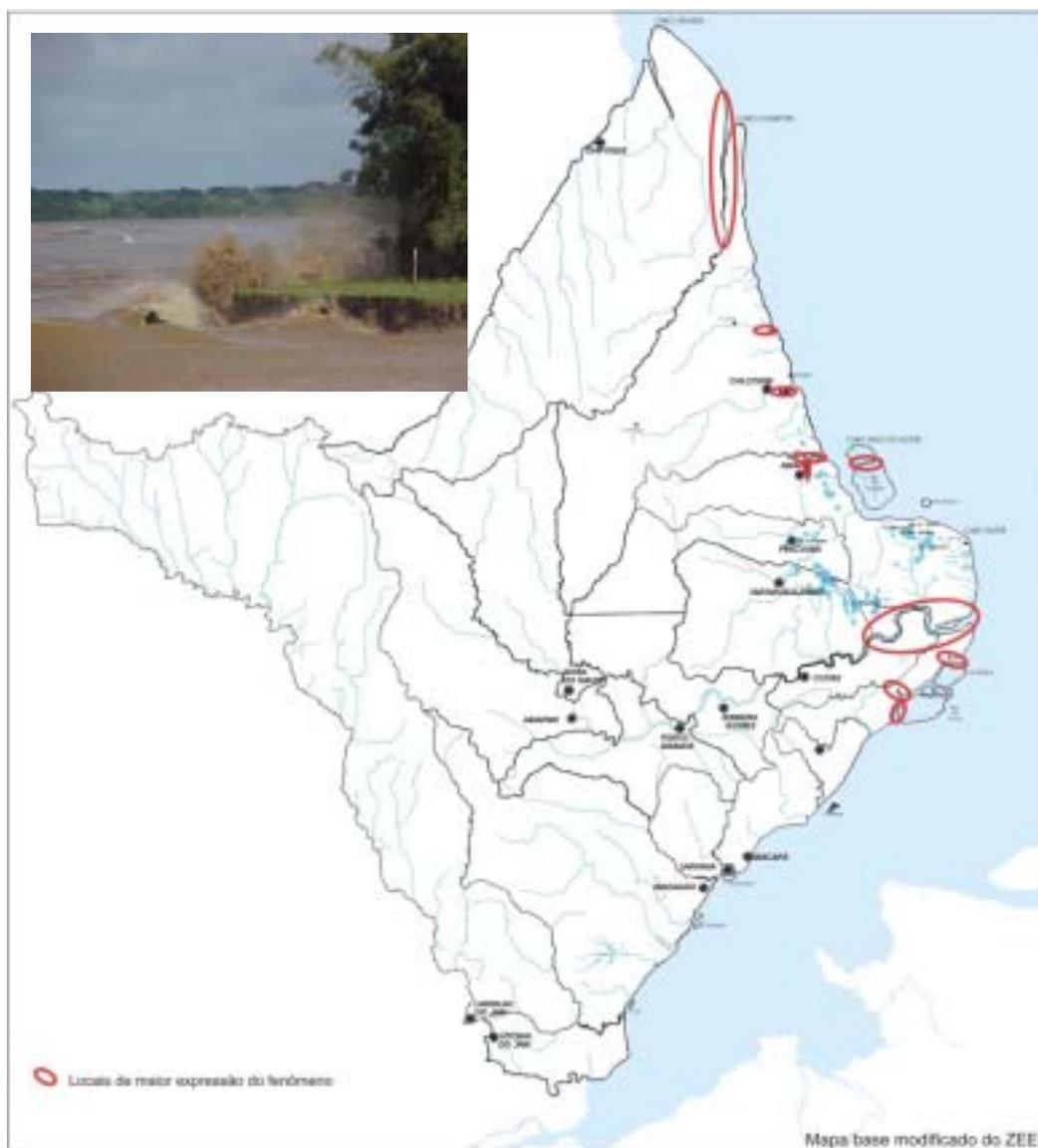


Figura 20: Locais de ocorrência da pororoca na costa amapaense. No detalhe, aspecto da pororoca no rio Araguari (localidade de Rocinha).

