

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE MESTRADO EM GEOGRAFIA
ORDENAMENTO TERRITORIAL AMBIENTAL

DEIZE DE SOUZA CARNEIRO

**MORFODINÂMICA FLUVIAL DO RIO SOLIMÕES, TRECHO
TABATINGA A BENJAMIN CONSTANT-AM E SUAS IMPLICAÇÕES
PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL**

NITERÓI

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DEIZE DE SOUZA CARNEIRO

**MORFODINÂMICA FLUVIAL DO RIO SOLIMÕES, TRECHO
TABATINGA A BENJAMIN CONSTANT-AM E SUAS IMPLICAÇÕES
PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Ordenamento Territorial Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. RAÚL SÁNCHEZ VICENS

NITERÓI

2009

C289

Carneiro, Deize de Souza

Morfodinâmica fluvial do rio Solimões, trecho Tabatinga a Benjamin Constant –AM e suas implicações para o ordenamento territorial / Deize de Souza Carneiro. – Niterói : [s.n.], 2009.
151 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, 2009.

1.Morfodinâmica. 2.Ordenamento territorial. 3.Análise multitemporal. I.Título.

CDD 551.409811

DEIZE DE SOUZA CARNEIRO

**MORFODINÂMICA FLUVIAL DO RIO SOLIMÕES, TRECHO
TABATINGA A BENJAMIN CONSTANT-AM E SUAS IMPLICAÇÕES
PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Ordenamento Territorial Ambiental.

Aprovada em 21 de dezembro 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. RAÚL SÁNCHEZ VICENS
Universidade Federal Fluminense-UFF
Orientador

Prof.^a Dr.^a SANDRA BAPTISTA DA CUNHA
Universidade Federal Fluminense - UFF

Prof.^a Dr.^a CARLA MADUREIRA CRUZ
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Prof Dr. JORGE SOARES MARQUES
Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ

Aos Cidadãos ribeirinhos que lutam por uma vida
mais digna na Amazônia.

COMO UM RIO

Ser capaz, como um rio
Que leva sozinho
A canoa que se cansa,
De servir de caminho
Para a esperança.

E de lavar do límpido
A mágoa da mancha,
Como o rio que leva, e lava.

Crescer para entregar
Na distância calada
Um poder de canção,
Como o rio decifra
O segredo do chão.

Se tempo é de descer,
Reter o dom da força
Sem deixar de seguir.
E até mesmo sumir,
Para, subterrâneo,
Aprender a voltar

E cumprir, no seu curso,
O ofício de amar.

Como um rio, aceitar
Essas súbitas ondas
De águas impuras
Que afloram a escondida
Verdade nas funduras.

Como um rio, que nasce
De outros, saber seguir,
Junto com outros sendo
E noutros se prolongando
E construir o encontro
Com as águas grandes
Do oceano sem fim.

Mudar em movimento,
Mas sem deixar de ser
O mesmo ser que muda.
Como um rio.

Thiago de Mello

AGRACEDIMENTOS

À Universidade Federal Fluminense e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia;

Ao Prof. Dr. Raúl Sánchez Vicens, pela oportunidade e orientação;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo fornecimento da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível realizar este trabalho;

Ao Laboratório de Geografia Física da UFF, em particular aos colegas Filipe Mazur, Felipe Cronenberg e Luisa Pimenta pelo apoio técnico no uso das geotecnologias;

À Prof^ª. Dra. Sandra Baptista da Cunha, à Prof^ª. Dra. Carla Madureira e ao Prof. Dr. Jorge Marques pelas preciosas contribuições;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, ao Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, a Universidade de Maryland pela disponibilização das imagens de satélite;

À Companhia de Recursos Minerais – CPRM e Agência Nacional de Águas - ANA pelo fornecimento dos dados fluviométricos e bibliografias importantes;

Ao Grupo de Pesquisas Cidades na Amazônia – NEPECAB, à Universidade do Estado do Amazonas – UEA, ao Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA em Benjamin Constant, ao Instituto Agropecuário do Estado do Amazonas - IDAM em Tabatinga e Benjamin Constant e a Ordem Religiosa dos Frades Menores Capuchinos pelo apoio logístico nos trabalhos de campo;

Ao 8^a Batalhão de Infantaria na Selva, à Marinha do Brasil em Tabatinga, às populações das comunidades ribeirinhas, aos proprietários de embarcações e demais Instituições que colaboraram com as entrevistas,

À minha querida Família pelo apoio incondicional;

Aos colegas da Turma de Mestrado do POSGEO de 2007 pelo apoio e companheirismo;

À Rita do Perpétuo Socorro Babosa de Oliveira pelo companheirismo, incentivo profissional e muitas vezes financeiro;

Ao Prof^º. Msc. Alberto Carvalho pelo incentivo e sugestão da área de estudos;

À Denize Carneiro, Gloria Magalhães, Virgínia Peixoto, Endy Moraes, Eder Gama, Luísa Teixeira, Isaac Moraes e amigos do Estado do Amazonas pela colaboração, incentivo e apoio logístico;

A Família Pereira de Barros, à família Focolare e amigos da cidade do Rio de Janeiro pelo apoio direto e indireto na realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho traz uma análise multitemporal da dinâmica fluvial do rio Solimões no período de 1986-2006 e suas implicações para o ordenamento territorial da zona de fronteira entre o Brasil, Peru e Colômbia. Pelo fato de muitos aspectos humanos na Amazônia encontrarem-se associados à dinâmica fluvial, essa análise se tornou bastante pertinente. Na metodologia foram utilizadas distintas técnicas e procedimentos de pesquisa, proporcionando uma abordagem diferenciada temporal e espacial por meio do sensoriamento remoto e do conhecimento tradicional dos moradores locais. Como resultados foram gerados mapas síntese com a variação morfológica e análise de dados fluviométricos que possibilitaram um leque de abordagens. Constatou-se que os rios considerados as principais vias de desenvolvimento nesta área, des-ordenam o território, visto que o mesmo rio que é utilizado para ordenar, como no caso da rede urbana ou como critério de demarcação de limites administrativos e internacionais, também se encarrega de desordenar por meio da morfodinâmica que promove grandes alterações morfológicas no espaço exigindo das populações locais certa desenvoltura para lidar com situação.

Palavra Chave: Morfodinâmica, análise multitemporal, Ordenamento Territorial na Amazônia.

ABSTRACT

The objective of this work is to make a multitemporal analysis of Solimões River's fluvial dynamics in the period comprehended between 1986 and 2006 and its consequences to the territorial ordainment of Brazil, Peru and Colombia's frontier area. Because of the fact that too many humans aspects in Amazon are associated to the fluvial dynamics, this analysis has became so relevant. Different technics and research proceeds were used in the methodology, provinding adifferent temporal and spacial touch through the remote sensing and the local resident's knowledge. As a result, synthesis maps with morfologycal variations and fluviometrical data's analysis were developed and many touches became possible. It was realized that rivers, that were consideredated the principals development routes at that place, disturbe the territory. It happens because the river that is used to order, as in the case of city life or as an international and admisnistrative boundaries demarcation criterion; at the same time, causes a disorder, due to the morphodynamics wich promote big morfologycal changes, demanding perspicacity to deal with the situation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização da Área de Estudos	16
Figura 02: Bacia Hidrográfica Amazônia	40
Figuras 03 : Mapas de precipitação da América do Sul – Maio/2007	42
Figuras 04 : Mapas de precipitação da América do Sul - Out /2007	42
Figura 05: Rios de Água Clara	44
Figura 06: Rios de água preta	44
Figura 07: Rios de água branca	45
Figura 08: Mapa Geológico da área de estudos	48
Figura 09: Formação Solimões, destaque para o afloramento de linito.....	49
Figura 10: Depósitos Aluvionares na margem do rio Solimões.....	50
Figura 11: Depósito fluvial de canal no rio Solimões, próximo a Localidade Belém do Solimões	54
Figura 12: Formas de erosão e dissecamento, próximo a Localidade Belém do Solimões	55
Figura 13: Médias mensais por década	56
Figura 14: Área de estudo no contexto do canal do rio Solimões/Amazonas ...	56
Figura 15: Centros urbanos no ponto de trijunção da fronteira Brasil Colombia e Peru	58
Figura 16: Comunidade Prosperidade, margem, esquerda do rio Solimões, Município de Benjamin Constant.....	62
Figura 17: Esquema do limite fronteiroço entre o Brasil, a Colombia e o Peru	63
Figura 18: Cotas médias mensais para o período de 1986-2006.....	68
Figura 19: Variação das cotas médias anuais para o período de 1986-2006.....	69
Figura 20: Comparação do comportamento das cotas médias anuais nos anos de da análise temporal de imagens	70
Figura 21: Cotas máximas e mínimas para o período de 1986 a 1994	71
Figura 23: Cotas médias anuais do período de 1986 a 1994	72
Figura 22: Cotas diárias dos anos de 1986 e 1994	72
Figura 24: Cotas máximas e mínimas para o período de 1994-2006	73
Figura 25: Cotas diárias dos anos de 2005 e 1999	74
Figura 26: Cotas médias anuais para o período de 1994 a 2006	75
Figura 27: Comportamento das cotas nos anos de passagem das imagens utilizadas na análise temporal	76
Figura 28: Análise temporal da morfodinâmica do rio Solimões no período de 1986 a 1994	78
Figura 29: Análise temporal da morfodinâmica do rio Solimões no período de 1994 a 2006	81
Figura 30: Análise temporal da morfodinâmica do rio Solimões no período	

de 1986 a 2006	83
Figura 31: Migração do canal principal do rio Solimões no período de 1986-1994	86
Figuras 32: Migração do canal principal do rio Solimões no período de 1994-2006	86
Figura 33: Evolução das Ilhas: Ronda, Rondinha, Santa Rosa e Fantasia. Imagem Landsat de 19/07/2007	88
Figura 34: Alterações morfológicas nas Ilhas Aramaçá e Cleto	89
Figura 35: Evolução das Ilhas Cleto e Aramaçá para período entre 1986-2006	90
Figura 36: Margem da Ilha Aramaçá com destaque para a composição arenosa.	90
Figura 37: margem esquerda do rio Solimões com afloramento de linhito.....	90
Figura 38: Imagem Landsat de 2006 destacando as formas assumidas pela Ilha do Cleto ao longo dos 20 anos estudados.....	91
Figura 39: Imagem Landsat de 2006 destacando as formas assumidas pela Ilha do Aramaçá ao longo dos 20 anos estudados	92
Figuras 40: Trecho do rio Solimões evidenciando o deslocamento das áreas de erosão no período de 1986-1994.....	95
Figuras 41: Trecho do rio Solimões evidenciando o deslocamento das áreas de erosão no período de 1994-2006	95
Figura 42: Imagem Google Earth ilustrando a avulsão do Lago do Bruno e o processo de formação de um novo lago.....	96
Figura 43: Ilustração da deposição fluvial na confluência dos rios Solimões e Javari	97
Figura 44: Meandros abandonados no rio Javari	98
Figura 45: Processos e formas fluviais atuais	99
Figura 46: Transporte eólico de sedimentos em bancos de areia	101
Figura 47: Localização das implicações socioeconômicas	104
Figura 48: Formações Geológicas do Alto Solimões e a localização das cidades	106
Figura 48 : Moradias adaptadas à dinâmica fluvial	107
Figura 49: Moradias flutuante adaptadas à dinâmica fluvial	107
Figura 50: Trajetória de mudança da Comunidade Cristo Rei, conforme entrevista realizada em agosto de 2008	108
Figura 51: Implicação da deposição fluvial na foz do Paraná do Cleto para a Comunidade Novo Paraíso	110
Figura 52: Diminuição do trajeto entre Tabatinga e Benjamin Constant	114
Figura 53: Implicações na Fronteira Basil-Colombia-Peru	127
Figura 54: Fronteira Brasil – Colômbia no Igarapé Santo Antônio entre	

Tabatinga e Letícia.....	128
Figura 55: Anexação da Ilha Islândia às terras brasileira. Imagem Google Earth	130
Figura 56: Esquema da Fronteira Brasil/Colômbia/Peru	131
Figura 57: Esquema hipotético a migração da foz do rio Javari e do limite Brasil-Peru	132
Figura 58: Procedimentos da análise multitemporal por sensoriamento remoto ...	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Lista das imagens utilizadas no trabalho	34
Quadro 02: Imagens selecionadas para a análise temporal	35
Quadro 03: Definição das classes erosão e deposição de sedimentos	36
Quadro 04: Características dos rios de águas branca, preta e clara.....	43
Quadro 05: Características das formas de acumulação.....	53
Quadro 06: Tipos de Fronteiras Brasileiras	122
Quadro 07: Extensões da fronteira Brasil-Peru	123
Quadro 08: Extensões da fronteira Brasil-Peru	123
Quadro 09: Categorias de limites fluviais internacionais.....	124

LISTA DE TABELAS

Quadro 06: Comparação das áreas totais e taxas anuais dos processos de erosão e deposição de sedimentos em cada período analisado.....	84
Quadro 07: Variaração das áreas das ilhas	93

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MORFODINÂMICA FLUVIAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL NA AMAZÔNIA.....	18
2.1. Os processos e as formas em Geomorfologia Fluvial.....	19
2.1.1 Processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos.....	19
2.1.2 Formas Depositionais.....	21
2.1.3 Erosão de margens.....	22
2.1.4 Padrão de Canal Meandrante	25
2.2. Ordenamento territorial na Amazônia.....	27
2.2.1 O conhecimento tradicional das populações locais sobre a dinâmica fluvial do rio Solimões-Amazonas	28
2.2.2 O papel das geotecnologias	29
3. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS.....	31
3.1. Análise Multitemporal por Sensoriamento Remoto.....	32
3.1.1. Levantamentos, aquisição e seleção das Imagens	32
3.1.2. Criação do acervo de imagens	32
3.1.3. Pré-processamento das imagens	33
3.1.5. Segmentação e classificação das Imagens	33
3.1.6. Análise Multitemporal	34
3.2. Dados Fluviométricos	37
3.3. Trabalho de Campo	37

4. CONTEXTO AMBIENTAL E CARATERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	39
4.1. Bacia Hidrográfica do rio Amazonas.....	39
4.2. Caracterização da Área de Estudos.....	47
4.2.1. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	47
4.2.1.2. Clima	47
4.2.1.3. Geologia	48
4.2.1.4. Solos e floresta	51
4.2.1.5. Geomorfologia	52
4.2.1.6. Dinâmica fluvial	55
4.2.2. CONSIDERAÇÕES SOCIOECONÔMICOS.....	57
4.2.2.1. <i>História de Ocupação</i>	58
4.2.2.2. <i>Considerações sobre as Áreas Urbanas</i>	59
4.2.2.3. <i>Considerações sobre as Áreas Rurais</i>	61
4.2.2.4. <i>Considerações sobre Fronteira Brasil, Colômbia e Peru</i>	63
5. EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DO RIO SOLIMÕES.....	67
5. 1. Funcionamento Hidrológico	67
5.1.1. Período de 1986 a 1994	70
5.1.2. Período de 1994 a 2006.....	73
5.2. Análise multitemporal	77
5.2.1. Dinâmica de processos fluviais	77
5.2.1.1. Período de 1986 a 1994	77
5.2.1.2. Período de 1994 a 2006.....	80
5.2.1.3. Síntese na análise dos processos para todo o período estudado (1986-2006).....	82

5.2.2. Dinâmica Morfológica	85
5.2.2.1. Alterações morfológicas no canal	85
5.2.2.2. Alterações morfológicas nas Ilhas	87
5.3. Processos e formas fluviais	94
6. IMPLICAÇÕES DA MORFODINÂMICA FLUVIAL DO RIO SOLIMÕES PARA ATIVIDADES SOCIOECONÔMICAS.....	103
6.1. Implicações para Moradia	105
6.2. Implicações para Agricultura	111
6.3. Implicações para as atividades pesqueiras	112
6.4. Implicação para circulação/transporte fluvial e terrestre	113
6.5. Implicações para as atividades desenvolvidas por Instituição ligadas a gestão do Território	116
7. IMPLICAÇÕES PARA A DEFINIÇÃO E GESTÃO DE LIMITES INTERNACIONAIS	120
7.1. Demarcação de limites e implicações da dinâmica fluvial na fronteira Brasil, Colômbia e Peru	120
7.1.1. Considerações sobre fronteiras naturais	121
7.1.2. Implicações na definição de limite fluvial: a fronteira Brasil-Côlombia- Peru	123
7.2. O desafio para gestão das águas doces internacionais.....	134
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	138
9. REFERÊNCIAS	143
10. ANEXOS	149

1. INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica Amazônica possui cerca de 20.000 Km de canais navegáveis (PNRH, 2006), considerados como as principais vias de desenvolvimento da região, o que torna o transporte fluvial um aspecto sempre destacado e que se relaciona com diversos âmbitos da sociedade urbana e rural da Amazônia.

A forma de conquista e ocupação do território Amazônico esteve ao longo da história vinculada aos ambientes fluviais, onde as cidades foram se fixando estrategicamente nas margens e próximo às desembocaduras dos principais rios. Também os limites internacionais tiveram nos rios o critério de demarcação mais utilizado. Esses dados mostram que o conhecimento da dinâmica natural dos rios desempenha importante papel para o ordenamento territorial da região Amazônica.

Christofoletti (1981) chama a atenção para a importância do conhecimento das características morfológicas e dos processos fluviais para o planejamento sobre a utilização das áreas ribeirinhas e do leito do canal. Cunha (1995) corrobora com essa preocupação e destaca o importante papel que os rios desempenham para o desenvolvimento de diversas atividades humanas, que desde o berço das grandes civilizações já era utilizado para a agricultura, transporte e consumo de água. Essas considerações também se mostram extremamente pertinentes tanto para o aproveitamento dos recursos como para prevenir os efeitos da dinâmica natural que na dimensão humana são muitas vezes percebidas como catastróficas.

Um planejamento territorial eficiente passa pelo conhecimento detalhado da fisiografia do lugar, visto que através do conhecimento das características físicas chega-se à potencialidade e vocação socioeconômica dos recursos naturais. Como na Amazônia muitos

aspectos humanos encontram-se associados à dinâmica natural, em particular aos ambientes fluviais, o domínio do conhecimento acerca dos processos e feições morfológicas atuantes nos canais da maior bacia hidrográfica do mundo é fundamental.

Os processos morfodinâmicos e feições morfológicas presentes no canal revelam as características fluviais, sendo o trabalho total de um rio medido muitas das vezes pela quantidade de material que ele consegue erodir, transportar e depositar (Suguio e Bigarella, 1990). Os processos fluviais são interdependentes e não devem ser analisados isoladamente, pois são fases diferentes da dinâmica fluvial, que varia suas características conforme o comportamento do fluxo.

Na Bacia Amazônica, os fatores condicionantes e o contexto ambiental em que a rede hidrográfica está inserida, dão aos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos características intensas, contribuindo para a manutenção de uma configuração de drenagem peculiar, cujo padrão é apontado como evidências de processos controlados pelos quadros: estrutural, neotectônico e glacioeustáticos do Quaternário (TRICART, 1977; STERNIBERG, 1998). O rio Amazonas, tronco principal da bacia hidrográfica, nasce no Peru, ao sul da cidade de Cuzco nas proximidades do Lago Titicaca, no monte Mismi/Andes, com mais de 5.000m de altitude e estende-se por 6.570km de extensão até o oceano Atlântico. Nesse trajeto os processos fluviais se encarregam de modelar o canal num contínuo processo de migração.

O trabalho em questão traz uma análise espaço-temporal das alterações morfodinâmicas resultantes dos processos de erosão, transporte e deposição de sedimento no rio Amazonas num trecho localizado na tríplice fronteira Brasil-Colômbia-Perú, onde o rio adentrando em território brasileiro passa a ser chamado de Solimões. O segmento do canal em estudo corresponde a uma área de 1.992 km². Envolve áreas dos municípios de Tabatinga e Benjamim Constant no Estado do Amazonas no Brasil, da cidade de Letícia - Departamento do Amazonas na Colômbia e do Departamento de Loreto no Perú, conforme a fig 01.

Por meio de uma análise multitemporal de Imagens TM e ETM do satélite Landsat, observações em campo, entrevistas com os moradores locais e instituições atuantes na área, a pesquisa procurou investigar em que escala espaço-temporal se dão as transformações morfodinâmicas no canal e quais as implicações para o ordenamento territorial local.

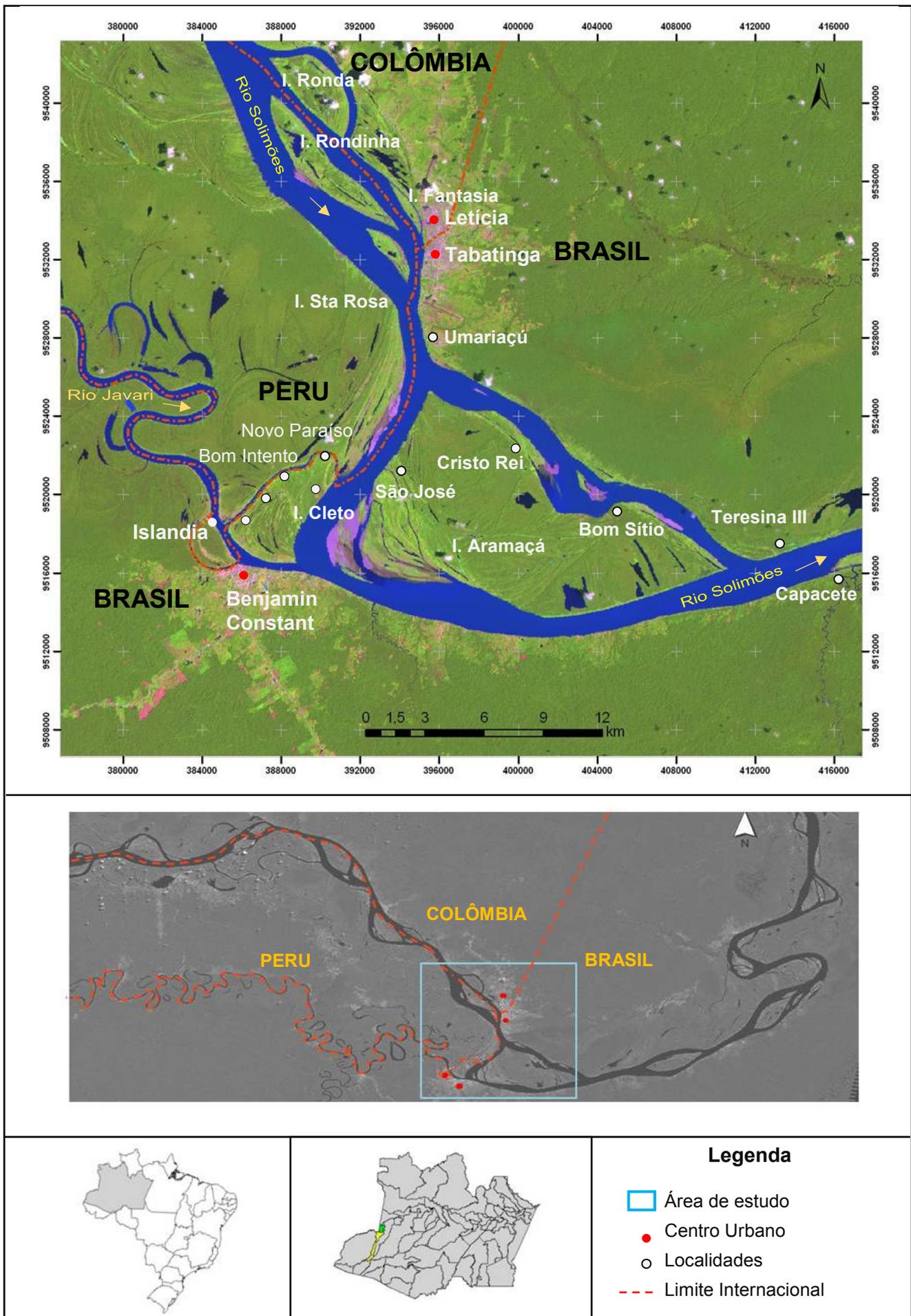


Figura 01: Localização da área de estudo.

Os estudos sobre análise espacial da dinâmica fluvial dos rios amazônicos começaram a ser mais frequentes a partir do mapeamento feito pelo Projeto RADAMBRASIL juntamente com fotografias aéreas, como os trabalhos de Iriondo (1982) e Tricart (1977) dentre outros. Com o surgimento das imagens de satélite Landsat foi possível acrescentar a variável tempo e desde então as análises temporais com a utilização do sensoriamento remoto nos estudos da dinâmica fluvial na Amazônia vem se fortalecendo como metodologia eficiente.

Para Rozo (2005) o uso de técnicas do sensoriamento remoto, como a análise multitemporal é uma boa ferramenta para identificar as mudanças dos sistemas fluviais, permitindo avaliar a evolução da dinâmica morfológica ao longo do tempo. Os trabalhos de Almeida (1989), Mertes *et al* (1996) e Rozo (2005) são referência nesse tipo de análise. Considerando as grandes dimensões da Bacia Amazônica, muitos métodos de monitoramento e pesquisa das condições fluviométricas tornam-se inviáveis do ponto de vista financeiro e logístico. O Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM e a Agência Nacional de Águas – ANA vem desenvolvendo ações voltadas para essa gestão dos recursos via sensores remotos.

A proposta deste trabalho caminhou nessa linha, tendo como objetivo geral a “Análise espaço-temporal da morfodinâmica fluvial do rio Solimões e a identificação das implicações sócio-econômicas e fronteiriças. Para tanto, realizou-se os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Identificação das áreas de evolução morfodinâmica num intervalo de 20 anos no período compreendido entre 1986 a 2006;
- ✓ Estimativa das taxas de erosão e deposição;
- ✓ Identificação dos efeitos da dinâmica fluvial para o ordenamento territorial, direcionado para as implicações sócio-econômicas e fronteiriças.