Fonte: Acervo GERCO-AP.

3.5.3 Avulsão e colmatação

O processo de avulsão corresponde aos deslocamentos rápidos de parte de um rio, que segue novo trajeto em nível topográfico mais baixo. Os canais abandonados são lentamente preenchidos por sedimentos. Ocorre, inicialmente, acumulação nas partes terminais do curso abandonado, com a deposição dos materiais no leito, isolando o canal abandonado do canal ativo.

A colmatação processa-se pela decantação da carga suspensa (sedimentos argilosos e detritos orgânicos), quando ocorre transbordamento do canal ativo. Este processo se verifica até que o antigo canal seja completamente preenchido.

Os processos acima são responsáveis pelos registros de paleocanais amplamente encontrados na Planície Costeira do Sul do Amapá (SILVEIRA, 1998). Na área investigada, um registro bastante expressivo do processo de avulsão é verificado nos rios Gurijuba (Figura 21) e Piririm. Os processos de abandono de canais e colmatação são também marcantes nas áreas de ressacas presentes nos municípios de Santana e Macapá e no rio Jupati.

Estas modificações na rede hidrográfica da Planície Costeira do Estado do Amapá ocorreram e ocorrem em função de mudanças do nível de base associadas às variações do nível do mar, atividades tectônicas e/ou elevada taxa de sedimentação (SILVEIRA, 1998); e esta última podendo ser desencadeada pelo fenômeno da pororoca.

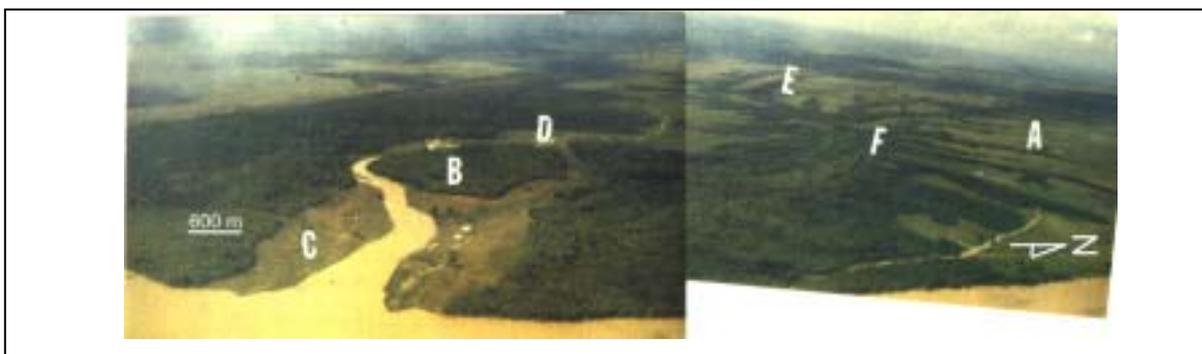


Figura 21 - Modificações da rede de drenagem na Planície Costeira: **1)** registro de avulsão do rio Gurijuba. **A)** afluentes de primeira ordem, hoje vegetados; **B)** antiga ilha, localizada na paleodesembocadura do rio; **C)** planície de inundação; **D)** atual rio Gurijuba; **E)** “levées” naturais; **F)** registro do deslocamento de “levées”.

Fonte: Silveira (1998).

Outras modificações na rede de drenagem que podem amplificar a ação dos processos de avulsão, assoreamento e colmatação, estariam associadas às atividades antrópicas, principalmente a bubalinocultura, praticada extensivamente na região dos rios Araguari, Gurijuba e Piririm. Nos últimos anos, esta atividade vem propiciando a abertura de novos canais (valas) pelo pisoteio constante de animais (SANTOS et al., 2000; MEIRELLES ; MOCHIUTTI, 2000).