A concretização desses objetivos trouxe resultados surpreendentes e possibilitaram a elaboração desta dissertação. O trabalho conta com 06 capítulos: o primeiro apresenta alguns princípios da geomorfologia fluvial que explicam a dinâmica morfológica na área de estudo; o segundo explica as técnicas e procedimentos metodológicos utilizados; o terceiro mostra o contexto em que se insere a área estudada e a caracterização fisiográfica e socioeconômica da mesma; o quarto traz os resultados e discussão das alterações morfodinâmicas no rio Solimões; o quinto capítulo apresenta as implicações para as atividades socioeconômicas identificadas nas localidades e centros urbanos da área; e, o sexto as implicações para a definição e gestão de limites fronteiriços.

2. MORFODINÂMICA FLUVIAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL NA AMAZÔNIA

Chamam os rios de revoltos. Mas e as margens que os aprisionam?
Bertolt Brecht (apud Tocantins, 2000, p.391)

Um sistema é definido por Christofolletti (1980, p. 1), “*como o conjunto dos elementos e das relações entre si e entre seus atributos*”. Neste sentido um rio e sua bacia de drenagem são considerados como um sistema geomórfico, onde o sistema fluvial funciona como uma base de interação de processos e formas responsáveis pela configuração da paisagem, mantida pelo equilíbrio dinâmico de entrada, transferência e saída de energia e matéria.

O sistema fluvial abarca e/ou resulta de uma interação de fatores que condicionam o desenvolvimento dos processos e das formas dentro dos canais. A respeito dessa interação de fatores, Christofolletti (1981) destaca que,

Os fatores hidrológicos, cujos mais importantes são a quantidade e a distribuição das precipitações, a estrutura geológica, as condições topográficas e a cobertura vegetal influenciam a formação do material intemperizado na bacia hidrográfica e o carregamento desses materiais até os rios. O fluxo e o transporte de sedimentos constituem respostas aos processos e ao estado de equilíbrio atuantes no sistema fluvial. (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 19).

Como se pode perceber existe uma relação cíclica e interdependente entre os elementos e processos que compõem um sistema fluvial, onde o fluxo se constitui no agente principal. A dinâmica dos fluxos no canal fluvial está condicionada por duas forças: gravitacional e de fricção. A primeira impele a água para jusante, para as regiões mais baixas da bacia, que por sua vez, se relaciona com o perfil longitudinal do segmento. A segunda age

colocando resistência a esse escoamento (Florenzano, 2008). Essas características dos fluxos são evidenciadas a partir da forma do canal e das feições morfológicas nele presentes, neste sentido, a alteração no fluxo se reflete nas características dos processos e formas dos canais, pois “*o ajuste do rio às várias variáveis hidrológicas reflete-se na morfologia, isto é, em seu perfil longitudinal e transversal*” (BIGARELLA, 2003, p. 1283).

2.1. Os processos e as formas em Geomorfologia Fluvial

Os processos e formas do relevo são as principais ocupações da ciência geomorfológica, uma vez que a forma de uma superfície põe em evidência a atuação de determinados processos. Tais processos atuam na manutenção do equilíbrio dinâmico de determinado ambiente e, por conseguinte, de uma forma definida resultam as condições para os processos se realizarem. De acordo com Christofolletti (1980 p. 01), “*as formas representam a expressão espacial de uma superfície, compondo diferentes configurações na paisagem geomorfológica*”. Já os processos são definidos como “*sendo uma seqüência de ações regulares e contínuas que se desenvolvem de maneira relativamente bem específica e levando a um resultado determinado.*”

2.1.1 Processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos

Os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos são considerados como o trabalho que os rios executam, resultante da distribuição desigual da velocidade e turbulência das águas dentro dos canais. (e BIGARELLA, 1990; CHRISTOFOLETTI, 1981 e 1980 e CUNHA, 1995). Tais processos não podem ser entendidos de forma isolada, pois, são interdependentes dentro de relações constantemente mutáveis do fluxo e da carga existente. Esta inter-relação tem início com a erosão fluvial, que resulta da velocidade e turbulência do fluxo da água, do volume e das características das partículas, que serão transportadas e por fim depositadas.

Para Christofolletti (1981, p. 235), “a erosão fluvial engloba os processos de retirada de detritos do fundo do leito e das margens, fazendo com que possam se integrar à carga

sedimentar”. A erosão fluvial é realizada através dos processos de corrosão, corrasão e cavitação (SUGUIO E BIGARELLA, 1990).

A erosão está intimamente relacionada com o transporte de sedimentos. De acordo com Christofolletti (1981), a força de cisalhamento e a velocidade da erosão são decisivas para erodir e iniciar o movimento dos sedimentos. A ação erosiva se dá quase que simultânea ao transporte de sedimentos, pois, uma parcela da carga detrítica dos cursos d’ água é obtida pela ação erosiva que as águas exercem sobre as margens e fundo do leito. A maior parte, entretanto, é fornecida pela remoção detrítica das vertentes.

De acordo com Christofolletti (1981), a carga detrítica de um rio é composta por partículas de variadas propriedades, de tamanhos e formas diferentes e podem ser distinguidas, em três tipos de cargas: carga dissolvida, carga de leito e carga em suspensão.

O transporte de sedimentos é governado pelos fatores hidrológicos que controlam as características e o regime dos cursos de água. Suguio e Bigarella (1990) destacam três categorias de transporte de sedimentos pelas correntes fluviais: *O transporte por tração*, que está relacionado às tensões tangenciais ao longo do fundo da corrente, provocados pela água em movimento. *O transporte por saltação*, que é uma forma na qual as partículas avançam ao longo do leito fluvial, através de uma série de saltos curtos, sendo considerado como uma fase intermediária entre o transporte por tração e em suspensão. *E o transporte em suspensão*, são sedimentos de tamanho reduzido e são transportados quando a intensidade da turbulência é maior que a velocidade de deposição.

Os diferentes tipos de transporte de sedimentos nos canais fluviais assumem grande importância na configuração dos depósitos fluviais, pois “ao longo do perfil transversal, a velocidade e a turbulência das águas são variáveis, definindo locais preferenciais de erosão e deposição de sedimentos” (CUNHA, 1995, p. 221).

No que se refere à deposição fluvial, esta se constitui no processo pelo qual se verifica depósito de sedimentos na medida em que a velocidade do fluxo diminui e não consegue mais transportar os sedimentos que carregava em suspensão. Desse processo vão se constituindo as formas acumulativas, à medida que os sedimentos vão sendo depositados ao longo do perfil longitudinal dos canais fluviais. Existe na literatura vasta classificação para essas formas topográficas decorrentes da deposição fluvial.

2.1.2 Formas Depositionais

As formas deposicionais são originadas a partir da acreção lateral e vertical de sedimentos (SUGUIO E BIGARELLA, 1990; CHRISTOFOLETTI, 1981). O primeiro modo se dá com a migração lateral do canal fluvial, sendo formados pelos materiais da carga de leito. O segundo ocorre com a sedimentação da carga em suspensão sobre a planície de inundação, CHRISTOFOLETTI (1981, p. 211).

Suguió e Bigarella (1990) classificaram as unidades morfológicas aluvionares, quanto ao modo de deposição, em dois tipos: depósitos formados por sedimentos atuantes dentro do canal e em depósitos originados por processos de sedimentação que atuam fora dos canais. Os depósitos de canal são classificados em: *Depósito de barra de meandro* – que são constituídos de sedimentos arenosos, siltico-argilosos ou conglomeráticos, pobremente selecionados; *Depósito de barras longitudinais e transversais* – ocorrem em rios anastomosados provenientes de carga de fundo e são depositados em fases de escoamento rápido. No que diz respeito aos depósitos que ocorrem fora dos canais podem ser classificados em: *Diques naturais*, que “constituem cordões sinuosos grosseiramente triangulares em secção transversal. Sua altura é maior perto da margem do canal, onde formam bancos íngremes e altos, de onde afinam para a planície de inundação, sendo mais desenvolvidos nos bancos côncavos” (SUGUIO E BIGARELLA, 1990, p. 107); *Depósito de Planície de Inundação* origina-se por um processo semelhante ao da formação dos diques naturais, nesta depositam-se sedimentos finos, camadas de areia fina, silte e argila; *Depósito de rompimento de diques*, a formação desses depósitos ocorre quando no período da enchente uma grande quantidade de água e sedimentos transborda por sobre os diques, causando o rompimento do dique e, através deste, formando um depósito aluvionar.

Essas classificações geomorfológicas ajudam na caracterização do ambiente, pois expressam o tipo de processo pelo qual as feições foram constituídas, além de trazerem informações sobre as condições de fluxo. O conhecimento desses princípios da geomorfologia fluvial, acima apresentados, é de grande importância para a análise da dinâmica fluvial.

2.1.3 Erosão de margens

A erosão fluvial atuante tanto no fundo como nas margens dos canais tem sua importância reconhecida, porém, em se tratando somente da erosão de margem, esta é vista como secundária na literatura geomorfológica. Para Ritter, Kochel e Miller (2002) esta tendência de considerar significativa somente a erosão vertical não é muito coerente, pois a erosão das margens não só contribui para a carga sedimentar, mas também atua diretamente no controle da largura do canal e influencia em outros processos tais como a formação de meandros e migração do canal.

Diversos autores (Coelho, 2007; Carvalho, 2006; Ritter, 2002 et al) apontam que a erosão das margens dificilmente resulta de um único processo, mas sim de uma combinação de fatores.

Ritter, Kochel e Miller (2002) constaram, em termos gerais, que a erosão das margens está relacionada a dois grandes tipos de processos: arraste fluvial e a composição das margens associada às condições de umidade. De acordo com os autores, o arraste fluvial ocorre de duas maneiras:

First, sediment may be entrained directly from the bank surface by the forces generated in river flow, a process usually referred to as corrosion. In this case, erosion is primarily related to the flow velocities in the near-bank environment as well as the type, density, and root system of vegetation along the channel margins. Second, corrosion often produces an overhanging ledge of cohesive sediment because noncohesive layers in the bank are eroded more rapidly than the cohesive materials (Thorne and Tovey, 1981). The overhanging bank sections, called cantilevers, are mobilized when the undercut cohesive material finally fails and drops to the surface below (RITTER, KOCHEL E MILLER., 2002, p. 200)

Tais apontamentos destacam que a erosão lateral é resultante prioritariamente do impacto hidráulico e ação das partículas presentes no fluxo sobre as margens, independente da composição das margens. Os autores chamam atenção para um mecanismo de erosão presente na planície de inundação associado às fraturas verticais que vale a pena ser destacado, são as *fissuras de tensão*. Estas aparecem laterais as margens, perto da superfície da água, cruzam uma rachadura de tensão e produzem um plano de falha ao longo do plano de fratura.

No segundo grupo de processos levantando por Ritter, Kochel e Miller. (2002) como causa da erosão estão a composição e condições de umidade das margens. Aqui a ação da

dinâmica fluvial é considerada secundária ou mesmo desconsiderada, conforme se verificam nas considerações a seguir:

... in many cases the processes of river bank erosion have little to do with rivers. Often it is a mass movement phenomenon controlled by the texture and stratigraphy of floodplain sediment and triggered by the movement of groundwater. In light of this, the rate of bank erosion in alluvial channels can be enormous or minuscule, depending mainly on the character of bank material (RITTER, KOCHER E MILLER, 2002, p. 201-202).

De acordo com os autores, os mecanismos de erosão estão condicionados por muitas variáveis, tais como a geometria da margem, a estratigrafia e as propriedades físico-químicas do material do solo. Dependendo das propriedades do solo e variação das condições de umidade as margens se tornam mais suscetíveis a erosão como se pode observar no exemplo apresentado por Ritter, Kocher e Miller (2002), em que

...where saturated banks are found in poorly drained, cohesive sediment, positive pore pressure can decrease the strength of the bank material. This especially true in high, steep banks after prolonged precipitation or in the case of rapid drawdown of the river level. Under these conditions bank failure may occur by rotational sliding (RITTER, KOCHER E MILLER, 2002, p. 201)

Quanto à estratigrafia sua influência está relacionada com a disposição de camadas sedimentares coesas e não coesas, ou seja, camadas intercaladas com os materiais mais permeáveis facilitam o fluxo da água subterrânea que em contato com uma camada mais impermeável cria um fluxo canalizado causando a instabilidade da margem, possibilitando as falhas e fissuras de tensão. Outra influência se verifica quando a água infiltrada serve como lubrificante promovendo o deslizamento da camada mais coesa.

Coelho (2007) analisando as margens do rio Doce-ES destaca a contribuição da litologia e granulometria do material das margens para a estabilidade ou não, para avanço da erosão marginal e para a dinâmica fluvial. Apresenta o comportamento específico da erosão de margens para cada categoria de margem, são elas: Margens formadas por sedimentos coesos; Margens Areno-argilosas; Margens com contribuição mista e Margens não coesivas.

As *Margens formadas por sedimentos coesivos* são mais resistentes à erosão superficial por possuir baixa permeabilidade, sendo a ação corrosiva o processo de maior ocorrência causando o solapamento, queda em bloco e deslizamentos. Nas *Margens Areno-argilosas*, em razão da ação das ondas, duas fases de erosão foram identificadas. A primeira se dá com a remoção direta das partículas, formando, em alguns casos, dutos que causam o solapamento de base do barranco e a instabilidade da parte superior, que desmorona/desliza em blocos maiores. Na segunda fase, os blocos caídos são retrabalhados pelas ondas até serem incorporados pela corrente fluvial. As *Margens com contribuição mista* apresentam camadas intercaladas de distintas características granulométricas, permeabilidade e coesão. Aqui a erosão é facilitada pela natureza variável das camadas, contudo ainda são menos suscetíveis do que as predominantemente arenosas. As *Margens não coesivas* são altamente vulneráveis a erosão, apresentam camadas de sedimentos arenosos de granulação fina e média, raramente grosseiros.

Carvalho (2006), ao analisar a erosão lateral no rio Amazonas, regionalmente conhecida como *Terras Caídas*, trouxe uma grande contribuição para a compreensão dos mecanismos de erosão das margens, sintetizando todos os argumentos acima expostos. Define *terras caídas* como um fenômeno multicausal, complexo, inter-relacionado promovido por fatores hidrodinâmicos, hidrostáticos, litológicos, climáticos, neotectônicos e antropogênicos, envolvendo desde processos simples a altamente complexos.

A partir da pressão hidrodinâmica da água canalizada exercida pela velocidade e pelo grande volume de água, o autor evidencia os efeitos do comportamento e peso do fluxo sobre as margens, que através das correntes ascendentes e movimentos helicoidais ocasionam a erosão das margens.

A pressão hidrostática e a capacidade de desagregação da água no pacote sedimentar retida pelo transbordamento e pela precipitação das chuvas, associados à pressão hidráulica também são destacados. De acordo com Carvalho (2006)

O rio Amazonas tem um regime fluvial único e bem definido (...). Em média passa sete meses enchendo, com pico em março e abril cuja subida chega a 13cm/dia e desce em cinco meses com pico em setembro onde chega a descer 24 cm em 24 horas. Portanto, a velocidade de vazante é bem maior do que a velocidade de enchente. Estando a planície saturada de água devido ao preenchimento dos espaços vazios dos sedimentos durante a enchente e o rio Amazonas descendo a uma velocidade de até 24 cm/dia, fazem com que o nível da água no pacote (nível

piezométrico) não acompanhe a velocidade de descida do rio. Como o nível piezométrico não acompanha a velocidade de descida do rio, faz aumentar o peso e conseqüentemente a força de gravidade no pacote, portanto aumento da pressão hidrostática (CARVALHO, 2006, p. 73-74).

Nesse processo a composição do material das margens dos rios de água branca, areia fina, silte e argila, desempenham sua função facilitando o trabalho fluvial. Os fatores climáticos, como temperaturas elevadas versus chuvas torrenciais e os ventos, além de serem responsáveis pela saturação dos solos não coesos da região e deflagrar diretamente a erosão, atuam também na formação do *banzeiro* que potencializa a ação do fluxo.

Os fatores estruturais e tectônicos, em razão da função condicionante dos mesmos, são considerados pelo Autor, em alguns casos, como controladores dos processos de deposição e erosão na Bacia Amazônica.

Finalmente, os fatores antropogênicos, representados pelo desmatamento das margens que contribui para a desagregação do solo, e pelos efeitos das grandes embarcações que promovem o deslocamento de massa líquida formando banzeiro, aumentando a capacidade de solapamento das margens.

Para Carvalho (2006), as terras caídas possuem diversos mecanismos, são eles: os processos de escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento, que atingem desde escalas quase imperceptíveis, pontuais até áreas com dimensões quilométricas.

A erosão das margens associadas à conseqüente deposição de sedimentos é o principal mecanismo de migração dos canais. De acordo com Friedkin (1945, apud Christofolletti, 1981, p. 190-191) “*os rios, erodindo suas margens, tendem a meandrar simplesmente porque o fluxo da água tem capacidade limitada para carregar areia ao longo do leito*”. É importante também ressaltar que a geometria de um canal meandrante também define as margens que serão erodidas ou depositadas, ou melhor, a morfologia do canal correspondendo aos ajustes do fluxo.

2.1.4 Padrão de Canal Meandrante

Os padrões de canais correspondem às diferentes feições que o rio apresenta ao longo de seu perfil longitudinal. De acordo com Leopold e Wolman (1957, p. 39) padrão de canal é

um conceito usado para descrever o modo de exibição em planta de um rio, como visto a partir de um avião. Inclui os tipos meandro, entrelaçado ou relativamente canais retos.

Para Schumm (apud Coelho, 2007) a carga sedimentar tem função determinante na definição do padrão do canal, onde a estabilidade dos mesmos é definida a partir do tamanho do sedimento, da carga, da velocidade do fluxo e da competência do rio. Os padrões definidos pelo autor são: Canais retilíneos com migração de ondas de areia; Canais retilíneos com migração de ondas de areia ou talvegue sinuoso; Canais meandantes com alta sinuosidade de igual largura/Canais meandantes mais largos nas curvas que nos cruzamentos; Canal de transição meândrica para entrelaçado e canal tipicamente entrelaçado.

Os canais meândricos que descrevem curvas sinuosas e semelhantes entre si, possuindo índice de sinuosidade igual ou inferior a 1,5 podem ser divagantes ou encaixados.

Uma característica comum nos canais naturais, conforme Leopold e Wolman (1957) é a presença dos *pools* e *riffles*, apesar de serem um mecanismo inerente ao padrão meândrico, não se restringe somente a essa tipologia, mas também é encontrado nos canais retos. Tendo em vista essa constatação o autor conclui que o meandramento é o caminho mais provável para um rio atingir seu estado de equilíbrio dinâmico. Christofolletti acrescenta que “(...) de todos os tipos possíveis que um rio pode apresentar, o meandro é o mais provável, porque minimiza a declividade, o cisalhamento e a fricção”.

De acordo com Christofolletti (1981) a totalidade dos princípios físicos que regem os mecanismos, o funcionamento e a evolução dos meadramentos ainda não foram desvendados plenamente, mas a regularidade das curvas meandricas chama a atenção dos pesquisadores. Para o autor

... os meandros não são meros caprichos da natureza, mas a forma pela qual o rio efetua o seu trabalho pela “lei do menor esforço”. Representa o equilíbrio em seu estado de estabilidade, denunciando o ajustamento entre todas as variáveis hidrológicas, inclusive a carga detrítica e a litologia por onde corre o curso d’água. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 89)

Os meandros formam uma paisagem comum na Amazônia. Ao contrário da afirmação de alguns autores de que os meandros são mais comuns nos cursos baixos, nessa região são encontrados em toda a extensão dos rios.

2.2. Ordenamento territorial na Amazônia

A história de ocupação da região reflete bem a relação existente entre a dinâmica natural e ordenamento territorial, pois as cidades e ocupações foram se fixando ao longo dos rios, estrategicamente, visando tanto a facilidade de acesso como também o controle do território.

Sendo a superfície terrestre o palco onde se desenvolvem as relações humanas e sobre a qual se pode pensar um ordenamento territorial, para a região Amazônica, os ambientes fluviais devem ser uma questão prioritária. A definição de ordenamento territorial, como *“uma ferramenta de natureza política, técnica e administrativa, cujo objeto central é organizar, harmonizar e administrar a ocupação e uso do espaço, de modo a contribuir ao desenvolvimento humano ambientalmente sustentável e socialmente justo”* (OTCA, 2004), confirma tal consideração. Pois não há como fazer um bom planejamento sem o conhecimento dos aspectos fisiográficos.

O modelado da superfície terrestre condicionou de certa forma, a circulação das pessoas e a localização dos aglomerados urbanos, onde a maioria dos limites territoriais se deu a partir de “fronteiras naturais”. Os limites territoriais brasileiros são na sua maioria definidos a partir de fronteiras naturais, 89% das áreas fronteiriças, entre interflúvios e canais, ou seja, limites localizados no âmbito da área de drenagem de Bacias Hidrográficas. Na região Amazônica os rios fronteiriços e transfronteiriços somam uma extensão de 6.546 km da extensa faixa fronteira brasileira.

Esses limites políticos associados às feições naturais da superfície terrestre já foi considerado uma das melhores formas de demarcação de território, porém, com o atual estilo de vida das sociedades e a problemática ambiental, tem exigido dos Estados e da população que habita a região de fronteira uma atenção particular. Pois, ao contrário do limite político que denota certa estabilidade, os limites impostos pela geomorfologia fluvial não são estáticos, seguem uma dinâmica natural própria, consideravelmente rápida.

Como a maioria dos tratados de fronteira data do século XVIII e início do século XIX, os mesmo não trazem critérios específicos quanto às mudanças morfológicas e quanto ao uso dos recursos naturais. Apesar das inúmeras convenções e instrumentos internacionais que surgiram nas últimas décadas para responder a essas questões, sobretudo em relação à gestão

das águas doces internacionais, muito ainda precisa ser feito, avaliado, pesquisado, esclarecido, discutido. Nesse contexto, está a região Amazônica, com todas as suas particularidades e recursos, onde os ambientes fluviais se tornam um desafio para a ciência e a gestão do território.

2.2.1 O conhecimento tradicional das populações locais sobre a dinâmica fluvial do rio Solimões-Amazonas

Existe uma concepção diferenciada da relação homem versus natureza na Amazônia, conforme aponta Gonçalves (2001) ao afirmar que habitar os espaços amazônicos é um desafio à inteligência, à convivência com a diversidade, onde tudo se relaciona com tudo, numa verdadeira perspectiva holística da realidade.

“O rio comanda a vida” diria Leandro Tocantins (2000) chamando a atenção para o modo de vida adaptado à dinâmica fluvial dos Amazônidas. Contudo, “*A natureza ensina a gente a viver. É uma coisa fantástica. Se você prestar atenção ensina mesmo*”. Diz as palavras de um pescador tradicional morador da cidade de Tabatinga, ao falar do regime do rio e disponibilidade de peixes. Afirmação esta, que transcende a idéia determinista do nobre escritor, pois de posse dos ensinamentos que a natureza, no caso o rio oferece, os ribeirinhos desenvolveram e cultivaram por milhares de anos os costumes, as técnicas, os estilos de vida compatíveis aos desafios naturais da região.

Estes saberes permitem ao amazônida construir sua casa com segurança, distante das zonas de perigo, utilizar com racionalidade os recursos naturais e manejar, adequadamente, o solo para cultivar seus alimentos. Compreendem que ao tirar a vegetação devem deixar uma parte da área em pousio para restabelecer o sistema possibilitando sua utilização em anos vindouros.

A queda de barranco e formação de praias, termos correspondentes à erosão lateral e deposição fluvial são atribuídos sabiamente à ação do grande rio Solimões, por vezes explicados através do imaginário local, evidenciando um saber pautado na relação que possuem com o rio, suas crenças e valores. O surgimento de barras arenosas é comumente associado à lenda da *cobra grande*, em que uma *cobra grande* vinda de montante ao se

acomodar num ponto do canal, se configura num obstáculo para o fluxo, que por sua vez perde velocidade e deposita o sedimento, formando uma barra arenosa. Tais explicações possuem sua relevância e inclusive, de certo modo, está de acordo com a geomorfologia fluvial, bastando-se desconsiderar a natureza do obstáculo, ou seja, substituir *cobra grande* por uma rocha ou um tronco de árvore. O conhecimento de evidências que denunciam a ocorrência da erosão lateral permite a retirada em tempo dos bens materiais como residências, produção agrícola, prevenindo-se dos efeitos catastróficos dos processos fluviais.

O conhecimento tradicional das populações locais sobre dinâmica fluvial do rio Amazonas é eficiente e por milhares de anos possibilitou a subsistência de uma densa população, porém é limitado do ponto de vista espacial, ou seja, dependendo da escala de análise, para o gerenciamento das questões sociais que os processos fluviais desencadeiam. Apesar dessa limitação, reconhece-se a grande importância do conhecimento tradicional sobre a dinâmica fluvial para o ordenamento territorial da região.

2.2.2 O papel das geotecnologias

O estado da arte das geotecnologias confirma a grande contribuição do desenvolvimento tecnológico para a evolução do conhecimento científico. As técnicas do Sensoriamento Remoto e de processamento de dados espaciais ampliaram, potencializaram e facilitaram a capacidade de produção do conhecimento.

Florenzano (2008) destaca esse potencial que a tecnologia do sensoriamento remoto tem na ampliação do conhecimento sobre as formas e processos fluviais em bacias hidrográficas de dimensões continentais como as dos rios Paraná e Amazonas. Realmente, o potencial do sensoriamento remoto no âmbito da geomorfologia fluvial é diversificado. Dentre as aplicações destaca-se: a determinação de áreas de inundação, a produção de sedimentos e a determinação do gradiente da superfície da água.

Rozo (2005) chama a atenção para a importância da análise multitemporal no estudo das mudanças dos sistemas fluviais na Amazônia, pois tal técnica permite avaliar a evolução da dinâmica morfológica ao longo do tempo. Além disso, o uso do sensoriamento remoto viabiliza o estudo de áreas de difícil acesso e a análise de áreas com grandes dimensões por um custo relativamente acessível.

Os processos fluviais na bacia Amazônica, dadas as suas particularidades ambientais, adquirem características intensas responsáveis por grandes mudanças geomorfológicas no canal em curto espaço de tempo. Ampliar o conhecimento dessa dinâmica e dos demais ambientes fluviais amazônicos é de grande importância para o ordenamento territorial da região, tendo em vista o uso e a conservação dos recursos naturais. É nesta perspectiva que se visualiza a importância das geotecnologias, como uma ferramenta viável e com potencial para trazer grandes contribuições no que diz respeito à produção de conhecimento sobre os ambientes fluviais na Amazônia.

Os dados advindos do processamento das imagens de satélite cruzados com dados hidrossedimentológicos pontuais trazem muitas respostas para o entendimento dos ambientes fluviais que, por sua vez, somadas ao conhecimento tradicional dos Ribeirinhos, principais atingidos pelos efeitos da dinâmica, poderá gerar resultados de grande relevância, tanto para a minimização dos impactos danosos sofridos pelas populações locais, como para evolução do conhecimento científico a cerca da dinâmica fluvial.

3. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

*Assim métodos, técnicas e instrumentos constituem diferentes aspectos de um mesmo processo (científico)...
...as técnicas e instrumentos desenvolvidos pelo Homem representam a extensão e o aprimoramento de todos os seus sentidos. Ajudam-no a ouvir o inaudível, enxergar o invisível; permitem-lhe acessar o inatingível e comunicar-se entre distâncias e a velocidades inimagináveis. Sobretudo, o uso de técnicas e de instrumentos permite ao Homem prever o imprevisível e medir o que a mente humana percebe apenas de forma intuitiva.*

Venturi, 2009.

Este trabalho contou com diversas técnicas e procedimentos de pesquisa, proporcionando uma abordagem diferenciada temporal e espacialmente, tendo sido utilizados a análise por sensoriamento remoto e o conhecimento tradicional dos moradores da área estudada.

Fez-se uso de dados primários gerados através do processamento digital de imagens de satélite e das entrevistas com moradores e instituições situados na área de abrangência do trabalho. Além da utilização de dados secundários advindos das estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas. O embasamento teórico foi centrado na dinâmica fluvial em geral e nas particularidades do caso Amazônico, nas geotecnologias e nas implicações para o ordenamento territorial na Amazônia.

3.1. Análise Multitemporal por Sensoriamento remoto

3.1.1. Levantamentos, aquisição e seleção das imagens

Até pouco tempo a aquisição de imagens de satélite para Amazônia não era muito fácil, em função das características atmosféricas e socioeconômicas da região, associadas ao alto custo de aquisição desses produtos, por isso, a realização de trabalhos a partir do sensoriamento remoto eram raros. Porém, na última década, esse quadro tem mudado, pelo menos, para as áreas estratégicas do ponto de vista político, econômico e ambiental, como é o caso da área em estudo. A disponibilização gratuita das imagens do Satélite Landsat para a pesquisa científica por parte de instituições nacionais e internacionais viabilizou consideravelmente este trabalho.

3.1.1.1. Criação do acervo de imagens

O levantamento das imagens se deu junto a todas as instituições que eventualmente poderiam disponibilizar imagens gratuitamente. As imagens que compuseram o acervo foram provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE pelo site www.inpe.br, Global Landcover Facilities (GLCF) da Universidade de Maryland e do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM. A coleta desse material foi de feita de forma gratuita e relativamente simples.

Para este trabalho foram utilizadas, imagens do satélite Landsat TM e ETM na Órbita/ponto 04/63. No total, foram levantadas 31 imagens da área estudada, provenientes do satélite Landsat MSS, TM e ETM na Órbita/ponto 04/63, adquiridas no período compreendido entre 1975 a 2007, relacionadas na tabela 01, em anexo.

Das 31 imagens adquiridas foram selecionadas 13 que se apresentavam mais adequadas ao que se propunha investigar, tendo em vista a ocorrência de nuvens, conforme a tabela 02. Optamos por não trabalhar com as imagens do MSS/Landsat 1 e 2 em razão da resolução espacial baixa, de 80 metros.

Todas as 13 imagens foram processadas, mesmo sabendo que posteriormente seria necessário fazer nova seleção, de acordo com nível do rio na data de passagem das imagens, por considerar as áreas erodidas, que independem da cota.

Quadro 01

Lista das imagens utilizadas no trabalho.

Ord.	Data	Cota (cm)	Satélite
01	19/07/1986	707,5	TM
02	24/09/1987	342,5	TM
03	28/08/1989	504	ETM
04	13/09/1989	291	ETM
05	28/06/1990	927	ETM
06	14/11/1994	694	TM
07	11/05/1996	1191	ETM
08	19/09/1997	188,5	ETM
09	05/08/1998	374	ETM
10	13/10/2000		TM
11	23/04/2001	1217	ETM
12	16/06/2006	678	ETM
13	19/07/2007	474	TM

Org. Deize Carneiro, 2009.

3.1.2. Pré-processamento das imagens

O georreferenciamento das imagens foi realizado no software SPRING 4.3.3, a partir de uma imagem de referência, cena do Landsat TM de 14/11/1994 proveniente do site GLCF que se encontrava com um bom georreferenciamento. A partir dessa imagem-base foi feito o registro das demais, através de pontos de controle. As imagens foram georreferenciadas no sistema de projeção UTM, datum WGS 84, zona 19 S. A escala de trabalho adotada foi 1:100.000, sendo que a representação gráfica correspondeu a 1:250.000.

3.1.2.1. Segmentação e classificação das imagens

A segmentação das imagens foi realizada através do software *Definiens Developer*. Segmentação é o nome dado a um procedimento computacional aplicado antes de um processo de classificação de uma imagem. No *Definiens Developer* a segmentação é feita através de crescimento de regiões a partir da rotulação inicial de cada *pixel* como uma região

distinta ou objeto, os quais vão sendo sucessivamente fundidos em objetos maiores segundo critérios de similaridade (CRUZ et al, 2009)

Após a delimitação dos objetos com a segmentação, realizou-se a classificação, utilizando-se a banda do infravermelho, banda 5 das imagens. Foi adotado apenas um nível de segmentação, com parâmetros de escala definidos, sendo 50 para o Fator de Escala, 0,2 *Compactness* e 0,8 *Color*. Como a finalidade principal do trabalho era verificar a evolução do canal do rio Solimões, foram definidas as seguintes classes: água, sombra e outros.

Com as amostras colhidas na imagem, foi aplicada a *lógica fuzzy*, a fim de descrever as incertezas e imprecisões. Tal metodologia trabalha com determinações de incerteza das variáveis de precisão para as respostas espectrais das bandas na imagem e encaixa os valores para cada uma das categorias. A partir disso, faz-se a classificação dos segmentos, que tendem a dar certo grau de imprecisão e para contornar esse problema, é feita a edição visual.

3.1.3. Análise multitemporal

A análise multitemporal foi realizada a partir de três imagens correspondendo a um intervalo de 20 anos, divididos em dois períodos, de 08 e 12 anos, entre 1986 e 2006 e tendo o nível do rio como principal critério de seleção. Com os procedimentos automáticos de classificação das imagens foi possível fazer uma série de experimentos, sobrepondo 13 imagens de períodos diferentes, visando um resultado que melhor demonstrasse a evolução do canal do rio com maior precisão. Então, tendo em vista o nível do rio, para a análise temporal foram selecionadas 03 imagens (vide Quadro 02) datadas de 19/07/1986, 14/11/1994 e 16/06/2006.

Quadro 02
Imagens selecionadas para a análise temporal.

Ord.	Data	Cota (cm)
01	19/07/1986	707,5
02	14/11/1994	694
03	16/06/2006	678

Org.: Deize Carneiro, 2009.

Como se pode perceber no quadro 02, as datas de passagem das imagens possuem uma diferença temporal considerável, porém com uma pequena diferença do nível do rio entre

as datas de referência, 13cm e 19cm, fato que evidencia a variação temporal do nível do rio, ocorrência de nuvens e distribuição das chuvas na Amazônia.

As demais imagens foram utilizadas para a análise visual e para comparação com as imagens utilizadas no cálculo de área de algumas ilhas, ou seja, a evolução dos processos erosivos pôde ser melhor compreendida com intervalos tempo menores proporcionados pelas imagens não contempladas diretamente na análise multitemporal.

Para o mapeamento das áreas erosivas e acumulativas da área de estudo foi utilizada uma ferramenta de análise espacial denominada “*union*”, componente do programa de geoprocessamento ArcGIS 9.3, que consiste na sobreposição/intersecção de duas imagens diferentes, dando origem a uma terceira contendo os dados de ambas imagens. Em seguida, por meio de consulta ao Banco de Dados, criou-se uma nova classe denominada Dinâmica, através da função “*Select by attribute*”, onde foi estabelecido: o que era *água* em uma imagem e se tornou *terra* na outra imagem corresponderia à deposição, e, o que era *terra* e se tornou *água* correspondia à erosão, conforme se vê no Quadro 03.

Quadro 03

Definição das classes erosão e deposição de sedimentos.

Classe 1986	Classe 1994	Dinâmica
Água	Água	Água
Água	Terra	Deposição
Terra	Água	Erosão
Terra	Terra	Terra

Org. Raul Vicens e Deize Carneiro, 2009.

Este mesmo procedimento também foi feito para os períodos de 1994-2006 e 1986-2006. Definidos os processos fluviais, realizou-se o cálculo das áreas e estimaram-se as taxas de erosão e deposição para o rio Solimões no período de tempo estudado. A obtenção das taxas anuais foi realizada a partir da divisão do total das áreas erodidas e acumuladas pelo número de anos de cada período e para o período total.

A partir desses dados foram obtidos mapas e gráficos da evolução do canal nos últimos 20 anos divididos em duas séries temporais, 1986-1994 e 1994-2006. A quantificação e discussão dos resultados da análise temporal foram correlacionadas com os dados

fluviométricos do período correspondente e, dessa forma, foi obtida a caracterização da dinâmica fluvial do trecho rio Solimões em estudo com o suporte do geoprocessamento.

Baseadas em técnicas de interpretação dos padrões espaciais a análise visual foi importante na identificação da dinâmica atual, como os meandros abandonados, processos de erosão e deposição.

3.1.4. Fluxograma da Análise Multitemporal por Sensoriamento remoto

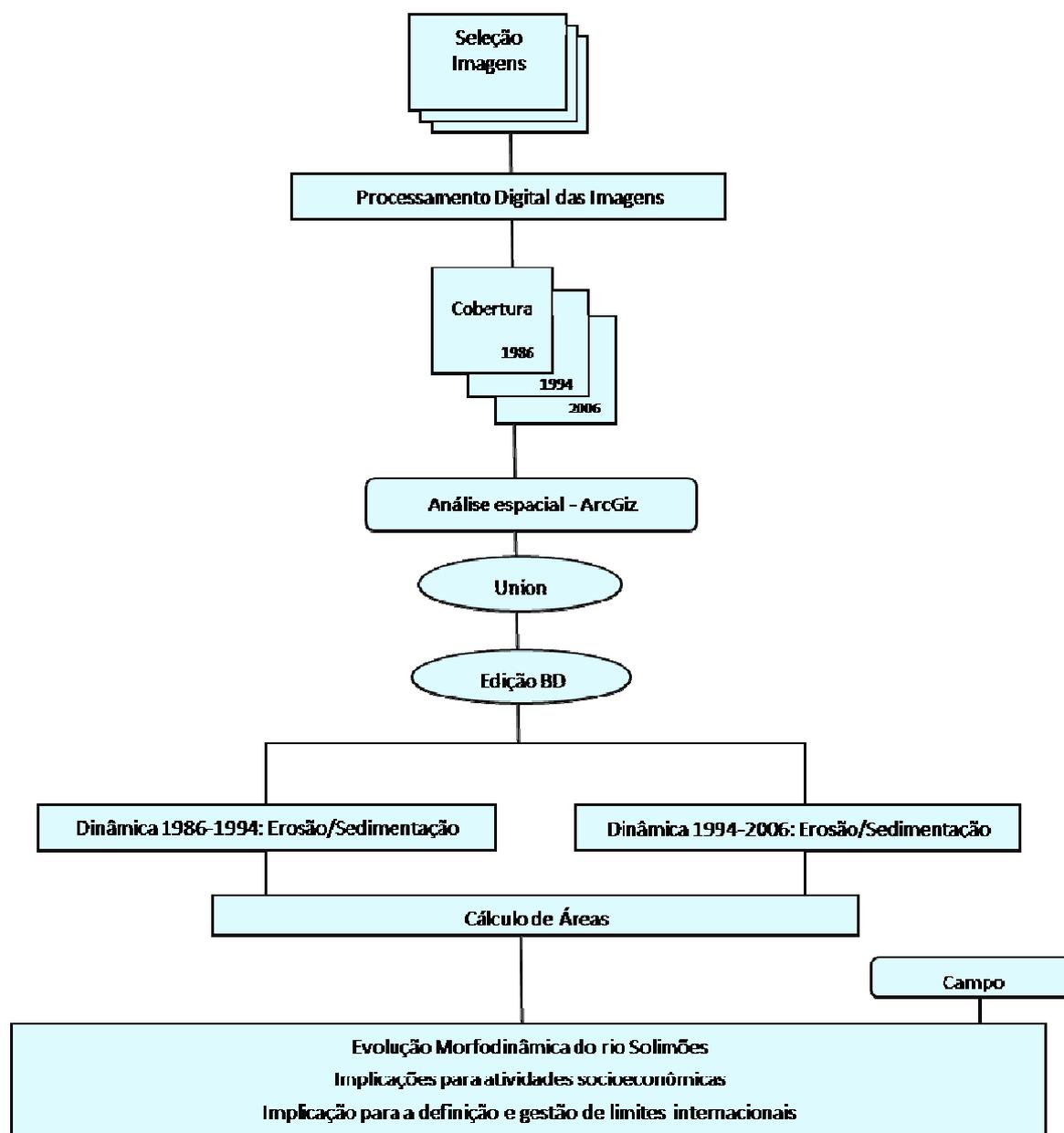


Figura 58: Procedimentos da análise multitemporal por sensoriamento remoto. Org. Deize Carneiro, 2009.

3.2. Análise dos Dados Fluviométricos

Os dados fluviométricos utilizados foram as Cotas Diárias do nível do rio, único dado disponível para a série histórica dos 20 anos em estudo. Coletados na Estação de Tabatinga, código 10100000 da Agência Nacional de Águas, localizada no Município de Tabatinga-Amazonas, a 04° 15' 00" de latitude Sul e 69° 56' 00" de longitude oeste. A estação possui área de drenagem correspondente a 880320,00 Km² (CPRM, 2006) e é operada pela COHIDRO.

Os dados foram obtidos junto ao sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas, onde os dados em seu estado bruto; e junto ao Serviço Geológico Brasileiro – CPRM, que possuíam algum tratamento estatístico. A qualidade dos dados não era ótima, porém esses são os únicos registros fluviométricos da área. Apresentavam algumas faltas de dados diários e poucos mensais na seqüência histórica, contudo os dados das duas instituições se complementaram.

A análise foi feita considerando a série histórica dos 20 anos correspondentes ao período da análise multitemporal por sensoriamento remoto, 1986 a 2006. A partir desses dados foram gerados gráficos que melhor demonstrasse o comportamento do fluxo nesse período.

3.3. Trabalho de campo

Os trabalhos de campo foram realizados nos anos de 2007 e 2008, ambos no período de vazante do rio Solimões com o fim de conhecer melhor a área de estudo, do ponto de vista da dinâmica atual do rio e validação dos dados da análise multitemporal, como também, identificar as implicações para o ordenamento territorial.

Vale registrar que as expedições a campo para a área de estudos são consideravelmente onerosas, e só foram possíveis graças à parceria informal com órgãos de assistência técnica IDAM e INCRA de Tabatinga e Benjamin Constant, que atuam na área, bem como à missão Itinerante da Instituição Religiosa dos Franciscanos. Ao apoio da Universidade do Estado do Amazonas e financiamento do transporte da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado Amazonas - FAPEAM.

A partir das observações feitas nas imagens de satélite foram selecionados alguns pontos a serem analisadas *in loco*, como as áreas mais atingidas pela erosão e deposição. Nessas áreas selecionadas foram feitos os registros das coordenadas a partir do GPS cedido pelo LAGEF, a descrição da área e, quando necessário, entrevista com moradores do local.

A fim de identificar as implicações da morfodinâmica atual do rio Solimões para o ordenamento territorial da área de estudos foram realizadas entrevistas abertas, junto às populações e instituições locais. Inicialmente, em 2007, as entrevistas foram realizadas nas Comunidades rurais, de acordo com o roteiro em anexo.

Após a análise dos dados, observaram-se algumas tendências, falhas e falta de dados, exigindo um novo planejamento, onde se fez a opção por entrevistas mais direcionadas para os sujeitos sociais responsáveis pelo exercício das atividades sociais, políticas, econômicas e administrativas que eventualmente fossem atingidos pelas implicações da dinâmica fluvial. Nesta perspectiva, no campo de 2008, as entrevistas foram realizadas junto aos seguintes sujeitos:

- ✓ Pescadores;
- ✓ Donos ou Práticos de embarcações;
- ✓ Madeireiros;
- ✓ Localidades ribeirinhas: Professor, Presidente da comunidade e moradores antigos;
- ✓ Gestores das cidades de Tabatinga e Benjamim Constant;
- ✓ Instituições de assistência técnica;
- ✓ Instituições Religiosas;
- ✓ Instituições de controle do território, como: Marinha, Exército e Consulado das Republicas do Perú e Colombia;

Seguindo o roteiro em anexo. Os dados adquiridos a partir das entrevistas foram a base para identificação das implicações da dinâmica fluvial e contribuíram na compreensão dos fenômenos em campo.

4. CONTEXTO AMBIENTAL E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

*“Tal é o rio; Tal a sua história:
revolta, desordenada, incompleta.”*

Euclides da Cunha (2003)

A atuação dos processos fluviais de qualquer rio é condicionada por um conjunto de variáveis inseridas no sistema fluvial. Portanto, a análise da morfodinâmica de um trecho específico de um rio requer uma abordagem mais abrangente e que leve em consideração o sistema como um todo, neste caso a Bacia Amazônica.

4.1. Bacia hidrográfica do rio Amazonas

A área de drenagem do rio Amazonas compreende áreas que vão desde a Cordilheira dos Andes, com altitudes de 6000 metros, até a vasta planície fluvial, variando de 100m a 150m de altitude até o nível do mar. É a maior bacia hidrográfica do mundo, com $6,1 \times 10^6$ km² e engloba vários países: Brasil (63%), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5,8%), Equador (2,2%), Venezuela (0,7%) e Guayana (0,2%) (FILIZOLA, 2002).

Trata-se de uma bacia com dimensões transcontinental que abriga em seu interior uma variedade de tipologias fluviais e lacustres. A calha principal se desenvolve ao longo da Bacia Sedimentar Amazônica, que se encontra encaixada entre os Escudos das Guianas, ao norte, Escudo Brasil Central ao sul e limitada a oeste pela Orogenia Andina.

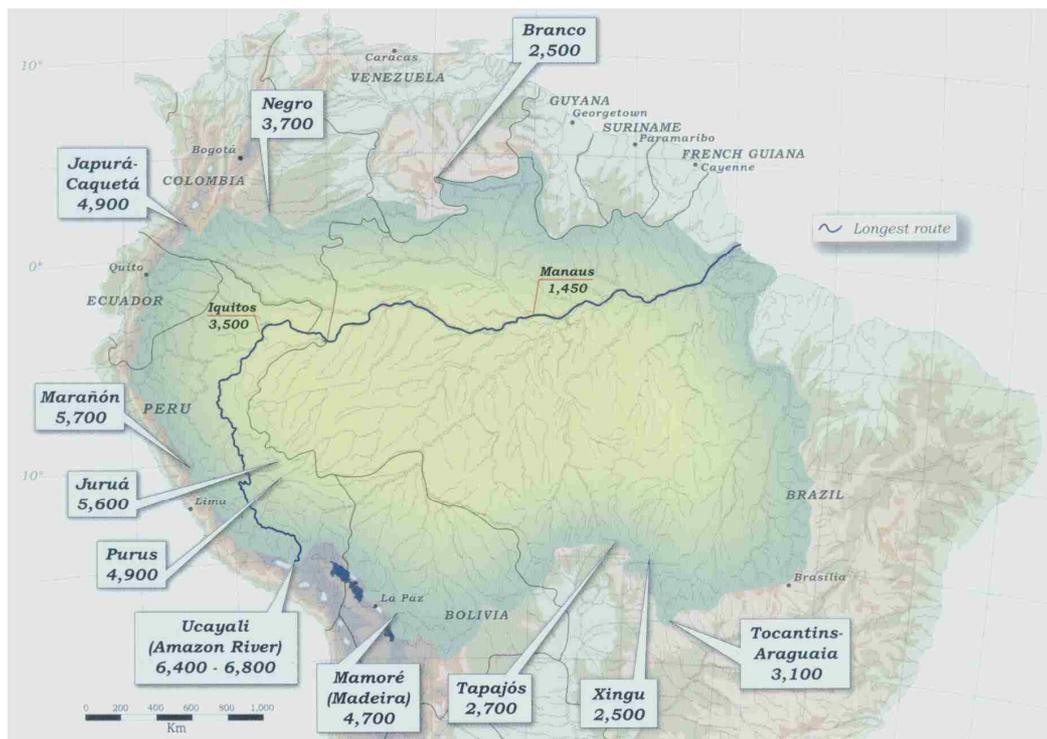


Figura 02: Bacia Hidrográfica Amazônica. Fonte: Atlas of the Amazon, 2003.

O contexto geológico exerce grande influência na dinâmica da BH Amazônica. De acordo com Petri e Fúlfaro (1983), essa grande bacia sedimentar intracratônica teve sua origem associada a uma zona de fraqueza do escudo Pré-Cambriano que se dividiu em dois e sua constituição se deu ao longo do fanerozóico. Desenvolvendo-se de forma diferenciada das Bacias do Parnaíba e Paraná tanto no que diz respeito a manifestações ígneas como nas seqüências sedimentares.

Quanto a sua segmentação, segundo Schobbernhaus (apud Filizola, 1999), a Bacia Sedimentar Amazônica foi submetida a uma sedimentação marinha, do Ordoviciano ao Devoniano, de maneira homogênea com o mar transgredindo de leste para oeste, constituindo neste período, uma única bacia alongada na direção E-W. Do Mesozóico ao terciário a bacia passou por sucessivas fases de erosão e sedimentação em meio continental. Com o soergimento dos Andes houve a sedimentação terciária e a mudança da drenagem do rio Amazonas.

A Bacia Sedimentar Amazônica é subdividida em quatro bacias, Sub-Bacia do Acre, Sub-Bacia do Alto Amazonas, Sub-Bacia do Médio Amazonas e Sub-Bacia do Baixo

Amazonas, separadas pelos arcos tectônicos de Iquitos, Jutai, Purus e Gurupá, além da intrusão de Monte Alegre.

A sub-bacia do Alto Amazonas, também conhecida como Bacia do Solimões, onde se encontra a área de estudos, é limitada a oeste pelo arco de Iquitos e a leste pelo o arco de Purus. Esta bacia estende-se por mais de 400.000 km², envolvendo área dos territórios brasileiro, colombiano e peruano. No Brasil, encontra-se compartimentada em duas sub-bacias: a do Jandiatuba e a do Juruá, separadas por um alto do embasamento, denominado arco do Jutai, conforme Cunha & Appi (apud CPRM). A coluna estratigráfica da Bacia do Solimões, segundo Eiras *et al.* (apud CPRM) em território brasileiro, possui quatro seqüências deposicionais paleozóicas, uma seqüência cretácea e uma seqüência terciária, correspondente aos pelitos e arenitos miopliocênicos da Formação Solimões, depositados em conexão com a Orogenia Andina.

Entender a morfodinâmica do canal do rio Solimões do trecho estudado no âmbito da Bacia Sedimentar Amazônica é de essencial importância, pois muitos processos e padrões espaciais encontram-se associados a características estruturais da Bacia.