Registros observados em imagens de satélite mostram que este processo pode estar favorecendo a reativação de antigas drenagens na região, além de estar levando a aberturas de novas drenagens, a exemplo da modificação de um braço do Igarapé República, aberto por pecuaristas para permitir o escoamento mais rápido das águas das regiões mais elevadas da planície de inundação (Figura 22a). O antigo igarapé que corria próximo da costa (Figura 22b) vem perdendo a sua funcionalidade. Segundo moradores antigos “... em 1994 mandaram abrir. O tempo fez o resto. Hoje o igarapé tem cerca de 80 metros de largura e 50 metros de profundidade”.

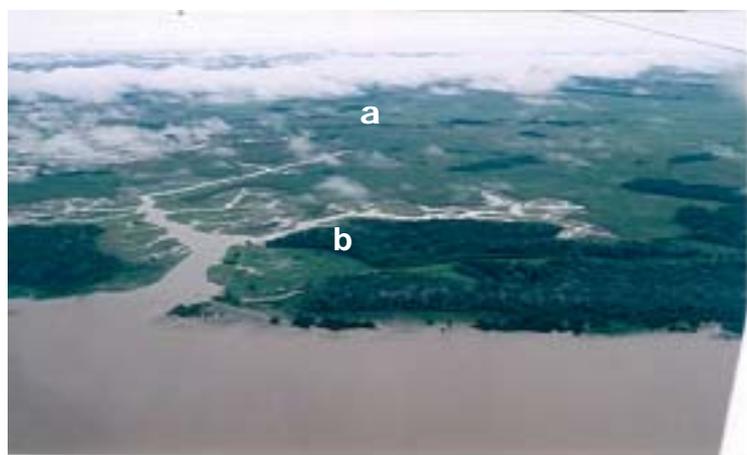


Figura 22 - Igarapé República. **a)** Braço do igarapé aberto por ação antrópica induzida; **b)** Braço natural do antigo Igarapé República.

Fonte: Acervo GERCO.

3.5.4 Inundações

A linha de costa do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá, em função de ser bastante recortada por cursos d'água e devido a sua

baixa altitude, sujeita a planície costeira a constantes inundações. Estes processos ocorrem nos diversos subambientes da planície costeira com diferentes freqüências: **a)** duas vezes ao dia - fenômenos diários - devido à entrada e saída das marés; **b)** duas vezes ao mês - fenômenos mensais - durante as marés de sizígia (luas cheia e nova); **c)** pelo menos uma vez ao ano - fenômeno das cheias - especialmente nos meses de março e setembro, quando as marés de sizígia (marés lançantes) são coincidentes com os períodos em que o sol encontra-se mais próximo da terra (periélio); e **d)** em intervalos de tempo irregulares (fenômenos excepcionais), durante as grandes cheias (Figura 23a e 23b).

Durante os períodos de inundação, grande parte da planície costeira fica alagada, principalmente nas áreas de acumulação de sedimentos (**Apfi** e **Apfc**), relacionadas aos campos inundáveis e às áreas de "ressacas". Entretanto, as inundações são mais notadas quando suas conseqüências são observadas em diversos setores sócio-econômicos da área investigada. As habitações das comunidades ribeirinhas (palafitas) são construídas de forma a se adaptar aos fenômenos diários, mensais e sazonais. No entanto, ainda não são considerados os fenômenos excepcionais, principalmente no estabelecimento de cidades costeiras, a exemplo do ocorrido na região do Baixo Araguari, município de Cutias, no ano de 1984, quando, em função da alta precipitação pluviométrica, registrou-se uma das maiores inundações, o que dizimou a maior parte do rebanho bubalino da região, com conseqüências drásticas para a economia local.



Figura 23 - Arquipélago do Bailique. **a)** parte externa da Ilha do Franco, em maré de sizígia, em 10 de outubro de 1992, registrado em sobrevôo; **b)** Maré semidiurna no canal de maré da comunidade de Livramento (Igarapé Chatinho). Fontes: a) Maria Thereza Prost; b) Acervo GERCO-AP.