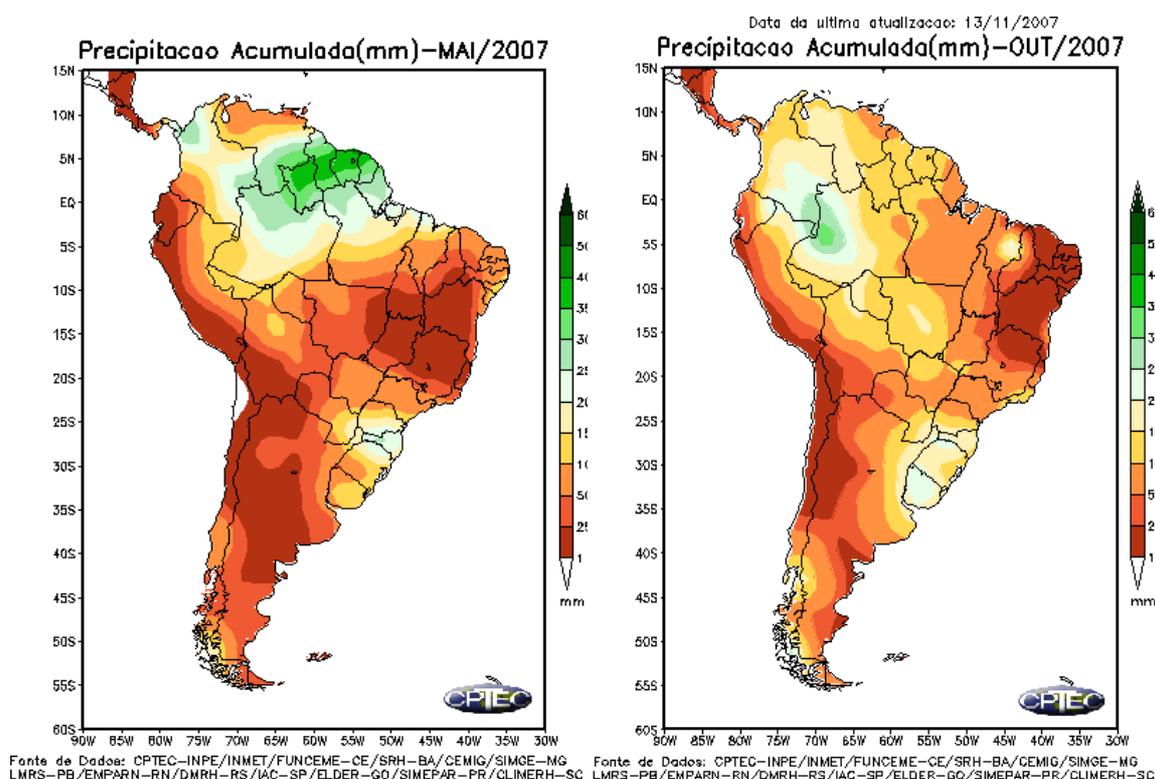
A localização geográfica e extensão da Bacia Hidrográfica do rio Amazonas são importantes fatores que influenciam nas características ambientais da região, onde o contexto climático se sobrepõe aos demais fatores. De acordo com Fish (1999), o atual clima da região Amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo a disponibilidade de energia solar, através do balanço de energia um dos mais importantes, pois, essa energia exerce influencia sobre o comportamento dos ventos, da precipitação, entre outros, dando a região características atmosféricas próprias.

A Região possui características climáticas e topográficas extremas com elevações que vão desde o nível do mar até os Andes. O domínio do clima equatorial ao qual está inserida a bacia, caracteriza-se por apresentar altas temperaturas, que vão de 24° C e 27° C, e por alta pluviosidade. É classificado como tipo climático das regiões intertropicais, típico do grupo *Af* do sistema de Köppen.

A dinâmica da atmosfera nesta região está sob influencia da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), uma faixa de nuvens orientada aproximadamente no sentido leste-oeste, e pelo predomínio de fenômenos do tipo convectivo. De acordo com Salati (1983) pelo menos 50% das chuvas provenientes do Oceano Atlântico é reciclado através da evapotranspiração

da floresta. A convergência dos ventos alíseos, a elevada evaporação e as altas temperaturas, asseguram humidades absolutas elevadas, permitem o transporte atmosférico de grandes massas de vapor de água, assegurando que mesmo nas regiões continentais afastadas dos oceanos a humidade relativa do ar seja elevada.

Considerando a área drenada pela Bacia Hidrográfica Amazônica, as temperaturas médias anuais situam-se entre próximas a 0° na cordilheira dos Andes a 25° e 29° na área central da bacia (MOLINIER *et al.*, 1996). A localização geográfica, grande extensão e características topográficas dessa área são responsáveis pela distribuição desigual das precipitações, que por sua vez, se dá segundo regimes diferenciados com característica bimodais.



Figuras 03 e 04: Mapas de precipitação da América do Sul. Fonte: CPTEC/INPE.

O ciclo hidrológico da bacia recebe contribuições pluviométricas constantes ao longo do ano, além das contribuições do degelo dos Andes, que de acordo com Lopes, Neto e Bôas (2000) são pequenas diante das contribuições pluviométricas. O transbordamento do rio

expressa bem o condicionamento exercido pelo clima, que origina uma densa e rica rede de drenagem.

O índice de precipitação média anual para todo o conjunto da bacia hidrográfica Amazônica, conforme Filizola (2002) é de 2300 mm/ano⁻¹, embora em algumas regiões como na fronteira Brasil-Venezuela-Colômbia esse valor chega a 3500 mm/ano⁻¹, que de acordo com Fish (1999) são ocasionadas pela ascensão orográfica da umidade transportada pelos ventos alísios de leste da ZCIT.

A extensa drenagem sobre áreas de diferentes propriedades físico-químicas sintetiza-se em ambientes peculiares e distintos entre si. Em função da coloração das águas, os rios da Bacia Amazônica foram classificados por Harald Sioli (1985) como rios de água preta, clara e branca, conforme o quadro 04 e figuras 5, 6 e 7.

Quadro 4
Características dos rios de águas branca, preta e clara.

Tipo de água	Rio típico	Origem das águas	Cond. Elétrica (µS.cm-1)	pH	Carga de MÊS
Branca	Solimões, Madeira, Juruá e Purus	Andina e sub-andina	> 60	6,5 a 7	>100
Clara	Trombetas, Tapajós e Xingu	Escudos	6 a 5	5 a 6	<100
Preta	Negro, Uatumã e Urubu	Escudos, em solos arenosos	8	4 a 5,5	<10

Fonte: Projeto gerenciamento integrado e sustentável dos recursos hídricos transfronteiriços na bacia do rio Amazonas.

Os rios de água clara são caracterizados pela transparência e cor esverdeada das águas. A origem desses rios provém dos escudos das Guianas e o do Brasil Central, os quais, em virtude do relevo mais regular, oferecem possibilidades bem menores de erosão, embora a região não seja coberta por densa floresta protetora, mas pela vegetação aberta do cerrado.

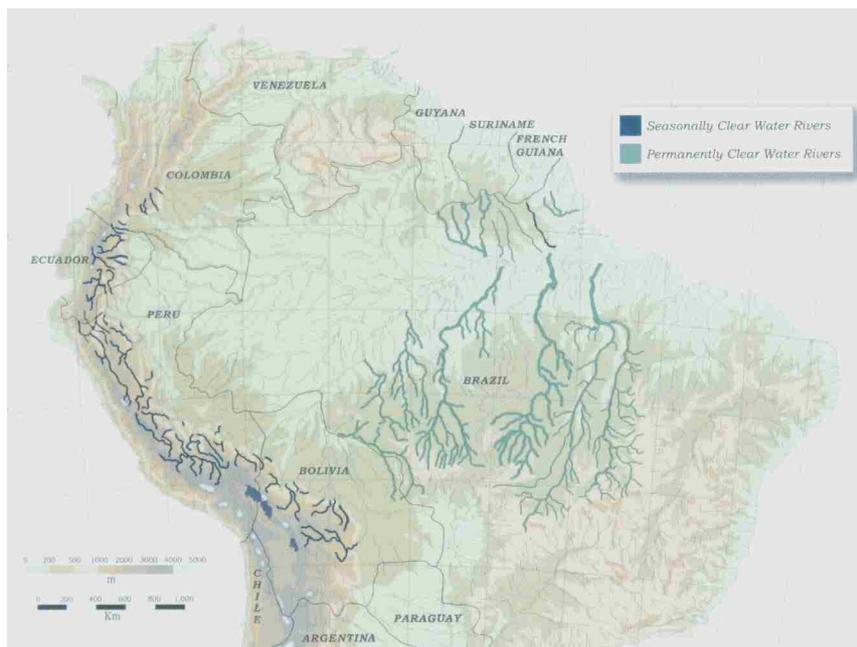


Figura 05: Rios de Água Clara. Fonte: Atlas of the Amazon, 2003.

Os rios de água preta têm suas nascentes nos escudos arqueados das Guianas e Brasil Central ou nos sedimentos terciários da Bacia Amazônica, onde os processos erosivos são pouco intensos e reduzidos ainda mais pela densa floresta pluvial, justificando a transparência das águas (JUNK, 1983).



Figura 06: Rios de água preta. Fonte: Atlas of the Amazon, 2003.

E, finalmente, os rios de água branca apresentam águas com tonalidades amareladas, barrentas e turvas (SIOLI, 1985). Esses rios nascem na região Andina e pré-andina, onde o processo erosivo é bem intenso e a carga de sedimentos em suspensão é alta, provocando a cor branca das águas Junk (1983), cujo principal exemplo é o rio Amazonas.

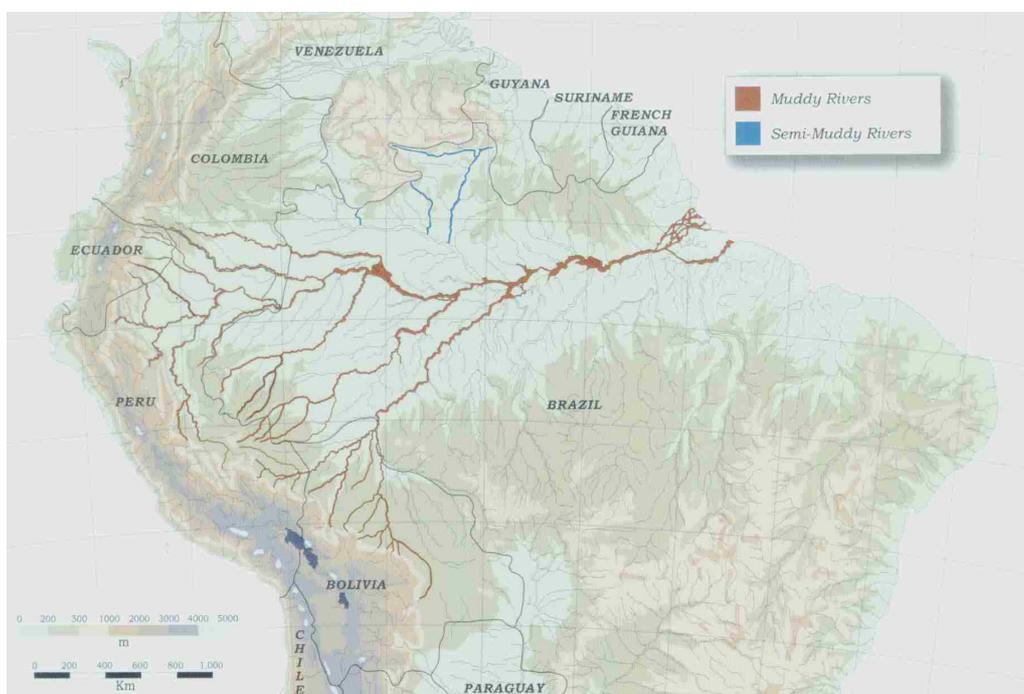


Figura 07: Rios de água branca. Fonte: Atlas of the Amazon, 2003.

O rio Amazonas, tronco principal da bacia hidrográfica, nasce no Perú, ao sul da cidade Cuzco nas proximidades do Lago Titicaca, no monte Mismi/Andes e estendendo-se até o Atlântico. Nesse trajeto recebe várias denominações: nasce como Apurímac, ao encontrar com o afluente Urubamba passa a se chamar Ucayali, que ao receber as águas do Marañón recebe o nome de Amazonas até chegar à tríplice fronteira Brasil-Colômbia-Peru, onde passa a ser chamado de Solimões. Volta a ser Amazonas quando encontra com o rio Negro, em Manaus, e assim vai até o Atlântico.

Apesar de o rio Amazonas nascer a mais de 5000m de altitude, a maior parte da extensão de seu perfil longitudinal possui declividade de 1 a 2 cm aproximadamente, possuindo índice de sinuosidade em média de 1,0 a 1,2 em território brasileiro. Filizola, et.al (2002). As largura médias do rio Amazonas em águas baixas variam de 2 km a 4km e

profundidades de 10m a 20m, já em águas altas as larguras vão de 1km a 7km e profundidades de 30m a 100m.

O rio Amazonas possui a maior vazão conhecida com 34 a 50 $\text{l.s}^{-1}\text{km}^2$ (FILIZOLA, et.al. in: RIVAS, 2002, p. 46) e com características hidráulicas únicas no mundo. Para Soares (1989), esse descomunal e incomparável volume de água é um reflexo das características climáticas da região.

Considerado na classificação de Sioli (1985) o principal rio de água branca, transporta grande quantidade de sedimentos em suspensão, daí a coloração barrenta de suas águas. Conforme Filizola (2002, p. 57), o rio Amazonas é o terceiro maior rio do mundo em termos de fluxo global de sedimentos em suspensão, com um valor médio anual de 450 a 900.106 t.ano^{-1} , com a melhor estimativa em torno de 600.106 t.ano^{-1} . Ainda de acordo com o autor, sobre a participação dos tributários na produção de MES, os rios de origem andina representam cerca de 95% no fluxo total médio de MES anual.

Uma característica marcante do rio Amazonas é a extensa planície fluvial, que corresponde à fase mais atual de formação da Bacia Sedimentar Amazônica. Sua origem e dinâmica atual foram explicadas por Tricart (1977) como resultado da relação de três grupos de fatores: os quadros estruturais, tectônicos e as oscilações climáticas. As mudanças climáticas do Quaternário e as oscilações glacioeustáticas do nível oceânico são apontadas como responsáveis pela formação desta planície.

De acordo com Suguio (1999) há cerca de 17.500 anos AP o nível oceânico estava de 120 a 130 m de abaixo do atual. Assim, devido os movimentos regressivos do nível do oceano no Quaternário, houve o encaixamento do rio Amazonas e Tributários, que posteriormente com a transgressão resultou na formação da atual planície de inundação do rio Amazonas, no afogamento de águas claras e pretas, formando as chamadas *rias Fluviais*. Para Tricart (1977), muitos rios na Amazônia têm seus canais ocupados por diques marginais e formas de acumulação cuja localização é influenciada pela tectônica de blocos plioquaternários.

A dinâmica fluvial no âmbito da planície do rio Amazonas é intensa. De acordo com Sioli (1985), a várzea do rio Amazonas é muito susceptível à ação erosiva do rio que associado à pressão hidrostática provoca intenso processo erosivo, conhecido regionalmente como fenômeno das “terras caídas”. O material do desbarrancamento das margens é

transportado e depositado, em grande, parte dentro do canal. A outra parte do material é depositada fora dos canais.

Carvalho (2006) define *terras caídas* como uma terminologia regional amazônica utilizada para designar, indistintamente, os processos de escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento que acontece nas margens dos rios. Embora as terras caídas aconteçam em outros tipos de rios, o termo é mais utilizado para designar a erosão que acontece com mais frequência e intensidade nas margens dos rios de água branca, nos trechos em que os mesmos são margeados pela atual planície de inundação.

Como se sabe, os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos são interligados, sendo distintas fases de uma mesma dinâmica, resultando dos diferentes fluxos presentes no canal. Assim como a erosão lateral, os processos de deposição fluvial também correspondem aos padrões amazônicos, basta observar o produto deste processo que é a vasta planície de inundação. É nesta unidade geomorfológica que se desenrola com mais intensidade a dinâmica fluvial, tanto pela erosão e deposição de sedimentos dentro e fora do canal, como pelos efeitos dos transbordamentos periódicos.

2. Caracterização da área de estudos

A área de estudo constitui um ponto com características e dinâmicas particulares, tanto do ponto de vista social, político e econômico quanto no aspecto fisiográfico. É o limite que separa e, ao mesmo tempo, um ponto de convergência de atividades ligadas a interesses dos três Estados ali presentes, Brasil, Colômbia e Peru.

2.1. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.1.2. Clima

O clima dessa área é quente e úmido sem estação seca, do tipo *Af* na classificação de Köppen. A temperatura média mensal varia de 25°C a 26°C, sendo as máximas e mínimas 30° e 20° respectivamente (LOPES *et al*, 2002).

Trata-se de uma área com alta pluviosidade, onde as taxas de umidade relativa do ar variam de 81% a 84% e a pluviosidade média anual chega aos 2.800mm.

2.1.3. Geologia

Geologicamente, a área está assentada sobre a sub-bacia do alto Solimões, próximo ao Arco de Iquitos, onde afloram depósitos terciários e quaternários, os quais recobrem sedimentos silurianos, devonianos, carboníferos, permianos e cretáceos (PETRI e FÚLFARO, 1983).

Os altos e arcos estruturais e o basculamento de grandes blocos do embasamento exercem um controle estrutural na área de estudos. Como afirma Cunha & Appi (apud Lopes, Neto, e Bôas, 2000) indícios morfológicos como os terraços erosivos, o estreitamento e alargamento da planície, sugerem que os arcos de Iquitos, de Jutai e de Purus, estão sendo soerguidos, enquanto que os setores intermediários sofrem subsidência.

Duas unidades litoestratigráficas pertencentes à seqüência terciária e quaternária da Bacia Sedimentar do Solimões compõem a área: Formação Solimões e Depósitos Aluvionares (Figura 08).

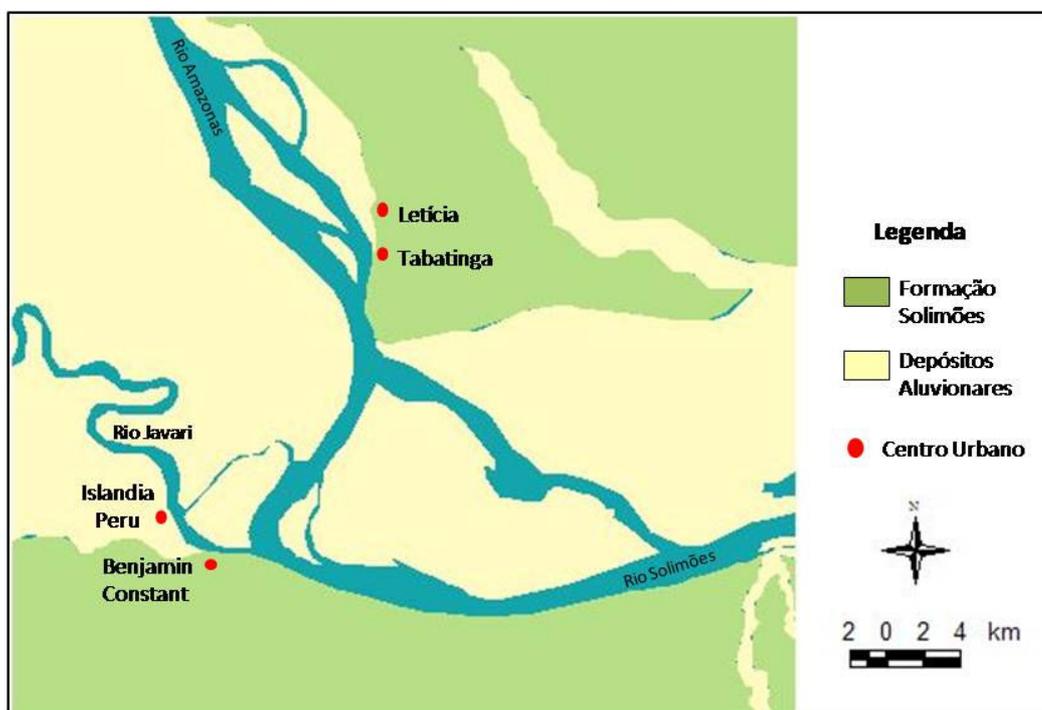


Figura 08: Formações geológicas da área de estudos (com alterações). Fonte: CPRM, 2006. Org.: Deize Carneiro, 2009.

Formação Solimões

Na Formação Solimões/Pebas predominam argilitos e siltitos, com laminação planoparalela ou maciços, cinza-esverdeados/azulados a cinza-escuros, plásticos, muito fossilíferos, com freqüentes níveis centimétricos de linhito, concreções carbonáticas e gipsíferas. Siltitos arenosos e arenitos finos a médios, de coloração amarelada, apresentam-se intercalados na seção argilosa predominante, exibindo estratificações cruzadas, planoparalelas e tangenciais (Lopes, Neto e Bôas, 2000). Com destaque para o alto conteúdo fossilífero, sendo grande quantidade de moluscos e ostracodes, alguns dos quais indicativos de ambiente salobro (Ver figura 08 e 09).

A espessura dessa unidade é 800 metros, sendo que o espessamento se dá no sentido ocidental. Em superfície, seus limites oeste e leste são marcados, aproximadamente, pelos arcos de Iquitos e do Jutai (CUNHA & APPI apud ZEE). A origem da formação Solimões é associada à existência de um extenso sistema flúvio-lacustre, de águas rasas, com amplas zonas pantanosas e afluxos de água salobra, típico de um ambiente de baixa energia que ocasionou a acumulação e preservação de boa parte da matéria orgânica.



Figura 09: Formação Solimões, destaque para o afloramento de linhito. Foto: Deize Carneiro

Segundo Lopes, Neto e Bôas (2000) a origem deste sistema lacustre, denominado “Lago Pebas” foi explicada por Hoorn (1991). De acordo com o autor durante o Mioceno Inferior havia, na região, um grande sistema fluvial com fluxo para oeste-noroeste, cuja área-fonte estava no Escudo das Guianas. No Mioceno Médio, o sistema fluvial foi sendo gradativamente bloqueado pela elevação da Cordilheira dos Andes e sofreu algumas incursões marinhas, provenientes do Caribe e/ou da região do atual Golfo de Guaiáquil. O bloqueio desse paleossistema fluvial originou sedimentos do tipo lacustre e estuarino, atualmente formação Solimões.

Depósitos Aluvionares

Correspondem às áreas de várzea, ou seja, zonas muito planas, sujeitas a alagamento periódico ou permanente, onde se processa atualmente deposição sedimentar. A formação dessa unidade se deu, conforme Cunha & Appi (1990) na transição Pleistoceno-Holoceno, marcada por um período de intensa sedimentação, com a imensa carga transportada pelo sistema fluvial amazônico sendo depositada ao longo de seu trajeto e na sua foz, ocorrendo assoreamento das desembocaduras dos grandes tributários do rio Solimões/Amazonas



Figura 10: Depósitos Aluvionares na margem do rio Solimões. Foto: Deize Carneiro, 2008.

2.1.4. Solos e floresta

As classes de solos mais freqüentes na área são os Latossolos, os Argissolos, os Gleissolos, Neossolos Quartzarênico e Neossolos flúvicos. Estes últimos cobrem grande parte da área de estudos, pois se desenvolvem sobre a planície do rio Solimões e são periodicamente inundados. Destaca-se a fertilidade que os mesmo possuem em função da deposição de nutrientes advindos dos transbordamentos anuais.

Quanto à cobertura vegetal da área de estudo, apresenta-se bem conservada, exceto nas áreas urbanas e em pontos isolados ao longo dos rios, em função da pecuária e extração de argila. Em geral a vegetação caracteriza-se em grande parte pela influência do transbordamento do rio Solimões, com cobertura de copa variando de 40 a 60%, árvores bem desenvolvidas, com altura média de 24 metros.

Camach, Franciscon e Nascimento (2000), caracterizaram a vegetação desta área, tendo em vista a influência do rio, em: Floresta Ombrófila Aberta de Planície Aluvial Periodicamente ou Permanentemente Inundada, Formações Pioneiras com Influência Fluvial e/ou Lacustre, Floresta Ombrófila Densa de Planície Aluvial Periodicamente Inundada e Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas com Palmáceas.

Floresta Ombrófila Aberta de Planície Aluvial Periodicamente ou Permanentemente Inundada - Ocupa relevo plano e depressões periodicamente ou permanentemente inundadas, especialmente na época de maior intensidade pluviométrica na região. A cobertura de copa varia entre 40 e 60% e a altura das árvores entre 8 e 30 metros.

Formações Pioneiras com Influência Fluvial e/ou Lacustre - Desenvolvem-se principalmente ao longo das planícies fluviais ou ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagos e lagoas). Ocorrem freqüentemente em terrenos instáveis, cobertos de vegetação em constante sucessão. Trata-se de uma vegetação de primeira ocupação, de caráter edáfico, que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições sedimentares, com a formação de praias e/ou restingas, pertencentes à planície aluvial, que refletem o efeito das cheias dos rios em épocas chuvosas ou as depressões alagáveis todos os anos. Os tipos comuns são as do gêneros *Panicum* e *Cecropia*.

Floresta Ombrófila Densa de Planície Aluvial Periodicamente Inundada - Apresenta características típicas da Floresta Ombrófila Densa, em relação à tonalidade e textura fotográfica, sendo a sua diferenciação obtida em função de sua posição fisiográfica e dos tipos de solos, como os Gleis Pouco Húmicos e Solos Aluviais. Compreende ecossistemas florestais com árvores emergentes, com ou sem presença de palmáceas.

Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas com Palmáceas - Semelhantes à Floresta Aberta de Terraços, ocupa terrenos com relevo suave ondulado e desenvolvendo-se preferencialmente sobre solos do tipo Argissolo Amarelo ou Vermelho-Amarelo. A quantidade de palmáceas é sua principal diferença em relação às outras classes de Floresta Aberta de terra firme.

2.1.5. Geomorfologia

A paisagem geomorfológica predominante na área de estudos é o ambiente fluvial, onde a morfologia correspondente à formação Solimões ganha destaque em meio à planura da planície dos rios Solimões e Javari. A drenagem fluvial se constitui numa pequena amostra da grande diversidade de padrões e processos fluviais presentes na bacia do rio Amazonas.

García *et al* (2000) definiram os relevos levemente ondulados em forma de colinas suaves e a planície do rio Solimões como partes da unidade morfoescultural Superfícies Aplanadas sobre Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários, que compreende *formas de relevo de acumulação* (Planícies Fluviais, Planícies Fluviais de Rios Menores, e Planícies e Terraços Fluviais) e de erosão (Terraços Fluviais).

As áreas de acumulação apresentam sedimentos aluviais holocênicos, de granulometria média a fina (silte, argila e areia fina), que ocorrem em faixas amplas e descontínuas ao longo das margens dos rios da região, cortando os interflúvios tabulares na direção geral E-W. (GARCÍA *et al*, 2000, p. 63)

As formas de acumulação são facilmente identificadas nesta área e foram sintetizadas, de acordo com autores, no quadro 05 a seguir:

Quadro 05
Características das formas de acumulação

Áreas Alagadas Permanente ou Temporariamente:	Ocorrem nos setores topograficamente mais baixos, localizados atrás dos depósitos de diques marginais e intercalados com os depósitos de “ <i>point bar</i> ”.
Paleocanais ou Meandros Abandonados:	São observados como evidência de migração constante dos canais fluviais na região, principalmente nas planícies dos rios meandriformes
Igarapés e Canais:	Adaptados principalmente ao controle exercido pela disposição dos diques marginais. Muitos canais, afluentes dos igarapés maiores, encontram-se temporariamente secos, durante o período menos chuvoso, podendo-se observar o nível topográfico da foz destes a mais de 1 m de altura com relação ao nível do canal principal, possibilitando a formação de pequenos saltos d’água.
Depósitos de “ <i>Point Bar</i> ” e Diques Marginais	Caracterizados como “ <i>slikke</i> ” (áreas mais baixas e inundáveis, contendo “lagos de diques”) e “ <i>schorre</i> ” (diques propriamente ditos) (Oliveira <i>et al.</i> 1977)
Depósitos Fluviais no Canal do Rio	São descritos depósitos de sedimentos de origem fluvial, bem selecionados, de granulometria fina, assumindo formas denominadas “ilhas de barra” e “depósitos de praia”. Estas formas de relevo, de altura média a baixa, e vertentes com baixa declividade, são inundáveis periodicamente.
Lagos	Nas diferentes planícies fluviais dos rios da área de estudo, encontram-se numerosas evidências de lagos, interpretados como “lagos residuais” e “lagos de alinhamento estrutural” ou de diques (Nascimento <i>et al.</i> 1976).

Fonte: GARCÍA *et al.*, 2000. Org. Deize Carneiro.

Essa unidade compreende a maior área do trecho em estudos. Os depósitos fluviais no canal são comuns, em grandes dimensões e migram ao longo do ano (Figura 11).



Figura 11: Depósito fluvial de canal no rio Solimões, próximo a Localidade Belém do Solimões. Foto: Felipe Santana, 2009.

Vale registrar a classificação geomorfológica de Iriondo (1982) para esta mesma região, pois apresenta uma compartimentação interessante. A Planície de Bancos e Meandros Atuais corresponde à faixa de sedimentos arenosos que o rio deposita na fase atual; os Depósitos de Inundação foram formados por depósitos de antigos processos de colmatação, sendo caracterizados por áreas planas e homogêneas; e a Planície de Bancos e Meandros Antigos possuem características semelhantes ao atual, porém são antigos e se originaram em condições ambientais similares a atual.

A outra geoforma identificada na área corresponde as *Formas de Erosão ou Dissecamente*, García *et al* (2000), sendo reconhecidas a partir dos patamares esculpidos pelos rios, apresentando ruptura de declive em relação ao canal fluvial e às planícies recentes situadas em nível inferior, resultantes das possíveis mudanças nas condições de escoamento, e conseqüente retomada de erosão (Figura 12).

São caracterizados por um declive fraco voltado para o leito fluvial, geralmente coberto por material aluvial. Alcançam alturas superiores a 20m, em diferentes graus de

dissecação. Ao longo do curso do rio Solimões são observadas as evidências da ação erosiva das águas do rio, que constituem verdadeiras falésias fluviais abruptas.



Figura 12: Formas de erosão e dissecamento, próximo a Localidade Belém do Solimões. Foto: Felipe Santana, 2009.

2.1.6. Dinâmica fluvial

A dinâmica fluvial neste trecho é intensa e está associada à interação e propriedades dos fatores que condicionam o sistema fluvial local, destacando-se a natureza inconsolidada do embasamento por onde o rio flui, composto por sedimentos pouco consolidados, arenosos, areno-siltosos e areno-argilosos (Formação Solimões) e totalmente inconsolidados (Sedimentos Aluvionares) interagindo com uma vazão específica de 34 a 50 $l.s^{-1}.km^2$, conforme Filizola (2002, p.46) justificando a capacidade de modificação do canal em curto espaço de tempo, o que faz desta área um ambiente extremamente frágil e susceptível ao processos fluviais.

De acordo com Schumm (apud Coelho, 2007) a carga sedimentar exerce grande influencia na morfologia dos canais. Tal afirmação pode ser constatada no rio Solimões que, de acordo com Filizola (1999), responde pelo transporte de 62% das $600.10^6 t.ano^{-1}$ da estimativa de fluxo de MES na foz do Amazonas. Além disso, este mesmo autor, a partir de métodos hidrosedimentológicos associados às características geológicas da região, conclui que *“os arcos tectônicos viriam influenciando o funcionamento do sistema de fluxo de material em*

suspensão no sentido de estarem diminuindo regionalmente a profundidade média do rio Solimões e agiriam como barreira natural” (FILIZOLA, 1999, p. 52).

A variação sazonal do nível da água exerce grande influência na morfodinâmica local. A partir da análise dos dados do sistema hidroweb/ANA, coletados na estação Tabatinga, o comportamento do regime do rio Solimões neste trecho, apresenta um período de cheia predominantemente nos meses de abril e maio, 80% em 25 anos. Enquanto a vazante se dá entre agosto e outubro, sendo que 52% das ocorrências foram registradas em setembro, conforme na figura 13.

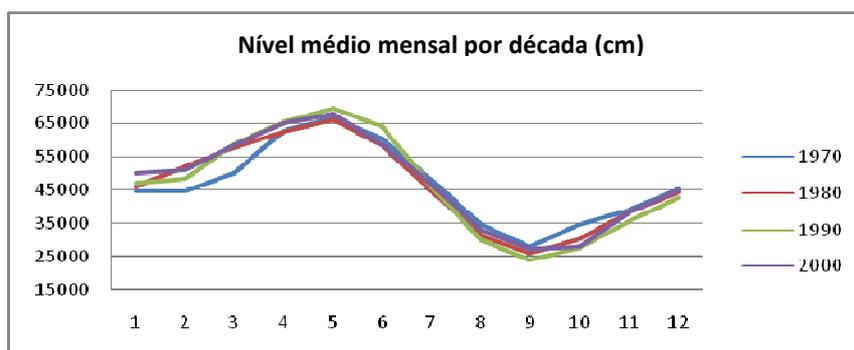


Figura 13: Médias mensais por década. Fonte: ANA. Org. Deize Carneiro.

Os dois principais canais da área apresentam padrão de canal diferente. Retilíneo com migração de ondas de areia, no caso do rio Solimões e Meandrante com alta sinuosidade de igual largura no caso do rio Javari, como visto na figura 14.

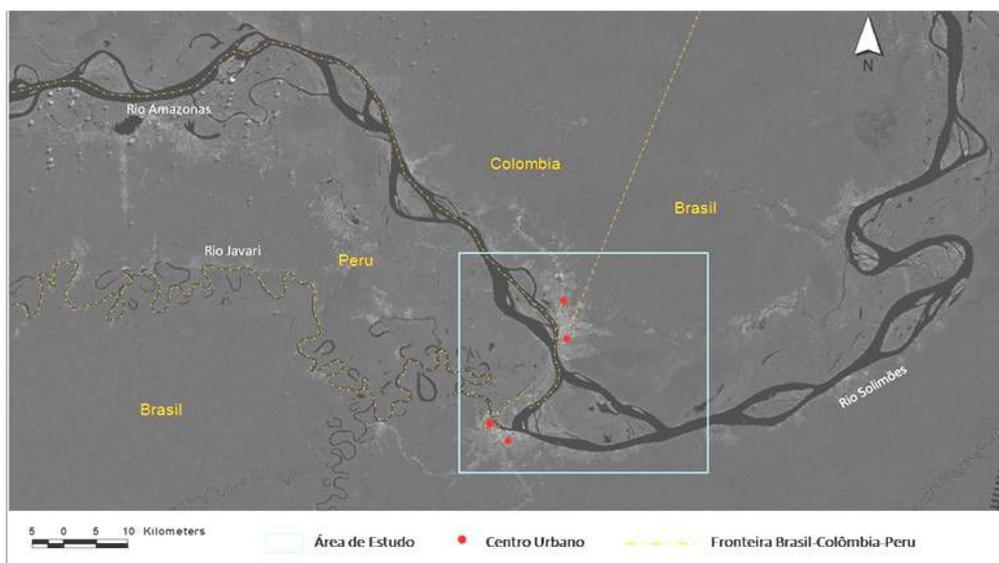


Figura 14: Área de estudo no contexto do canal do rio Solimões/Amazonas. Imagem Landsat, 2006. Org.: Deize Carneiro.

O rio Solimões entra na área de estudos com sentido para SE até as proximidades de Letícia e Tabatinga, apresentando planícies exclusivamente na margem direita. A partir de Tabatinga, inflete sua direção para NE e N-S. Apresenta profundidades do talvegue, em águas baixas, variando de 2m a 19m.

A forma, no que se refere à largura é condicionada pela existência do conjunto das Ilhas que ficam na frente de Tabatinga (Ronda, Rondinha e Santa Rosa) e da Ilha Aramaçá.

Em função da presença das ilhas, o canal se alarga, registrando-se 4,5km na tríplice fronteira com Colômbia e Peru, estreitando a jusante com 1,10km na localidade indígena Umariacú, menor largura da área. A partir desse ponto, o canal volta a alargar e se desconsiderarmos a área da Ilha do Aramaçá, pode-se dizer que o canal se divide em dois, cujas larguras medem de 1,20km a 3,4km. Porém se considerarmos a ilha do Aramaçá, o canal passará a medir 12,5 km. A jusante desta Ilha o canal passa a medir de 2km a 3km de largura.

2.2. CONSIDERAÇÕES SÓCIOECONÔMICOS

Igualmente aos processos fluviais, as características socioeconômicas são muito dinâmicas na área de estudos. O limite que separa a área territorial dos três Estados Nacionais Brasil, Colômbia e Peru constitui-se no ponto de convergência para o desenvolvimento das atividades políticas, sociais e econômicas.

Localizados nos confins dos três países, é uma região com baixa densidade demográfica, concentrada nas cidades de Tabatinga, Letícia e Benjamin Constant, conforme a figura 15. A cidade de Tabatinga no Brasil está distante 1.100km de Manaus, a cidade de Letícia na Colômbia está a 1.075 km de Bogotá.



Figura 15: Centros urbanos no ponto de trijunção da fronteira Brasil Colombia e Peru.

As cidades de Tabatinga(BR) e Letícia(CO) são os principais pólos de desenvolvimento da região. Tabatinga abriga a primeira das sete “Áreas de Livre Comércio do Brasil”, criada em 1989 para impulsionar o processo de desenvolvimento da região fronteiriça, porém, atualmente, encontra-se em funcionamento parcial. Letícia, por outro lado, é a capital do Departamento do Amazonas, sede de governo colombiano e do Comando Militar do Sul, e possui uma ampla estrutura de rede bancária, possui um comércio muito superior ao de Tabatinga.

2.2.1. História de Ocupação

A história de ocupação remonta às sociedades ameríndias, pré-colombianas que já habitavam a região muito antes da invasão européia. Porém, a ocupação humana e as funções administrativas atuais se deram a partir de 1750, com uma aldeia fundada pelos jesuítas na foz do rio Javari, que em 1755 se tornou sede de Capitania. Um ano mais tarde foi fundada a

localidade de São Francisco Xavier de Tabatinga, onde foi construído, segundo Pereira (2007), pelo Sargento-Mor Domingos Franco e por ordem do Governador Fernando da Costa Athayde Teive, o Forte São Francisco Xavier de Tabatinga, que visava controlar a navegação dos espanhóis que demandavam Loreto. Em 1866 foi fixado nesta área o marco limite entre o Brasil e o Peru.

Nesse período essa área pertencia ao município de São Paulo de Olivença e, em 1938, foi desmembrada, originando-se o município de Benjamin Constant, sendo elevada à categoria de cidade em 1938. Em 1968 essa região passa a ser enquadrada como Área de Segurança Nacional. Em 1981 um novo desmembramento separa a localidade de Tabatinga de Benjamin Constant, dando a configuração administrativa atual.

O processo de ocupação da região se deu conjuntamente à expansão e conquista dos territórios portugueses e espanhóis, no qual a presença das populações indígenas e das forças armadas foi determinante.

2.2.2. Considerações sobre as Áreas Urbanas

Benjamin Constant - Brasil

A cidade está localizada na margem direita do rio Javari, mas precisamente na foz do rio, distante de Manaus 1.118km em linha reta e 1.621 km por via fluvial. Enquanto município possui uma área Territorial de 8.926Km² e, de acordo com IBGE (2007), uma população de 29.268 habitantes. Faz limites com os municípios de Tabatinga, São Paulo de Olivença, Ipixuna, Eirunepé, Jutaí, Atalaia do Norte e com a República do Peru.

A cidade de Benjamin Constant foi considerada por Schor et al (2006) como uma cidade pequena com responsabilidade territorial, pois a mesma apresenta uma função intermediária, entre os fluxos de transporte e comercialização, entre as cidades médias e as demais cidades pequenas e aglomeradas humanas da região do Alto Solimões. As autoras destacam a diferenciação da mesma, por ser uma cidade de fronteira, por exerce um papel específico e constitui redes de relações próprias.

De acordo com os dados do Portal do Estado do Amazonas, a produção agropecuária é caracterizada pelas culturas de ciclo temporário, onde se destacam a mandioca, o abacaxi, arroz, cana-de-açúcar, feijão, milho, banana, cacau e coco. A criação de bovinos, bufalinos,

suínos e ovinos representa uma pequena parcela na economia local. Destaca-se como um dos principais entrepostos pesqueiros do Estado.

A produção e distribuição de energia estão a cargo da Companhia Energética do Amazonas (CEAM), que mantém na sede uma usina a diesel com 3 grupos geradores. O abastecimento de água é feito pela Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA) que opera com captação do tipo superficial. A extensão da rede de abastecimento é de 21.639 m.

Tabatinga-Brasil

O município de Tabatinga está localizado à margem esquerda do rio Solimões no Estado do Amazonas (BR) e possui uma população de 45.293. No entanto, juntamente com população da cidade de Letícia (CO) formam um único aglomerado urbano. Vale ressaltar que a circulação de pessoas em Tabatinga, em função da fronteira, é bem maior que a sua população residente.

De acordo com o Portal do Estado do Amazonas, com criação da Área de Livre Comércio de Tabatinga, o comércio se tornou uma das principais atividades econômicas da região, além da pesca e da agricultura. Os principais produtos agrícolas produzidos na região são: a banana e a mandioca; o turismo também tem crescido consideravelmente, sobretudo em função da área fronteira (Figura 17).

Para Schor et al (2006), Tabatinga é uma cidade média com responsabilidade territorial por exercer uma função na rede que vai além das suas características em si, pois detém uma responsabilidade territorial que a torna um nó importante, internamente, na rede. Contém arranjos institucionais que são importantes não só para o município, mas para as cidades e municípios ao seu redor.

Os autores destacam ainda a importância territorial da cidade em relação ao seu desenvolvimento histórico-geográfico que constituiu a rede urbana nesta região. O desenvolvimento econômico desta cidade tende a agregar valor na região. Ainda nesta tipologia deve-se incluir a variável “de fronteira”, pois a dinâmica das cidades localizadas na fronteira as difere das demais, tanto em termos de perfil urbano, principalmente devido ao papel exercido pelas forças armadas, quanto em relação às redes que se estabelecem.

Letícia-Colômbia

Letícia é a capital do Departamento do Amazonas que corresponde a 27% do território amazônico colombiano. Corresponde à parte sul-oriental do Departamento, estabelecido pelo processo histórico de delimitação de fronteiras internacionais entre os três países.

A cidade de Letícia é o centro econômico e administrativo, caracteriza-se por ser um centro de prestação de serviços, com ênfase na distribuição de produtos de consumo final e intermediário; centro financeiro, com vários sistemas de transporte, comunicações e de armazenamento de produtos agropecuários e de economia extrativa (pescado e madeiras). Trata-se de uma cidade bem estruturada em serviços públicos e infra-estrutura urbana. O turismo também tem uma forte tendência de crescimento

2.2.3. Considerações sobre as Áreas Rurais

A população da zona rural é formada por comunidades Ribeirinhas/Caboclas dos três países e por Comunidades Indígenas. Considerando os municípios de Tabatinga e Benjamin Constant, a população rural é minoria, cerca de 30.000 habitantes na zona rural dos dois municípios.

Populações Tradicionais Ribeirinhas

As comunidades ribeirinhas localizam-se nas margens do Solimões/Amazonas e pequenos cursos d'água. Os rios são as principais vias de transporte e comunicação.

A população rural dos municípios de Tabatinga e Benjamin Constant que integram a área de estudos correspondentes está organizada em comunidades/Localidades. Os espaços públicos, Sedes das Comunidades, contam, de forma geral, com uma Escola, o Sede/Salão de Festas, as Igrejas e o Campo de Futebol, conforme figura 16.



Figura 16: Comunidade Belo Horizonte, margem, esquerda do rio Solimões, Município de Benjamin Constant. Foto: Deize Carneiro, 2008.

Nas comunidades, a agricultura é de subsistência, sendo o extrativismo vegetal e a pesca as principais fontes de renda e alimentação. O serviço de saúde é quase inexistente, não havendo qualquer aplicação de medidas para melhorar as condições higiênicas das localidades, situação que se agrava consideravelmente com a sazonalidade do rio.

A educação funciona em condições precárias, pois somente o Ensino Básico é oferecido, sendo realizado em poucas localidades. Para ter acesso às demais séries, os alunos têm cursá-las nas cidades de Tabatinga ou Benjamin Constant. O lazer e cultura ficam por conta dos próprios moradores, sendo os campeonatos de futebol e as festas religiosas as atividades mais comuns.

Populações Indígenas

As principais etnias indígenas que ocupa essa área são os Tycunas. E quanto à situação fronteiriça, os indígenas desconhecem a convenção jurídica estabelecida pelos Estados ali presentes, prevalecendo sua própria concepção do território, pois os mesmos habitam a região bem antes dos Tratados de Limites.

Para a equipe do Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE Brasil-Colômbia, o nível de circulação dos povos indígenas nesta região tri-fronteiriça (Brasil/Colômbia/Peru) é algo

fantástico. Começa com a idéia de espaço que possuem: não existem limites pré-fixados; hoje ocupam áreas brasileiras, amanhã poderão ocupar áreas colombianas ou áreas peruanas. Portanto, esses povos transitam e se fixam livremente nesta zona fronteira, considerando-a um território único.

2.2.4. Considerações sobre a Fronteira Brasil, Colômbia e Peru

Boa parte dos aparelhos estatais e programas nacionais voltados para essa região estão relacionados com tríplice fronteira Brasil, Colômbia e Peru. Não é possível traçar as características da área de estudos sem levar em consideração a influencia da fronteira. A figura 17 traz a localização dos limites fronteiros.

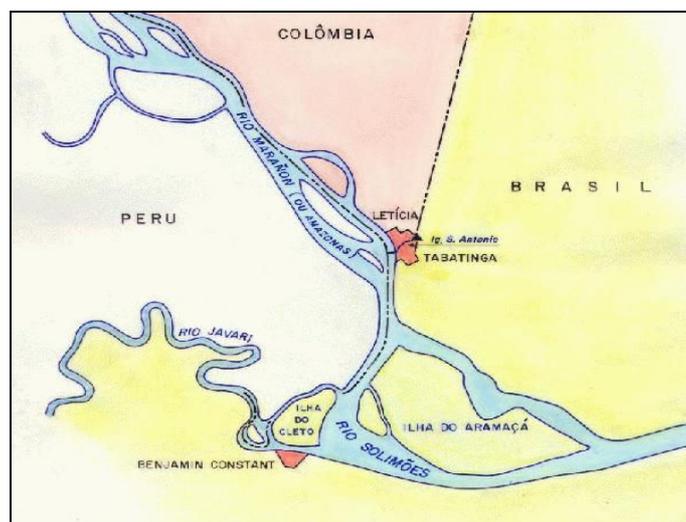


Figura 17: Esquema do limite fronteiro entre o Brasil, a Colômbia e o Peru. Fonte: www.info.incc.br, acessado em 19/10/2008.

A definição dos limites entre Brasil-Peru e Brasil-Colômbia foi pautada no princípio de "*Uti Possidetis*" (como possuiis) que consiste no critério de tomar por base a posse daquilo que já se tem desfrutado como propriedade, ou seja, leva-se em consideração o primeiro que tomou posse da área. Mas, para que se possa ter um melhor entendimento da dinâmica na fronteira e as implicações morfoodinâmicas do rio Solimões, faz-se necessário uma descrição de seus principais aspectos.

Fronteira Brasil/Peru: Descrição e Histórico

A demarcação da fronteira entre o Brasil e o Peru começou ser realizada logo que esses países se constituíram como nações soberanas e independentes, o Brasil, em 07 de setembro de 1822, e o Peru, em 28 de julho de 1824. Em 23 de outubro de 1851, foi assinado em Lima o Tratado de Comércio, Navegação e Limites. Nesse tratado, reconheceu-se como limite a povoação de Tabatinga, seguindo em linha reta para o norte até encontrar o rio Japurá, defronte da foz do Apapóris e de Tabatinga para oeste e para o sul, o rio Javari, desde a sua confluência com o Amazonas.

De acordo com as informações oficiais, disponíveis no site Segunda Comissão Demarcadora de Limites, em 02 de março de 1866 iniciaram-se as atividades de reconhecimento e demarcação, onde foram fixados marcos de madeira na foz e na vertente do Igarapé Santo Antônio em Tabatinga. Em 1875, estava definida a linha Tabatinga-Apapóris, sendo que mais tarde, este trecho da fronteira, que era disputado por Peru, Colômbia e Equador, passou para o domínio da Colômbia.

Os trabalhos de definição da linha de limites entre o Brasil e o Peru voltaram a ser acertados a partir de setembro de 1909 quando da assinatura do Tratado de Demarcação, Comércio e Navegação, realizado na cidade do Rio de Janeiro, definindo os limites dos dois Estados, a partir da nascente do rio Javari até o Acre. A partir de então foi criada uma Comissão Mista de Inspeção dos Marcos da Fronteira a fim de inspecionar os 86 marcos e tomar providências cabíveis. Atualmente, a competência desta área está sob a responsabilidade da 2ª Comissão de Fronteira, sediada em Belém do Pará.

Tendo em vista a descrição oficial da 2ª Comissão de Fronteira, a linha divisória entre o Brasil e a República do Peru, começa em frente à foz do Arroio Iaverija, afluente da margem direita do rio Acre ou Aquirí e segue por rios, montanhas e linhas geodésicas até a fronteira com a Colômbia e Brasil.

O tratado de Lima definiu o trecho da fronteira entre Brasil e Peru, conforme a descrição: Da nascente principal do rio Javari, desce pela meia distância entre as margens desse rio até a sua boca, no rio Solimões ou Amazonas. Da boca do rio Javari com o rio Solimões, águas acima, até a interseção do talvegue do rio Solimões ou Amazonas com o

paralelo da boca do Igarapé Santo Antonio. Ponto de Trijunção entre o Brasil, o Peru e Colômbia, defronte das localidades de Tabatinga e Letícia.

Algumas ilhas situadas no rio Javari, em função dos critérios adotados foram atribuídas ao Brasil e outras ao Peru.

Fronteira Brasil/Colombia: Breve Histórico e Descrição

A fronteira Brasil–Colombia se inicia na intersecção do talvegue do Rio Solimões ou Amazonas com o paralelo da boca do Igarapé Santo Antônio e segue até Apaporis, com uma extensão de 1.644km.

Da intersecção do talvegue do Rio Solimões ou Amazonas com o paralelo da boca do Igarapé Santo Antônio seguindo (*defronte às localidades de Letícia e Tabatinga*), o limite segue, para Leste, ajustada a esse paralelo, até a dita boca. Continua pelo leito desse igarapé (*que corre entre as localidades de Letícia e Tabatinga*) até a sua cabeceira. De onde, o limite segue por uma grande linha geodésica (*mais de 300 quilômetros*), Tabatinga-Apaporis, na direção da boca do Apaporis (*no Rio Japurá*), até o ponto de sua intersecção com o talvegue do Rio Japurá ou Caquetá (*Cruzando neste trecho o Igarapé Belém, o Rio Içá e os rios Purui e Ayo*).

A atual fronteira Brasil-Colombia levou um longo período para ser efetivado. De acordo com a 1ª Comissão Demarcadora de Limites, o primeiro tratado de fronteira foi assinado em 25 de julho de 1853, onde o Brasil e a República de Nova Granada firmam o Tratado de Amizade e Limites, onde se destaca a confluência do rio Apaporis com o rio Japurá.

Em 3 de Setembro de 1906, os dois países assinam um protocolo que estabelece a divisão dos limites em dois trechos: o primeiro ao norte da desembocadura do rio Apaporis e o segundo, dessa desembocadura, para o sul. Em 1907, o governo brasileiro aceitou o Protocolo de três de setembro de 1906 e passam a negociar um Tratado para o trecho norte dos limites com a Colômbia e deixando o trecho do lado sul para ser negociado após solução dos envoltimentos do Peru e Equador com a Colômbia.