O fenômeno das inundações pode ser potencializado também pela ação antrópica, a exemplo do ocorrido na linha de costa do município de Laranjal do Jari, em maio de 2000. Em função da alta precipitação pluviométrica e aterros na margem do rio, registrou-se uma grande inundação, com prejuízos para a população ali existente. Apesar de estar localizado fora da área de estudo, é interessante mencionar este episódio, pois demonstra a necessidade de se atentar para esses fenômenos. Outro exemplo da interferência humana, registra-se no perímetro urbano Macapá-Santana: em função dos aterros das áreas de "ressacas" (**Apfc**) para a ocupação humana, as inundações sazonais ou excepcionais são amplificadas. Ainda em Macapá, às proximidades do canal do Jandiá, o processo de inundação é favorecido pela baixa altitude da planície de inundação, alta precipitação nos períodos chuvosos, presença das marés de sizígia e disposição e acúmulo de lixo urbano, causando, dessa forma, transtorno a população residente nessa área. Diante do exposto, ressalta-se que as inundações agravadas pela ocupação humana inadequada de áreas marginais dos rios não respeitam os limites naturais impostos pelo relevo.

3.5.5 Movimentos de massa e erosão pluvial

A estabilidade das vertentes está associada ao tipo de substrato, vegetação, declividade, clima (precipitação pluviométrica) e atividades antrópicas. Os movimentos de massa podem ser de dois tipos: lentos ou rápidos.

Os movimentos rápidos ocorrem com maior frequência no setor sul do Estado do Amapá, nas vizinhanças de Vitória do Jari, nas bordas dos Planaltos e Tabuleiros Rebaixados, em função da maior declividade das vertentes, substrato pouco coeso e ausência de cobertura vegetal, além da ocupação indevida de encostas ou sopé destas e da alta taxa de precipitação pluviométrica. Na região de Macapá, este fenômeno é menos frequente.

Movimentos de massa lentos não foram constatados na região, devendo ocorrer com maior frequência do que os movimentos de massa rápidos, uma vez que nesse tipo de movimento as mudanças na paisagem são quase imperceptíveis.

Outro processo importante a ser considerado nesses movimentos é o escoamento superficial, que ocorre quando a quantidade de água precipitada supera a velocidade de infiltração. Este processo se dá com maior frequência nas vertentes íngremes. Sob cobertura vegetal, o escoamento difuso é dominante, diminuindo assim as possibilidades de ravinamento e erosão e, conseqüentemente, o assoreamento dos rios e igarapés a jusante. Nas áreas com reduzida cobertura vegetal, o ravinamento é um processo marcante. Exemplo disso ocorre nas regiões de cerrado ao norte da cidade de Macapá onde esses processos são mais intensos, estando associados aos Tabuleiros Costeiros as formas **Dcrv** e **Drv**.

3.6 EVOLUÇÃO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA

A evolução geológico-geomorfológica na área em estudo, analisada ao longo do tempo geológico, resulta da interação entre os processos endógenos, que causam movimentos na crosta terrestre e que têm origem no interior da terra, e os exógenos, relacionados aos processos morfoclimáticos e variações do nível do mar.

Durante o Cretáceo (141 – 65 m.a.) foram depositados os sedimentos clásticos de origem continental fluvial que compõem a Formação Alter do Chão. Esta deposição ocorreu na área da Bacia Sedimentar do Amazonas, que esteve sujeita a uma fase de subsidência desde o Permiano (280-230 m.a.), formando assim espaço para acúmulo de sedimentos no seu interior (BEZERRA et al., 1995).

As variações climáticas ocorridas no Terciário (Paleoceno ao Mioceno, 65-5 m.a) favoreceram o intemperismo da Formação Alter do Chão, com o desenvolvimento de depósitos lateríticos (LIMA et al. 1991). A origem destes depósitos está relacionada a um clima do tipo tropical,

com estação seca definida. Durante a fase úmida, a chuva favorece a solubilização do ferro e o transporte para níveis com baixo grau de permeabilidade. No período seco, em função da deficiência hídrica, ocorre o endurecimento do nível enriquecido em ferro (CASSETI, 1994).