A área conhecida como trapézio Amazônico, até então peruana, passou a ser território Colombiano através do Tratado de Limites firmado em 24 de março de 1922 em

Lima, entre o Peru e a Colômbia. Assim a Colômbia tornou-se o único país confinante com o Brasil na região entre os rios Apaporis e Amazonas. Com o Tratado de Limites e Navegação Fluvial de 15 de novembro de 1928, assinado na cidade do Rio de Janeiro, foram estabelecidos os limites entre os dois países e a regras de navegação.

Em 13 de dezembro de 1930, os países assinam a Ata da Primeira Conferência para constituir a Comissão Mista de Demarcação dos Limites Brasil-Colômbia, adotando uma série de medidas administrativas e técnicas, prolongando para mais cinco conferências até atingir um perfeito entendimento e entrosamento das medidas adotadas. Em 22 de setembro de 1952, a Comissão Mista de Inspeção dos Marcos de Fronteira Brasileiro – Colombiana, reúne-se na cidade de Leticia (Colômbia), na sede do Comando Militar, com o objetivo de reativarem os trabalhos.

Conforme a descrição dos limites fronteiriços é possível verificar a grande extensão das áreas de fronteiras na Amazonas que requerem a atenção e monitoramento por parte do estado brasileiro.

5. EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DO RIO SOLIMÕES

*Conta pra mim Solimões
o que te faz furioso assim.
São influências da lua ou caprichos do rio.
Porque tanta fúria com os filhos teus
acalma tuas águas e a dos olhos meus.
Que eu volto a violar e um novo canto
surgirá em tuas margens
de minha garganta
seca de canto molhada de dor.*

Raízes Caboclas (SOLIMÕE – Música Regional Amazônica)

A evolução morfológica do canal do rio Solimões foi bem visualizada através da análise dos dados fluviométricos e da análise multitemporal de imagens do satélite Landsat num período de 20 anos. Os dados gerados a partir dessas duas variáveis trouxeram resultados importantes para o conhecimento do comportamento hidrológico e da dinâmica morfológica do canal do Rio Solimões no período de 1986 a 2006.

5.1. Funcionamento Hidrológico

A partir da análise dos dados do sistema hidroweb/ANA, coletados na estação de Tabatinga foi possível constatar que a variação sazonal do nível da água exerce grande influência na morfodinâmica local, visto que a morfologia do canal reflete o ajuste do rio às condições do fluxo.

As cotas médias anuais expressaram a natureza dinâmica e variável do fluxo para o período de 1986 a 2006, conforme a figura 18.

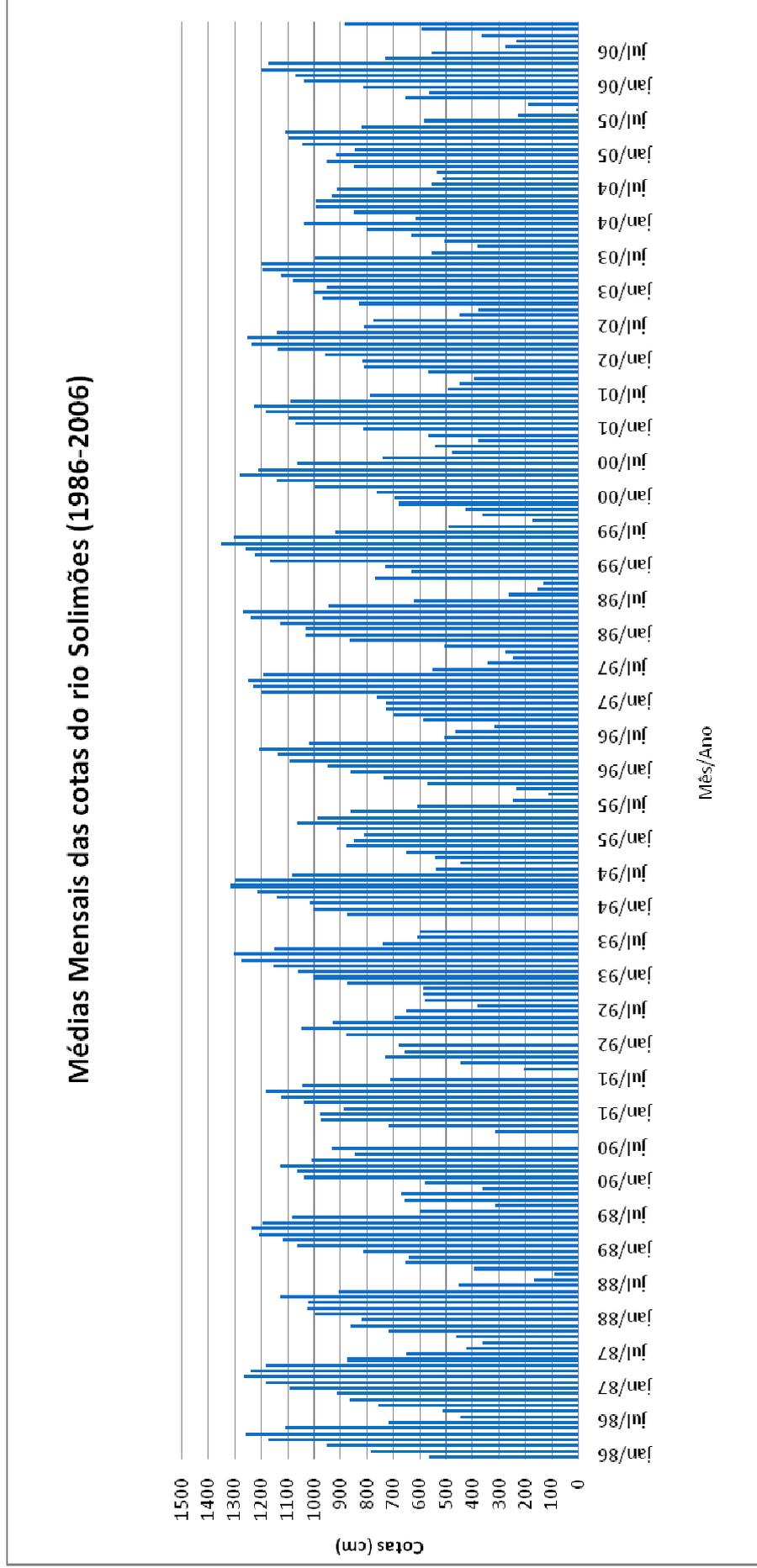


Figura 18: Cotas médias mensais para o período de 1986-2006. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009.

De acordo com a figura 18, as maiores médias ocorrem de abril a maio, enquanto que as menores cotas médias se dão de agosto a outubro. Observa-se que durante esses 20 anos as maiores cotas médias mensais registradas ocorreram nos anos de 1993, 1994 e 1999, todas ficando acima 13m. Enquanto que as menores cotas médias mensais registraram menos de 1m, no mês de setembro de 1988 e 2005, situação completamente anômala. Além desses anos cita-se também, os anos de 1995 1998 e 1999 que registraram menos de 2m em suas contas mensais mais baixa.

Na forma apresentada pela sequência dos meses percebe-se que o período de enchente se apresenta com maior duração do que o período de vazante, ou seja, entre o mês de menor cota para o maior, verifica-se que as colunas formam “degraus”, pouco ou muito espaçadas, dando saltos com mais de quatro metros em um mês, ou ainda, formam uma leve curva com seqüências de cotas mais regulares entre os meses até o pico. Daí em diante, percebe-se uma decida relativamente abrupta até atingir a menor coluna, evidenciando uma vazante rápida.

Analisando o comportamento contínuo do fluxo a partir das cotas médias mensais fica evidente a natureza variável do fluxo, porém, é interessante destacar o comportamento das menores cotas no período de 2000 a 2004 que se apresenta com certa regularidade.

A figura 19 destaca a amplitude de variação sazonal neste trecho do rio Solimões para o mesmo período de tempo, 1986 a 2006.

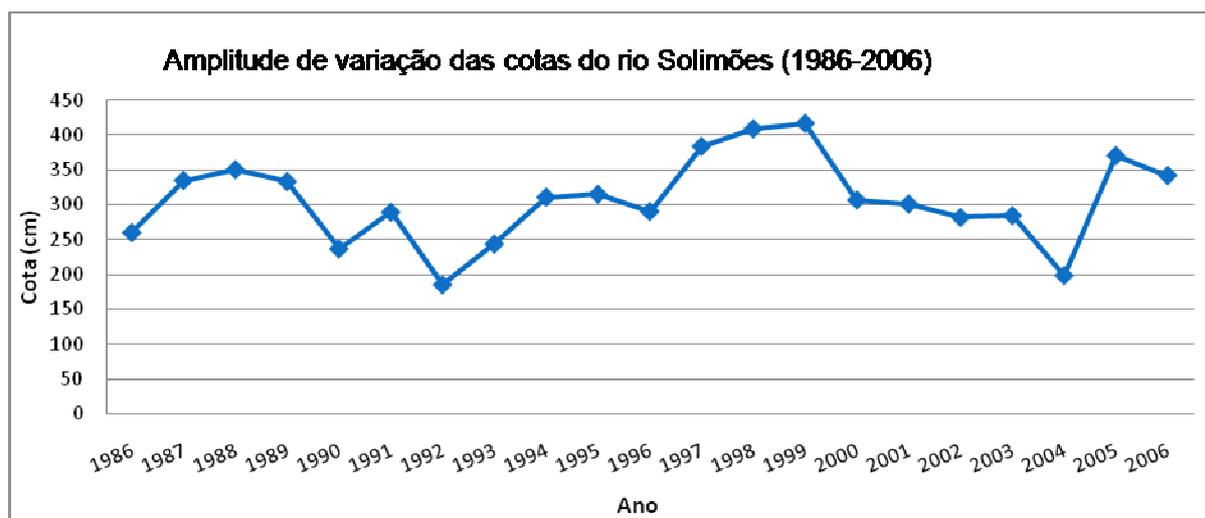


Figura 19: Amplitude das cotas para o período de 1986-2006. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009

O conhecimento dessa variação é de grande importância, pois se relaciona com a intensidade dos processos de erosão, que conforme aponta Carvalho (2006), quanto maior a amplitude de variação entre enchente e vazante maiores podem ser os efeitos da dinâmica fluvial nas margens do canal do rio Amazonas. Tal princípio também é citado por RITTER et. al. (2002).

Ao analisar as cotas médias anuais para os dois períodos de referência da análise multitemporal por sensoriamento remoto, 1986-1994 e 1994-2006, constata-se que houve uma maior amplitude de variação das cotas no segundo período, de 1994 para 2006. Verifica-se ainda, que o período de enchente corresponde a oito meses do ano e a vazante se dá em apenas quatro meses (Vide figura 20).

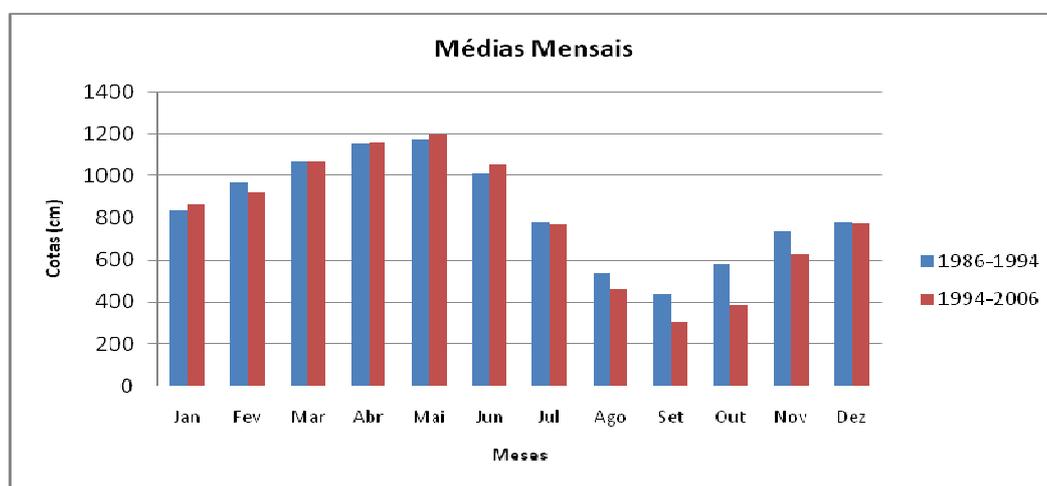


Figura 20: Comparação do comportamento das cotas médias anuais nos anos da análise temporal de imagens. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009.

No intervalo de 1994 a 2006 nota-se que no período de águas altas os valores são mais elevados e a vazante é mais rigorosa. Enquanto que no período de 1986 a 1994 os valores são menores, ou seja, cheias e vazantes menos rigorosas.

5.1.1. Período de 1986 a 1994

As cotas máximas e mínimas anuais no período de 1986 a 1994 (figura 21) trazem informações importantes quanto à sazonalidade do rio nesse intervalo de tempo.

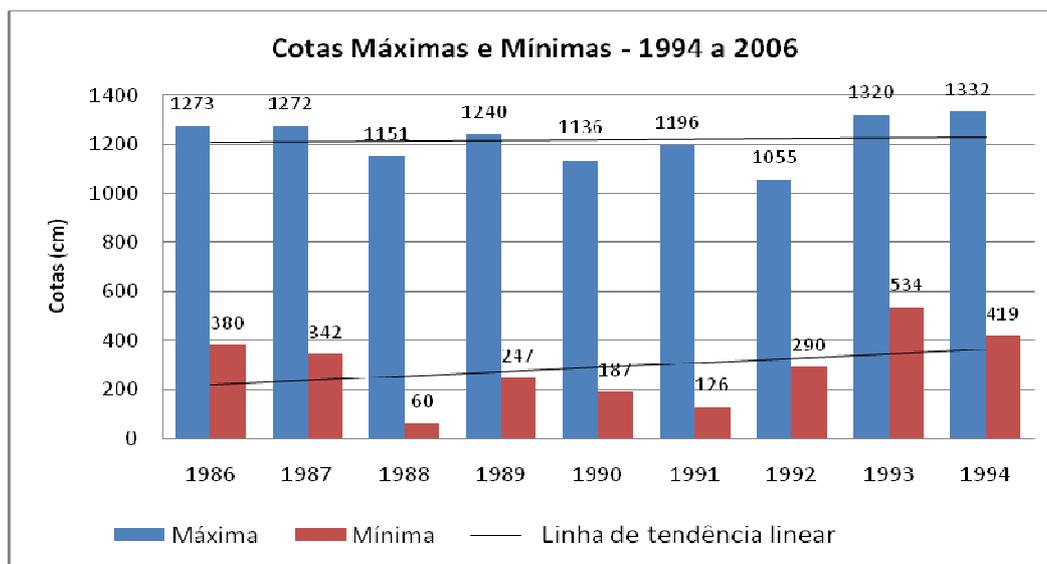


Figura 21: Cotas máximas e mínimas para o período de 1986 a 1994. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009

A figura apresenta a natureza dinâmica do fluxo com tendência de cheias e vazantes mais rigorosas no período de 1986 a 1994. A linha de tendência das máximas apresentou uma estabilidade nos dois primeiros anos, seguindo com uma leve subida até 1994. Já na da vazante a subida foi contínua.

Percebe-se a grande amplitude entre as cotas máximas e mínimas em cada ano, bem como a variação destas ao longo do tempo, possuindo um transbordamento médio correspondente a 9,32m no período de 1986 a 1994. Considerando a maior cota máxima e menor mínima constatou-se uma variação sazonal de 12,62m. A média de vazante corresponde a 287 cm, sendo a mais rigorosa no ano de 1988 com 60 cm. Enquanto que a média de cheia correspondeu a 12,19m, sendo a maior registrada no ano de 1994 com 13,32m.

Na figura 22 têm-se as cotas diárias dos anos de maior e menor média. Como se pode perceber há uma variação considerável entre os dois anos tanto nos períodos de enchente como no de vazante. O ano de 1994 apresenta cotas máximas e mínimas acima da média. O ano de 1988 por outro lado traz níveis a baixo da média. Em relação a esse último ano, de acordo com o INPE, no ano 1988 houve registro de ocorrência do El Niño, sendo seus efeitos classificados como moderados, fato que pode ter tido alguma repercussão no regime do rio Solimões.

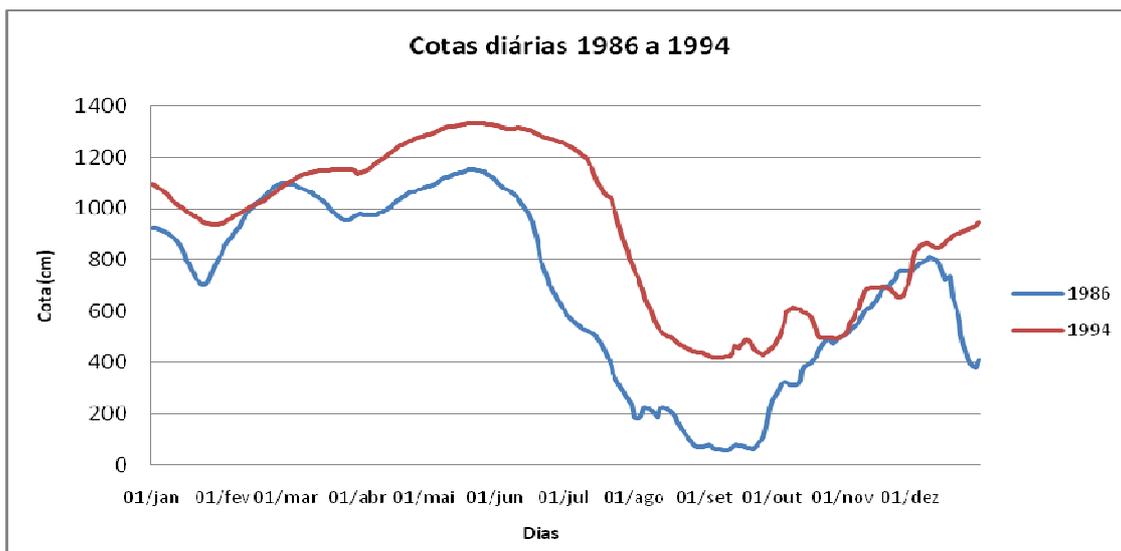


Figura 22: Cotas médias diárias dos anos de 1986 e 1994. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009

O período de águas altas do ano de 1994 teve uma maior duração, sendo a curva contínua e com pouca flutuação em relação ao ano de 1988. Um aspecto em comum nos dois anos são as pequenas cheias e vazantes nos meses de outubro a janeiro. Essa curva quase bimodal corresponde a um fenômeno conhecido regionalmente como *repiquete*, que de acordo com relatos dos moradores da área, causam a variação do nível do rio e da qualidade da água, ocasionado dispersão de peixes e potencializando os processos de erosão lateral.

As cotas médias anuais demonstram uma noção do volume de água nesse período conforme a figura 23.

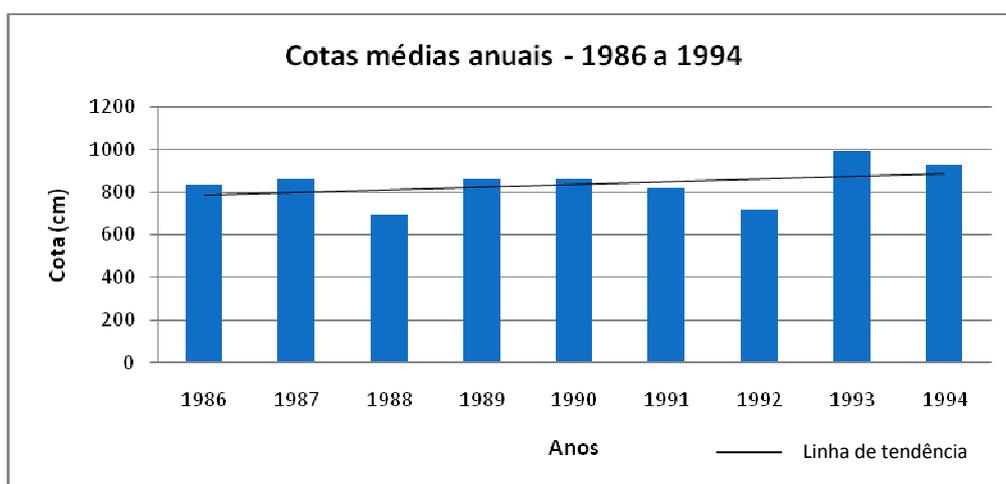


Figura 23: Cotas médias anuais do período de 1986 a 1994. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009.

A partir dessa figura confirma-se a tendência de subida contínua da linha de tendência. Destacam-se os anos de 1993 e 1994 como maiores cotas e os anos de 1988 e 1992 com as menores cotas médias.

5.1.2. Período de 1994 a 2006

Seguindo a mesma seqüência do período anterior, as cotas máximas e mínimas anuais no período de 1994 a 2006 apresentam o comportamento sazonal do rio Solimões para um intervalo de 12 anos.

As linhas de tendência das cotas máximas e mínimas do período de 1994-2006 apresentam direções contrárias às do período anterior, pois enquanto as linhas do período de 1986-1994 mostravam uma subida, no período em questão indica queda tanto nas máximas como nas mínimas, sendo que na primeira essa diferença é mais significativa.

A amplitude entre as cotas máximas e mínimas em cada ano também é alta, inclusive superior ao período anterior (1986-1994), registrando uma amplitude média de 10,37m, conforme a figura 24.

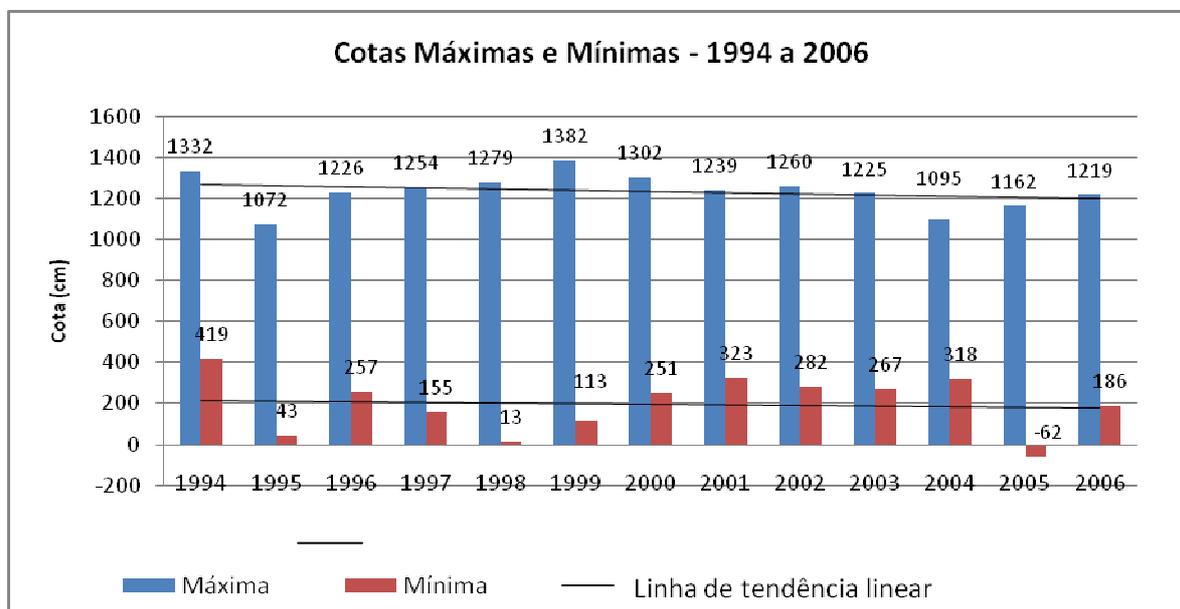


Figura 24: Cotas máximas e mínimas para o período de 1994-2006. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009.

De acordo com os dados, a maior cota máxima registrou 13,82 em 1999, estando 50cm acima da maior cota máxima identificada no período de 1986-1994, ficando a cota média das máximas para este período em 12,34m. A menor mínima ficou com -62cm em 2005, sendo 1,20m a baixo da cota mínima do período de 1986-1994, estando neste período (1994-2006) a cota média das mínimas com 197cm. Com esses dados extremos obtém-se a variação máxima da amplitude registrando 14,44m. Observa-se ainda, que os períodos de vazante rigorosos são sempre seguidos de uma enchente acima da média, conforme se observa nas vazantes de 1998 e 2005 e nas enchentes de 1999 e 2006.

Na figura 25 visualizam-se as cotas diárias para os dois anos extremos, com máxima em 1999 e mínima em 2005.

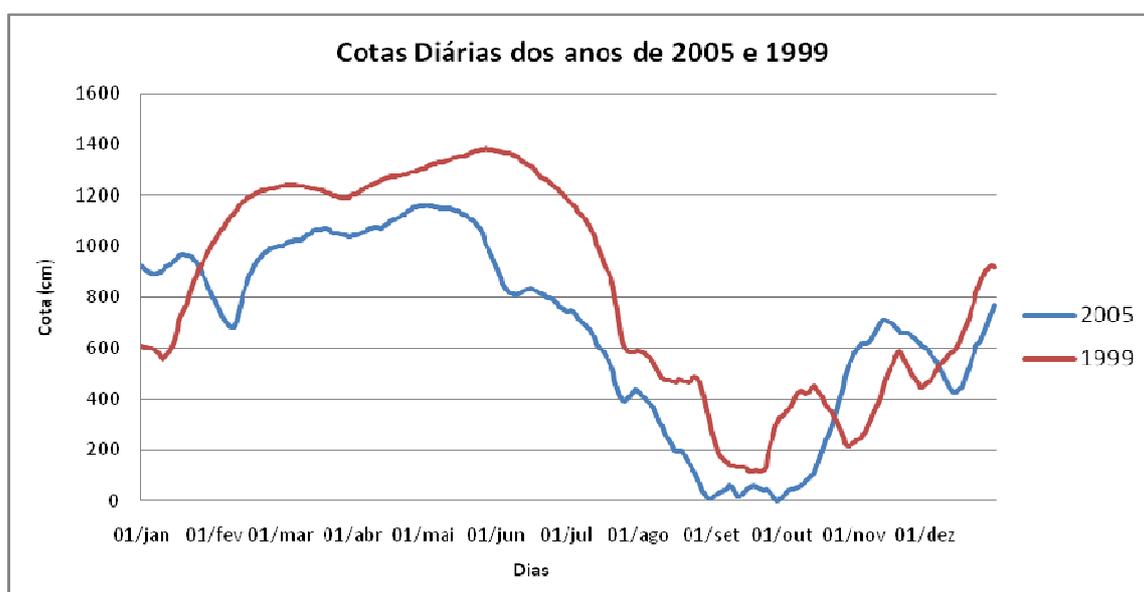


Figura 25: Cotas diárias dos anos de 2005 e 1999. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009.