Ao final do Terciário – início do Quaternário (5-1.8 m.a.), na faixa costeira do Amapá, ocorreu uma intensa sedimentação continental (leques aluviais e sistemas fluviais), que caracteriza a Formação Barreiras. Ainda neste período, ocorreu o aplainamento do terreno em função das alternâncias climáticas. Em períodos de clima árido, as saliências topográficas ficam sujeitas à erosão e tendem à destruição total da forma passada, com o conseqüente aplainamento do terreno. Caso o clima seco persista, serão elaborados os pediplanos. Em períodos de clima úmido ocorrem, predominantemente, a instalação e o aprofundamento da drenagem, com dissecação generalizada do paleorelevo. No Pleistoceno, as oscilações climáticas associadas às atividades neotectônicas favoreceram o remodelamento do relevo da área estudada, com a destruição de grande parte das superfícies aplainadas terciárias e definição de outras, em nível topográfico mais baixo, compondo o relevo atual (BEZERRA et al., 1995).

As mudanças do nível de base, causadas por ajustes tectônicos ou variações do nível do mar, provocaram mudanças na morfologia costeira. Os vales entalhados nos Tabuleiros Costeiros iniciaram-se por incisões que evoluíram por erosão remontante. Este processo de escavação do vale, a partir da foz em direção à cabeceira dos cursos de água, visa ao estabelecimento do perfil de equilíbrio em função das mudanças verificadas no nível de base (BEZERRA et al., op. cit.).

No Quaternário (Pleistoceno-Holoceno, 1.8 m.a. ao recente), as variações do nível do mar tiveram papel fundamental na formação da Planície Costeira. Apesar de relevantes, estas variações do nível do mar ainda não estão bem compreendidas no setor norte do litoral brasileiro, não existindo curva representativa das variações do nível do mar para a Região Norte do Brasil. A única curva disponível no Brasil foi aquela

construída por Martin et al. (1982) para a costa leste-nordeste do Brasil. Como os parâmetros oceanográficos do litoral norte brasileiro são diferentes do setor leste-nordeste, os dados desta curva são utilizados aqui com fortes limitações.

A elevação do nível do mar ocorrida há cerca de 120.000 anos A.P. provocou a erosão dos Tabuleiros Costeiros (Formação Barreiras) (BEZERRA et al., op. cit.), formando, naquele momento, falésias ativas. Os vales entalhados na Formação Barreiras foram inundados pelas águas do mar. Com o subsequente abaixamento do nível do mar, os vales afogados ficaram mais rasos e foram progressivamente substituídos por terras úmidas de água doce. Novas oscilações do nível do mar ocorridas no período holocênico constituíram e remodelaram grande parte dessas terras dando origem a atual planície costeira.

Períodos de abaixamento do nível do mar e sob condições de clima úmido, onde predomina o intemperismo químico, disponibilizando grande quantidade de material fino, criaram condições para a acumulação de sedimentos em planícies fluviais e flúvio-marinhas. As falésias formadas durante o período de nível mais alto que o atual encontram-se inativas e ocorrem afastadas da linha de costa atual, no limite interno da Planície Costeira. Apenas no setor entre as cidades de Macapá e Santana as falésias da Formação Barreiras encontram-se mais próximas do rio Amazonas.

REFERÊNCIAS

ALLISON, M.; NITTRouer, C.A.; FARIA JÚNIOR, L.E.C. Rates and mechanisms of shoreface progradation and retreat downdrift of the Amazon river mouth. **Marine Geology**, n.125, p. 373-392. 1995.

BARBOSA, G.V.; RENNÓ, C.V.; FRANCO, E.M.S. Geomorfologia da Folha SA22 BELÉM. In: **Projeto Radam**: Projeto de Integração Nacional. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. Parte II, p. 1-36. (Levantamento de Recursos Naturais, v.5).

BEZERRA, P.E.L. (Coord.) Estrutura e dinâmica ambiental. In: ————. **Plano Diretor de Mineração em Áreas Urbanas na Região Metropolitana de Belém e Adjacências**: Projeto Estudo do Meio Ambiente em Sítios de Extração de Materiais de Construção na Região Belém-Benevides. Belém: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1995. p. 41-72. (Relatório Final).