A figura expressa um comportamento do fluxo semelhante ao gráfico de cotas diárias (Fig. 22) do período anterior (1986-1994), apresentado os picos de cheia e vazante nos meses de outubro a janeiro. A diferença dos níveis sobre esses picos é percebida no deslocamento e variação da altura e largura dos mesmos que se matem independentemente do nível da água. Verificou-se nesses dois anos de referência, que para a maior enchente, ocorreu uma vazante menos rigorosa. Enquanto que na vazante mais rigorosa, menor foi a enchente.

O ano de 2005 apresentou a maior vazante já registrada, com cota mínima a baixo de zero da régua linimétrica. De acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos e com o Instituto Nacional de Meteorologia (2005), os fatores responsáveis pela seca de 2005 estariam relacionados ao comportamento médio da temperatura da superfície do mar (TSM) na bacia do Atlântico Tropical Norte, que estava mais quente que o normal nos 12 meses antecedentes, causando o menor índice pluviométrico nos últimos 40 anos e por consequência a vazante do ano de 2005.

Considerando as cotas médias anuais, a figura 26 apresenta a disposição das mesmas para este período.

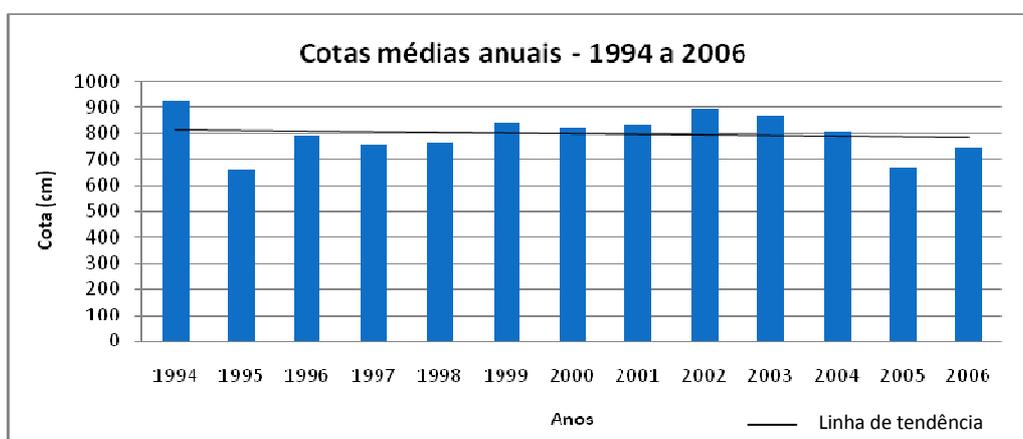


Figura 26: Cotas médias anuais para o período de 1994 a 2006. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009.

A variação dos dados fluviométricos deste trecho do rio Solimões é bem expressiva de ano para ano, não havendo registro de coincidências nos valores das cotas. A linha de tendência apontou para uma queda nas cotas médias anuais.

Em se tratando do comportamento do fluxo em relação às imagens de satélite utilizadas na análise multitemporal, vale a pena lembrar que o nível do rio nas datas de passagem do satélite é praticamente o mesmo, tendo uma pequena diferença que não influenciou o tamanho das áreas emersas, pois a cota em 19/07/1986 media 707,5 cm, em 14/11/1994 o registro foi de 694 cm e 678 cm em 16/06/2006, como pode ser observado na figura 27.

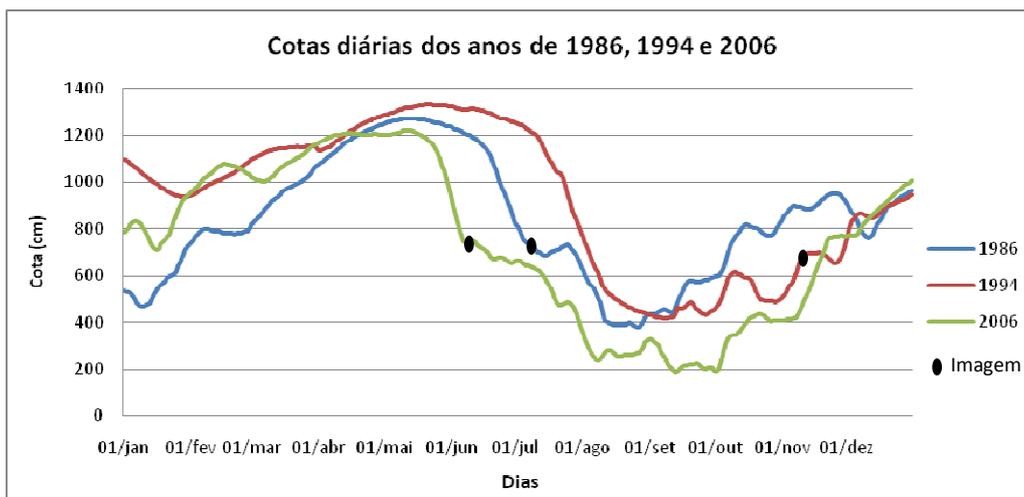


Figura 27: Comportamento das cotas média diárias nos anos de passagem das imagens utilizadas na análise temporal. Fonte: ANA, Estação Tabatinga, Código ANA 10100000. Org.: Deize Carneiro, 2009.

5.2. Análise multitemporal

Foram confeccionados três mapas síntese com as mudanças morfológicas para este espaço de tempo estudado. O primeiro refere-se ao intervalo entre 1986 e 1994, o segundo ao período de 1994 a 2006 e o terceiro ao intervalo total de tempo, de 1986 a 2006. Os resultados dessa análise estão apresentados e discutidos nesta sessão a partir dos itens *Dinâmica de processo fluviais e Dinâmica morfológica*.

5.2.1. Dinâmica de processos fluviais

5.2.1.1. Período de 1986-1994

O ponto de partida foi o ano de 1986 abrangendo um intervalo de oito anos até o ano de 1994. As imagens Landsat utilizadas datam de 19/07/1986 e 14/11/1994, sendo as cotas fluviométricas 707,5cm e 694 cm respectivamente, com uma variação de apenas 13 cm.

A Figura 28 espacializa as mudanças ocorridas nesse trecho do canal do rio Solimões no período de 1986 a 1994. No mapa, as áreas atingidas pela erosão estão representadas pela cor cinza-escuro e as áreas dominadas pela deposição de sedimentos estão representadas por hachuras pontuais pretas sobre um fundo branco.

A partir dessa imagem constata-se uma intensa ação dos processos de erosão e deposição fluvial na quase totalidade da área de estudo. As áreas dominadas pela erosão alargaram o canal em resposta a mudança do fluxo, simultaneamente, ocorreu o processo de deposição nas ilhas e o surgimento de novas barras laterais e de canal.

De montante para jusante, do início da área de estudos até a localidade Umariacú, os processos de erosão atingiram toda a margem direita do rio Solimões (margem peruana), parte da ilha de Santa Rosa e a Comunidade Umariacú, na margem esquerda do rio Solimões. Os processos de deposição são visualizados através das barras laterais na margem esquerda, em frente à cidade de Leticia-CO, na parte lateral central e ponta da ilha Rondinha, e na margem de jusante da Ilha de Santa Rosa. Percebe-se a dinâmica de formação de curvas de meandro, estando a parte côncava na margem direita (lado peruano) e a parte convexa na Ilha Rondinha, também no Peru.

Verifica-se que o impacto hidráulico causa erosão na parte superior das ilhas e deposição na parte inferior, conforme a dinâmica natural dos fluxos.

Análise Multitemporal do canal do rio Solimões – 1986 a 1994

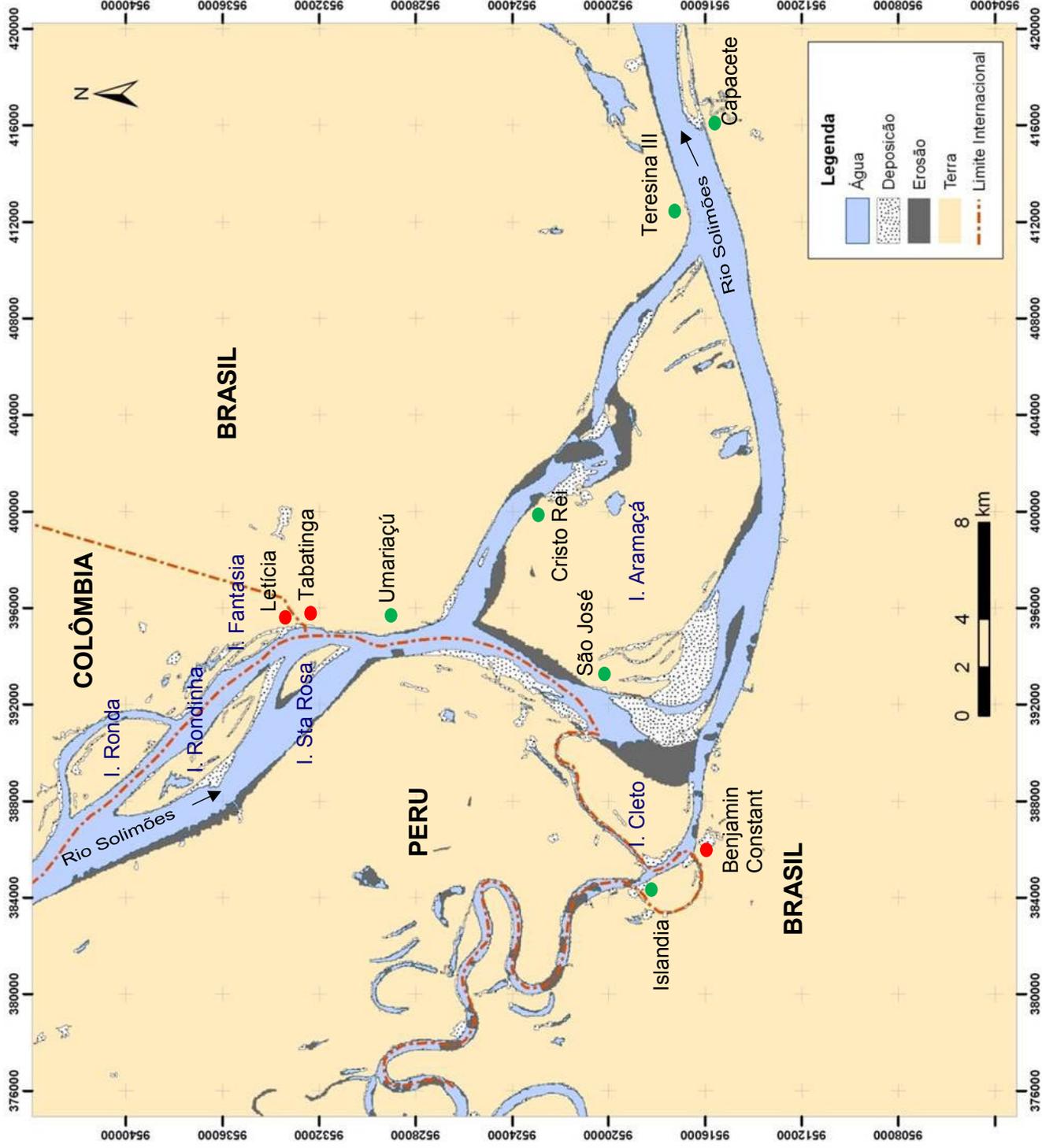


Imagem Landsat 1986

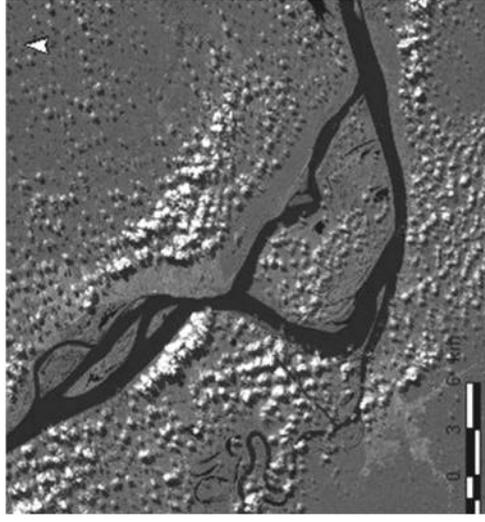


Imagem Landsat 1994



Figura 28: Análise temporal da morfodinâmica do rio Solimões no período de 1986 a 1994. Org. Deize Carneiro e Felipe Mazur.

● Centro Urbano ● Localidade

No ponto mais estreito do canal, próximo a comunidade Umariacú, o fluxo é submetido a uma bifurcação e dividi-se em dois canais em função da Ilha do Aramaçá. Neste ponto a erosão fluvial atinge as duas margens da referida ilha.

Seguindo pelo canal da direita, na margem oposta à erosão da ilha Aramaçá tem-se uma vasta margem convexa em processo de progradação, onde se verifica os efeitos do barramento hidráulico e sedimentológico do rio Solimões sobre a desembocadura do Paraná do Cleto, promovendo uma inversão na direção do fluxo deste *Paraná* - termo regional correspondente a um braço do rio principal, que passou a desembocar no rio Javari. Poucos metros a jusante, a deposição dá lugar a erosão na Ilha do Cleto, que teve uma grande área perdida pela erosão. Na margem oposta, ocorre deposição junto à ilha do Aramaçá.

Neste ponto, novas variáveis são inseridas nessa dinâmica: a confluência do Solimões com o Javari e a composição litológica da margem direita: Formação Solimões. Na confluência do Solimões com o Javari o encontro das propriedades físico-químicas diferenciadas dos dois rios interfere na dinâmica do Solimões contribuindo para uma zona de fluxos turbulentos, que se refletem nos processos fluviais. Quanto à composição litológica da margem direita, em função da composição do embasamento mais resistente, quase não se verifica processos de erosão ou deposição.

Analisando o canal, à esquerda da Ilha do Aramaçá, conhecido no período de 1986-1994 como Paraná do Aramaçá, no qual a formação geológica é a mesma (Sedimentos quaternários inconsolidados) a resposta dos processos fluviais junto às margens do canal é diferenciada. Segue desde a ponta da ilha do Aramaçá alternando-se entre erosão e deposição, conforme a dinâmica dos meandros. Visualmente, neste trecho percebe-se um predomínio das áreas erodidas sobre as depositadas.

Considerando a área total para esse período de 1986 a 1994, constatou-se que as áreas perdidas por erosão nesses oito anos corresponderam a 30,60 km², destacando-se os processos erosivos das ilhas Aramaçá e Cleto. As áreas acrescidas somaram 36,77 km² com destaque para alguns dos pontos localizados próximo a desembocadura do Paraná do Cleto e Ilha do Aramaçá. De acordo com os dados há uma predominância dos processos deposicionais sobre os erosivos, onde as taxas de erosão e deposição anuais corresponderam a 3,82 km² e 4,72km² respectivamente neste período. Valores consideravelmente altos tendo em vista o pequeno trecho do rio e o curto intervalo de tempo estudado.

5.2.1.2. Período de 1994 a 2006

Na análise temporal para o segundo período de referência, de 1994 a 2006, que corresponde a um intervalo de 12 anos, foram utilizadas imagens Landsat datadas de 14/11/1994 e 16/06/2006, sendo as cotas fluviométricas 694 cm e 678 cm respectivamente com 16 cm de diferença entre uma e outra data de passagem do satélite.

Por meio da figura 29 constata-se a continuidade da atuação dos processos de erosão e deposição de sedimentos nas mesmas áreas atingidas no período de 1986-1994, exceto em alguns lugares, onde houve uma inversão de processos, ou seja, áreas onde ocorria deposição no período anterior passaram a ser atingidas pela erosão, como pode ser observado no final da Ilha do Aramaçá. Nos demais trechos verificam-se o aumento das áreas erodidas e deposicionais, fato que pode estar relacionado com o maior número de anos nesse intervalo de tempo, 1994-2006.

Como se pode observar na figura 29, os processos fluviais são mais intensos no âmbito da planície de inundação do Solimões, em terrenos Quaternários, margem esquerda. Nas áreas da Formação Solimões também há ocorrência do fenômeno das terras caídas ou deposição, porém em menores proporções.

A deposição de sedimentos na margem direita da Ilha Rondinha e o surgimento de uma nova ilha neste mesmo trecho direcionaram o fluxo para a margem direita do rio Amazonas, no Peru, aumentando consideravelmente a área erodida nesta margem. Deste ponto a corrente segue erodindo a Ilha de Santa Rosa e os terrenos terciários de Tabatinga e da localidade Umariacú, um dos poucos trechos da Formação Solimões onde se verifica erosão. Após esse estrangulamento, percebe-se que a ação dos processos erosivos na ponta da Ilha do Aramaçá continua atuando promovendo a migração da ilha no sentido jusante.

Pelo canal da direita, a margem oposta também migra por deposição consolidando o processo de sedimentação do Paraná do Cleto e anexação da Ilha do Cleto ao continente. Novamente este trecho chama a atenção, pois se verifica processos erosivos tanto na margem côncava como na convexa do canal. A explicação para tal situação pode está submersa, ou seja, o depósito fluvial localizado no meio do canal divide o fluxo, causando um efeito semelhante ao da ponta da Ilha do Aramaçá.

Análise Multitemporal do canal do rio Solimões – 1994 a 2006

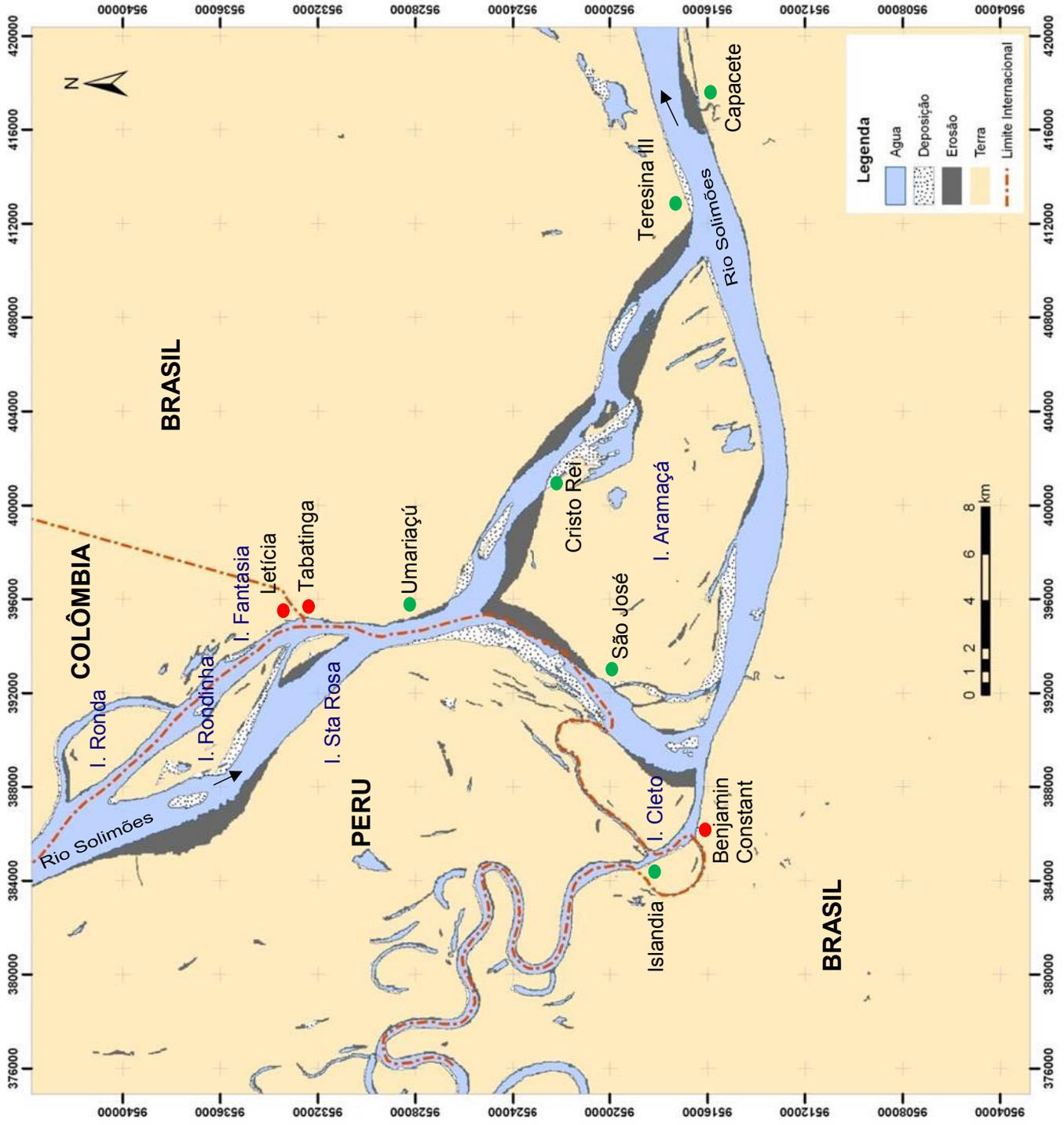


Imagem Landsat 1994

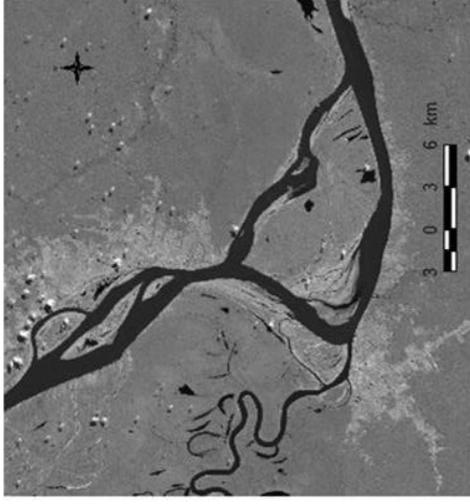


Imagem Landsat 2006



Figura 29: Análise temporal da morfodinâmica do rio Solimões no período de 1994 a 2006. Org. Deize Carneiro e Felipe Mazur.

● Centro Urbano ● Localidade

Na margem direita, novamente não se verifica efeitos dos processos fluviais sobre a Formação Solimões, enquanto que na margem da ilha, a deposição continua assoreando os pequenos cursos d'água anexando-os a Ilha do Aramaçá aumentando sua área. Deste ponto em diante segue-se com erosão e posterior deposição na mesma margem até o final da ilha.

O canal à esquerda da Ilha do Aramaçá sofreu grandes transformações entre um período e outro passando da categoria de Paraná para o ser o canal principal do rio Solimões. Percebe-se a partir da figura 29 que as áreas atingidas pelos processos de erosão e deposição foram mais expressivas do que no canal da direita. Observa-se o surgimento de barras longitudinais ao longo do canal em alternância às áreas de erosão. Destaca-se a ocorrência de avulsão (Lago do Bruno) e constituição (Ressaca de Bom Sítio) de lagos na Ilha do Aramaçá. A jusante da Ilha, quando os dois canais se fundem o processo de meandramento continua sua dinâmica, depositando e formando uma margem convexa na localidade Teresina III e erodindo a Ilha do Capacete.

A análise temporal demonstra uma predominância dos processos de erosão sobre os deposicionais para o intervalo de doze anos. O total das áreas erodidas foi de aproximadamente 38,92 km² e as áreas acrescidas correspondem a 25,97 km². As taxas de erosão corresponderam a 3,24km²/ano e as áreas depositadas ficaram em 2,16km²/ano. Como pode ser observado houve uma inversão nos valores totais de erosão e deposição em relação ao período de 1986–1994, que por sua vez, traziam o predomínio da deposição sobre a erosão. Já as taxas anuais de erosão e deposição para o período de 1994-2006 apresentaram valores mais baixos que o total dos valores referentes ao período de 1986-1994.

5.2.1.3. Síntese da análise dos processos para todo o período estudado (1986-2006)

A figura 30 apresenta a análise temporal para o período total de 1986 a 2006, com o fim de ter uma visão do comportamento dos processos fluviais para o período total. Nota-se que ampliando o intervalo de tempo alguns processos vistos nos intervalos menores são suprimidos, mas, por outro lado, obtêm-se informações novas, tais como os pontos que foram erodidos e voltam a ser terra com a deposição de sedimentos.