BEZERRA, P.E.L. et al. **Geologia**. Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal. Rio de Janeiro: SUDAM/IBGE, 1990. p. 91-164.

BIGARELLA, J.J.; ANDRADE, G.D. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivo do Instituto de Ciências da Terra**, Recife, v.2, p. 2-114. 1964.

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

CADERNO de Seminário de Ordenamento Territorial da Área Sul. Macapá: IEPA/ZEE, 1999.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: UFG, 1994. 137p.
CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**: o canal fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p. v.1.

COSTA, W.J.P.; SANTOS, V.F. dos; SILVA, M.S. da ; SILVA, A., Q. da. Geologia da área prioritária I. In: ————. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amapá**. Macapá: IEPA, 1999. 26 p.

CREPANI, E. et al. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São Paulo: INPE, 1996. 18 p.
GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-geomorfológico**. 8.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446 p.

JACKSON, J. A. **Glossary of Geology**. 4 ed. Alexandria, Virginia: American Geological Institute, 1997. 769 p.

LIMA, M.I.C. de; BEZERRA, P.E.; ARAÚJO, H.J.T. Sistematização da Geologia do Estado do Amapá. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 3., 1991. Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1991. p.322-335.

MAPA Geomorfológico. Projeto RADAM: Programa de Integração Nacional. Folha Macapá – NA NB 22, v. 6, escala 1 :1.000.000. Brasília: Ministério das Minas e Energia/ DNPM, 1974.

MAPA Geomorfológico. Projeto RADAM: Programa de Integração Nacional. Folha Belém - SA22, escala 1:1.000.000. Brasília: Ministério das Minas e Energia, DNPM, 1974.

MAPA de Geomorfologia. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amapá. Projeto de Gestão Ambiental Integrada – PGAI, Área Prioritária I, escala 1:250.000. Presidência da República, Secretária de Assuntos Estratégicos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal Governo, 1999.

MARTIN, L.; MÖRNER, N.A.; FLEXOR, J.M.; SUGUYO, K. **Reconstrução de antigos níveis marinhos do Quaternário**. São Paulo: Comissão Técnico-Científica do Quaternário-SBG, 1982. 154p. (Publicação Especial).

MENDES, A. C. **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. 1994. 274f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Belém, Universidade Federal do Pará, 1994.

NUNES, B. DE A.; RIBEIRO, M. I. DE C. ; ALMEIDA, V.J. DE ; NATALI FILHO, T. (Coord.). **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. 113 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 5).

OGATA, M. G. **Relatório de Atividades de Consultoria**. Macapá: GEA/IEPA, 2000. 9 p.

PLANO Diretor de Ocupação das Terras do Jari. Macapá. Jari Celulose S/A, 1994. 49 p. (Caderno 1 - Meio Físico).

PRIMEIRA Aproximação do Zoneamento Ecológico Econômico do Amapá: Representação Escala 1:1.000.000. Relatório final. Versão simplificada. Macapá: IEPA.ZEE, 1997. 106p.

SILVEIRA, O.F.M. da. **A Planície costeira do Amapá**: dinâmica de ambiente costeiro influenciado por grandes fontes fluviais quaternárias.

1998. 215f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Belém, Universidade Federal do Pará, 1998.

SILVEIRA, O.F.M. da; SANTOS, V.F. dos. **Conhecendo a Zona Costeira do Amapá**: Cartilha. Macapá: IEPA, 2001.

SILVEIRA, O. F. M.; SANTOS, V. F.; FIGUEIRA, Z. R.; AGUIAR, J. S. S.; SILVA, L. M. A.; COSTA NETO, S. V.; TARDIN, A. T.; MONTEIRO, C. J. F.; MELO, C. C. S.; RODRIGUES, A. A. F. **Estudo de Criação de Unidade de Conservação na Foz do Rio Amazonas**. Macapá: PROECOTUR, 2002.

SOUZA FILHO, P.W.M. **Morfodinâmica e processos costeiros**. 1998. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Oceanografia) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

TÁBUAS DE MARÉ. Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2000.

TORRES, A. M.; COSTA, W. J. P. Avaliação da concentração de sedimentos em suspensão e dos parâmetros ambientais do rio Amazonas no Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá sob a influência de La-Niña. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 7., 1999. Porto Seguro. **Anais...** Porto seguro: ABEQUA, 1999.

GLOSSÁRIO

Acumulação de sedimentos - processo pelo qual se verifica a deposição de sedimentos.

Assoreamento - processos de deposição de sedimentos. Ex.: fluvial, eólico e marinho.

Avulsão - deslocamento rápido de parte do um rio, que segue novo trajeto em nível topográfico mais baixo.

Colina - pequenas elevações do terreno com declives suaves e altitudes inferiores a 50 metros.

Colmatação ou colmatagem - trabalho de entulhamento ou enchimento realizado pelos agentes naturais ou pelo homem, em zonas deprimidas.

Cretáceo - período geológico entre 135/145 e 65 milhões de anos antes do presente.

Dissecação – processo de retrabalhamento da paisagem (relevo), pelos agentes erosivos.

Interflúvio - superfície elevada, plana ou ondulada, entre dois vales adjacentes. Os rios fluem paralelamente e na mesma direção.

Leito do rio - canal escavado pela corrente do rio para o escoamento dos materiais e das águas, de acordo com sua inclinação.

Mapa batimétrico - mapa que contém os dados de profundidade dos corpos d'água.

Mapa ou carta geomorfológica - mapa que contém as informações da geomorfologia (formas do relevo e processos).

Maré de sizígia - Ocorrem quando o Sol e a Lua estão em conjunção (Lua Nova) ou oposição (Lua Cheia). Nestes períodos as marés altas são maiores e as baixas são menores, sendo observada uma maior amplitude de maré nessas condições.

Modelados – Aspectos do relevo, resultantes do trabalho realizado pelos agentes erosivos. Podem ser de acumulação, dissecação e aplainamento.

Morro testemunho - colina de topo mais ou menos plano situado adiante de uma escarpa de cuesta, mantido por uma camada mais resistente.

Nível de base - ponto limite abaixo do qual a erosão das águas correntes não pode trabalhar, constituindo o ponto mais baixo a que um rio pode chegar, sem prejudicar o escoamento de suas águas.

Paleocanal - antiga drenagem.

Paleofeição - termo geral utilizado que engloba os canais abandonados, antigas linhas de drenagem, linhas de crescimento, linhas de acreção.

Mapa planialtimétrico - mapa base que contém as informações da planimetria (estradas, rios, etc.) e da altimetria (cotas topográficas).

Processo endógeno - processo que tem origem no interior do globo terrestre (vulcanismo, sismos, movimentos tectônicos, etc).

Processo exógeno - processo que ocorre na superfície da terra, modificando a paisagem (pluvial, fluvial, marinho, eólico, etc.).

Parâmetros hidrodinâmicos - correntes de maré, descarga fluvial, etc.

Progradação da linha de costa - avanço da linha de costa em direção ao mar aberto.

Ravinamento - incisões no solo devido ao escoamento superficial concentrado da água da chuva.

Sedimento - material originado pela destruição de rochas pré-existentes susceptível de ser transportado e depositado.

Superfície de aplainamento - superfície de erosão que corta estruturas diversas, mostrando no entanto formas fracamente onduladas.

Tabuleiro - forma topográfica de terreno que se assemelha a planaltos, terminando geralmente de forma abrupta.

Talvegue - é a linha de maior profundidade no leito fluvial. A palavra significa "caminho do vale".

Terraço - superfície horizontal ou levemente inclinada, constituída por depósito sedimentar ou superfície topográfica modelada pela erosão fluvial, marinha ou lacustre e limitada por dois declives do mesmo sentido.

Vertentes - São planos de declives variados que divergem das cristas ou dos interflúvios, enquadrando o vale.