Análise Multitemporal do canal do rio Solimões – 1986 a 2006

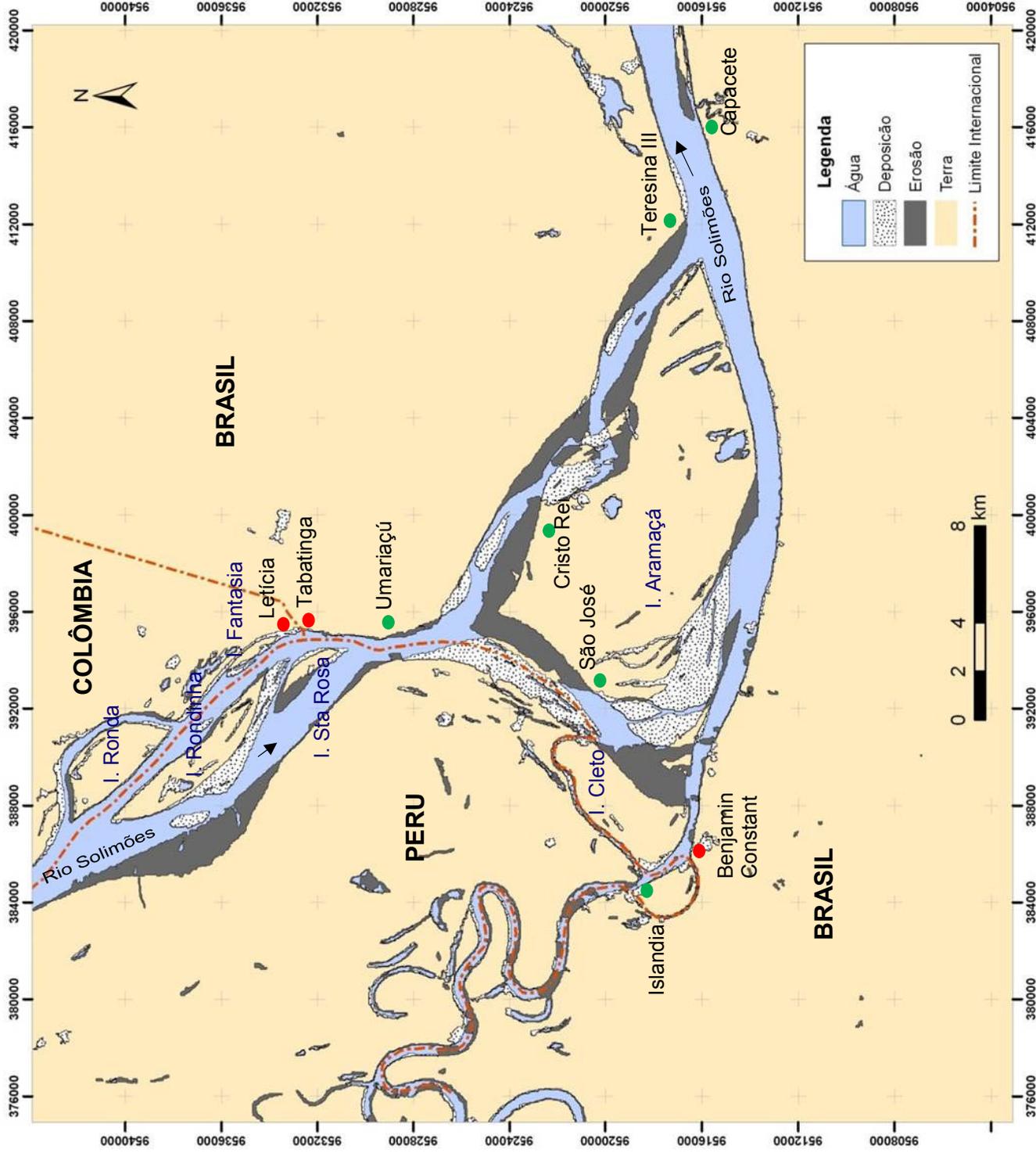


Imagem Landsat 1986

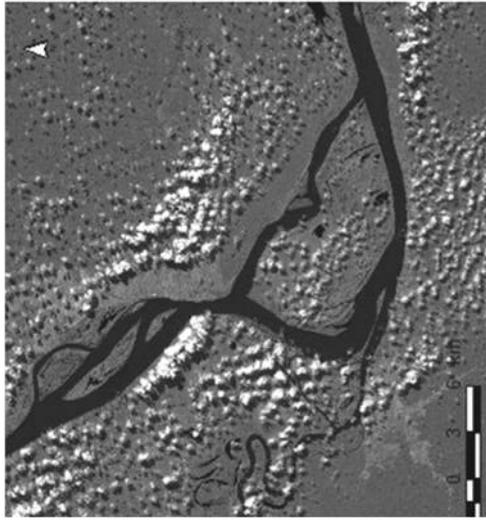


Imagem Landsat 2006

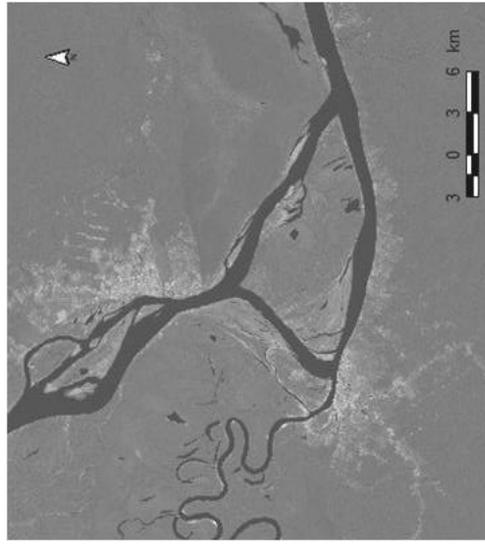


Figura 30: Análise temporal da morfodinâmica do rio Solimões no período de 1986 a 2006. Org. Deize Carneiro e Felipe Mazur.

● Centro Urbano ● Localidade

Na tabela 01 tem-se os resultados dos cálculos de áreas, realizados a partir da análise multitemporal para todos os períodos.

Tabela 01
 Comparação das áreas totais e taxas anuais dos processos de erosão e deposição de sedimentos em cada período analisado

Período	Total de áreas em km ²		Taxas em km ² /ano	
	Erosão	Deposição	Erosão	Deposição
1986-1994	30,60	36,77	3,82	4,72
1994-2006	38,92	25,97	3,24	2,16
1986-2006	69,52	62,95	3,47	3,14

Org.: Deize Carneiro, 2009.

Considerando esses 20 anos, a área erodida encontrada para o período de 1986 a 2006 foi de 69,52km² aproximadamente, enquanto que a de deposição foi 62,95km², estando as taxas anuais em 3,47 km²/ano e 3,14 km²/ano respectivamente. Como é possível notar, neste caso específico, com a ampliação da escala temporal, mais próximas se tornaram as taxas anuais de erosão e deposição, contudo registra-se a predominância da erosão sobre a deposição.

Estes dados põem em pauta a questão da escala temporal versus espacial. Em se tratando da dinâmica fluvial quanto menor o intervalo de tempo mais detalhes são passíveis de serem registrados, pois a intensa dinâmica fluvial verificada nesta área promove o que Schumm (apud Kohler, 2002) define como um *não-evento*, ou seja, as mudanças são tão rápidas e constantes que dependendo da escala temporal pode não deixar registros na morfologia do canal. Como por exemplo, a diferença entre as taxas de erosão e deposição, que no período de 1986-1994 registrava 3,82 para erosão e 4,72 para deposição, já em 1994-2006 correspondia a 3,24km² para erosão e 2,16 km² para deposição. Entretanto, se considerarmos o período de 20 anos essa diferença de valores é reduzida sensivelmente, com 3,47 para erosão e 3,14 para deposição. Isso demonstra que a escala temporal é um dado relevante na caracterização dos processos fluviais em análises por sensoriamento remoto.

No período de 1986-1994 as áreas erodidas e acrescidas estão aproximadas, apresentando uma diferença de 6.17km², enquanto que no período de 1994-2006 essa diferença é mais expressiva, correspondendo a 12,95 km².

Mesmo não sendo possível traçar uma análise conclusiva sobre a relação entre a intensidade dos processos erosivo-deposicionais e a descarga hídrica do canal, vista no item 5.1, certamente esse comportamento intenso e variável dos processos fluviais reflete às características variáveis do fluxo.

5.2.2. Dinâmica Morfológica

Além das taxas de erosão e deposição também se faz necessário analisar as transformações morfológicas que acontecem no canal dentro dos períodos estudados, pois os processos fluviais não atuaram com a mesma intensidade a totalidade do canal, mas áreas pontuais. No intervalo de 20 anos têm-se taxas de erosão e deposição aproximadas, porém as mudanças morfológicas no canal do rio Solimões foram muito expressivas.

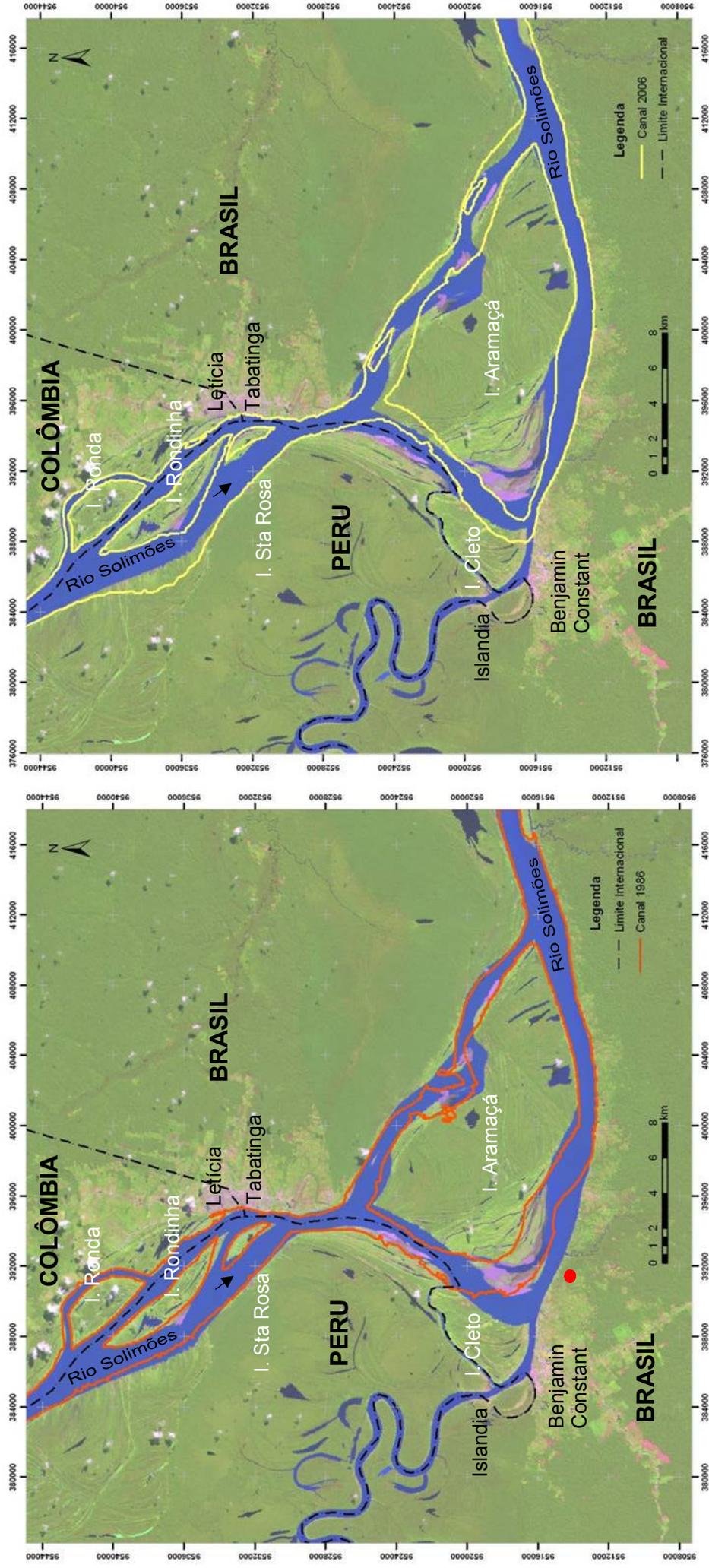
As causas e os mecanismos responsáveis pelas transformações no canal não são passíveis de se precisar a partir das análises em imagens de satélite, mas as mudanças são visíveis no período estudado e deixam evidências da evolução morfodinâmica do rio.

5.2.2.1. Alterações morfológicas no canal

O canal do rio Solimões mudou consideravelmente sua geometria. Como podem ser observados, os processos de erosão e deposição de sedimentos seguem a dinâmica de meandramento, áreas de erosão alternam-se às de deposição, sendo que as áreas erodidas são se apresentaram em maiores proporções neste intervalo de tempo.

As figuras 31 e 32 mostram o deslocamento anual do canal principal do rio Solimões no período de 1986-1994-2006. Tem-se a imagem de 1994 ao fundo e os limites do canal nos anos de 1986 e 2006 a cima. Observa-se que as principais mudanças no canal principal encontram-se associadas às alterações nas ilhas.

Migração do Canal do rio Solimões no período de 1986 a 2006



Figuras 31 e 32: Migração do canal principal do rio Solimões no período de 1986-1994-2006. Destaca-se a imagem Landsat datada de 14/11/1994 ao fundo evidenciando as alterações no canal principal em função da erosão lateral e deposição de sedimentos. Org. Deize Carneiro.

De 1986 para 1994 o canal migrou para a margem direita, a partir da erosão na margem peruana próxima a Ilha Rondinha, seguindo com a erosão das margens na Ilha do Cleto e a progradação do *point bar* na margem oposta (Ilha do Aramaçá).

De 1994 para 2006 essas mesmas margens continuam migrando, mas além disso destaca-se a migração do canal na ponta ilha do Aramaçá juntamente com margem oposta (Peru) e o canal da margem esquerda da referida ilha, que por sua vez passa a ser o canal principal do rio Solimões, enquanto que o da margem direita da Ilha se torna mais estreito e raso.

Considerando a intensa deposição no canal do lado direito e o aumento da erosão no canal da esquerda, é possível ver evidências de que o rio está tomando um padrão de canal mais retilíneo neste trecho e “abandonado” o antigo canal principal.

Como se pode perceber de 1986 para 1994 a vazão maior se dava pela margem direita, causando a erosão na localidade Teresina III, já no período seguinte o fluxo maior passa a fluir pela margem esquerda, causando intenso processo erosivo no antigo Paraná do Aramaçá e na comunidade Capacete.

5.2.2.2. Alterações morfológicas nas Ilhas

As transformações no canal do rio podem ser analisadas através da variação do comportamento das áreas das ilhas que se encontram no canal. As ilhas são resultantes da sucessão de processos deposicionais, geradas pela distribuição desigual do fluxo e redução da competência. Nesta área atuam como a principal resistência ao fluxo, tendo em vista a natureza pouco consolidada do embasamento.

Todas as ilhas localizadas na área de estudo apresentaram alterações morfológicas e/ou de áreas. A formação e destruição de barras laterais e de canais foi uma constante, sendo muito expressiva as alterações nas áreas das ilhas e barras. Mais do que a perda ou ganho de área, destaca-se a transformação na forma das ilhas causando a mudança no fluxo e conseqüentemente o aumento ou diminuição da largura do canal.

A análise multitemporal aponta a alteração conjugada de dois conjuntos de ilhas, sendo o primeiro formado pela ilhas Ronda, Rondinha, Santa Rosa e barras laterais, e o segundo pelas ilhas Aramaçá, Cleto e barras laterais.

Partindo de Montante para jusante, o trecho localizado na fronteira Brasil-Colômbia-Peru é constituído pela ilhas Ronda, Rondinha, Santa Rosa, Ilha da Fantasia e barras laterais, conforme a figura 33.

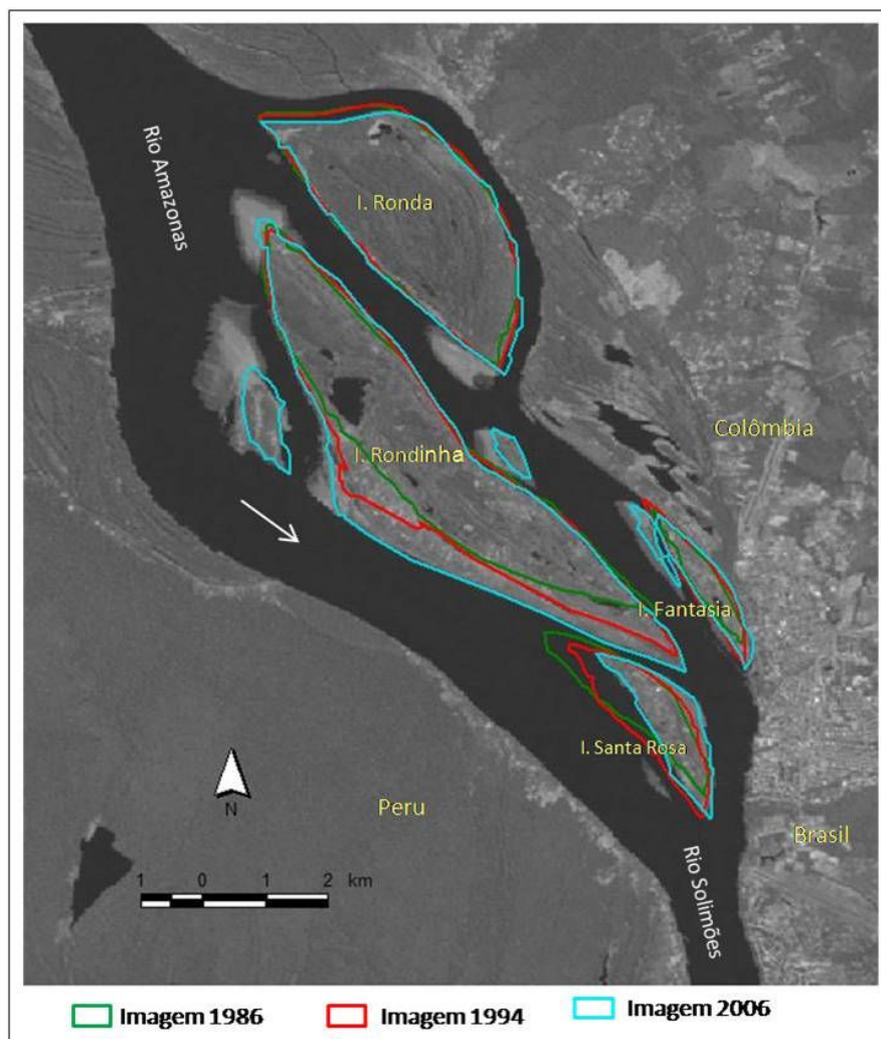


Figura 33: Evolução das Ilhas: Ronda, Rondinha, Santa Rosa e Fantasia. Imagem Landsat de 19/07/2007. Org.: Deize Carneiro, 2009

A ilha Rondinha no Peru teve aumento contínuo em sua área por deposição ao longo dos 20 anos. Em 2006 surgiu uma barra deposicional nas proximidades da mesma. A Ilha de Santa Rosa-Peru apresentava, em 1986, erosão na parte superior e deposição na parte interior.

De 1994 a 2006 a erosão passou a dominar toda a margem esquerda da Ilha e a deposição passou para a margem direita. Atualmente a deposição na margem esquerda da Ilha Santa Rosa e na margem direita da Ilha Rondinha está juntando as duas ilhas. Na vazante de 2008 o pequeno canal entre as mesmas estava totalmente fechado/assoreado.

Ao mesmo tempo em que se verifica a deposição de sedimentos nas ilhas do centro do canal e a formação de barras de canal, ocorre um intenso processo erosivo na margem direita do rio Amazonas. Enquanto que na margem esquerda, em frente à cidade de Letícia, ao longo dos vinte anos houve deposição na Ilha da Fantasia isolando o porto da cidade Colombiana.

Em 2006 verifica-se a anexação de grande parte da Ilha da Fantasia ao continente e o crescimento de uma nova barra lateral junto à ilha. Mais a frente tem-se o processo deposicional da foz do Igarapé Santo Antônio, seguida de processos erosivos na frente da cidade de Tabatinga.

O outro conjunto de Ilhas é formado pela Ilha do Cleto e Aramaçá, nas quais as transformações morfológicas foram maiores, conforme a figura 34.

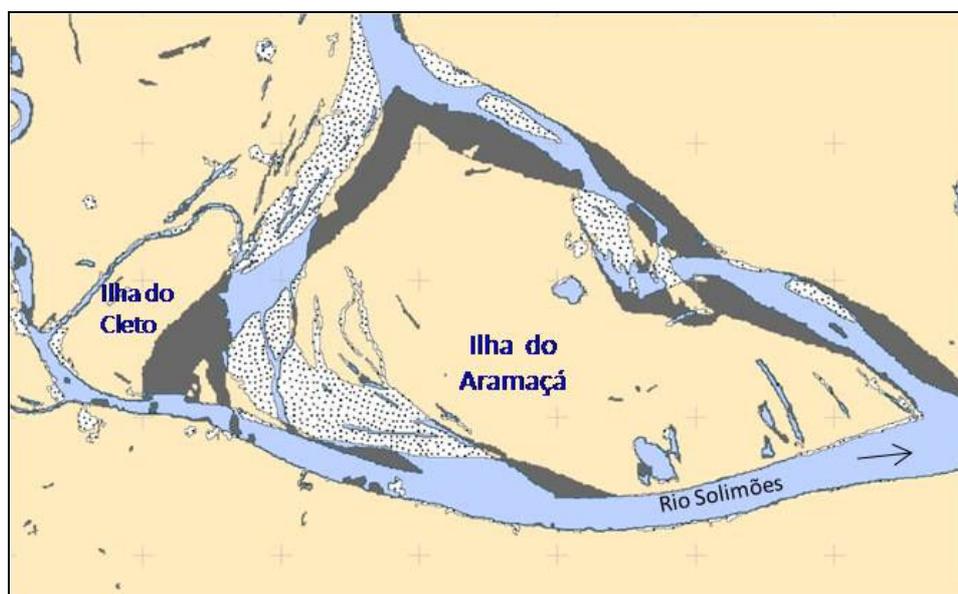


Figura 34: Alterações morfológicas nas Ilhas Aramaçá e Cleto. Org.: Deize Carneiro, 2009.

Como é possível perceber, essas duas ilhas foram responsáveis, em grande parte, pelas altas taxas de erosão e deposição. Pela evolução das formas nas seções transversais e longitudinais deste trecho do rio Solimões constata-se o ajuste do canal às condições de fluxo. De 1986 a 1994 há um decréscimo nas áreas das ilhas, já de 1994 a 2006 apresentam um

comportamento diferenciado, sendo a Ilha do Cleto dominada pela erosão e a ilha do Aramaçá pela deposição, ver figura 07 e 08.

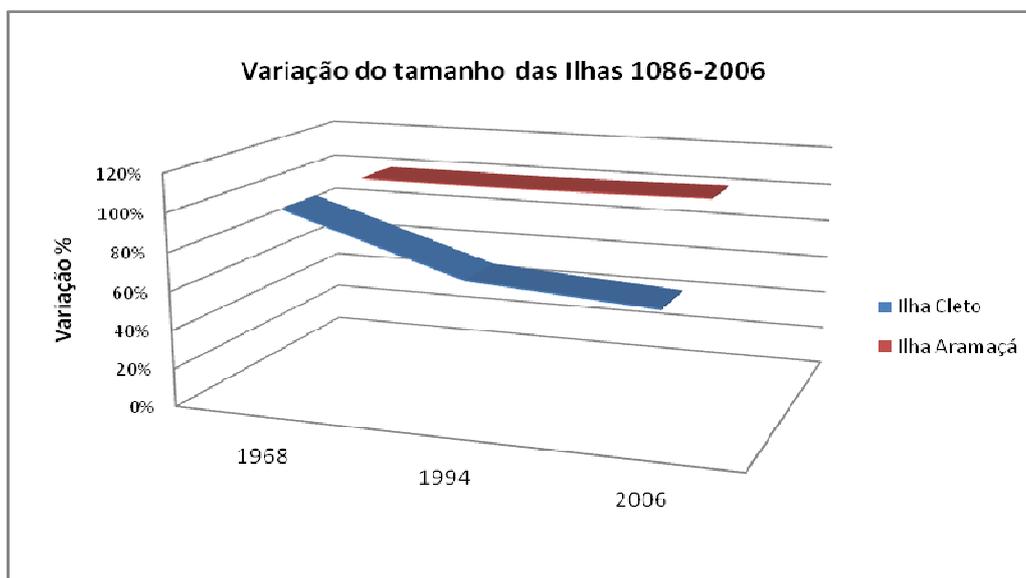


Figura 35: Evolução das Ilhas Cleto e Aramaçá entre 1986-2006. Org.: Deize Carneiro, 2009.

Apesar de apresentarem formas morfológicas distintas, o comportamento dos processos de erosão e deposição de sedimentos nessas duas ilhas estão intimamente relacionados, pois são resultantes da distribuição desigual do fluxo, estando a Ilha Aramaçá na parte côncava e a Ilha do Cleto na parte convexa nesta curva de meandro. A natureza inconsolidada do embasamento das duas ilhas facilita o trabalho fluvial de modelar de maneira constante o padrão das ilhas (Figuras 36 e 37).



Figura 36 e 37: À esquerda margem da Ilha Aramaçá com destaque para a composição arenosa e inconsolidada do pacote. À direita margem esquerda do rio Solimões com afloramento de linhito. Foto: Deize Carneiro, 2008

Nos trechos com embasamento mais resistente a ocorrência de processos erosivos e deposicionais são menores, tal como na margem esquerda do rio, formada por sedimentos da Formação Solimões.

Na figura 38 tem-se com mais detalhes a evolução morfológica da Ilha do Cleto. De acordo com as análises automáticas e visuais das imagens e relato dos moradores da Ilha do Cleto, o processo de terras caídas se deu em duas fases distintas: inicialmente pela erosão lateral no decorrer dos anos até formar a restinga que se observa na imagem de 1986, seguida de um evento abrupto, no mesmo ano que rompeu a restinga, dividindo-a em partes menores.

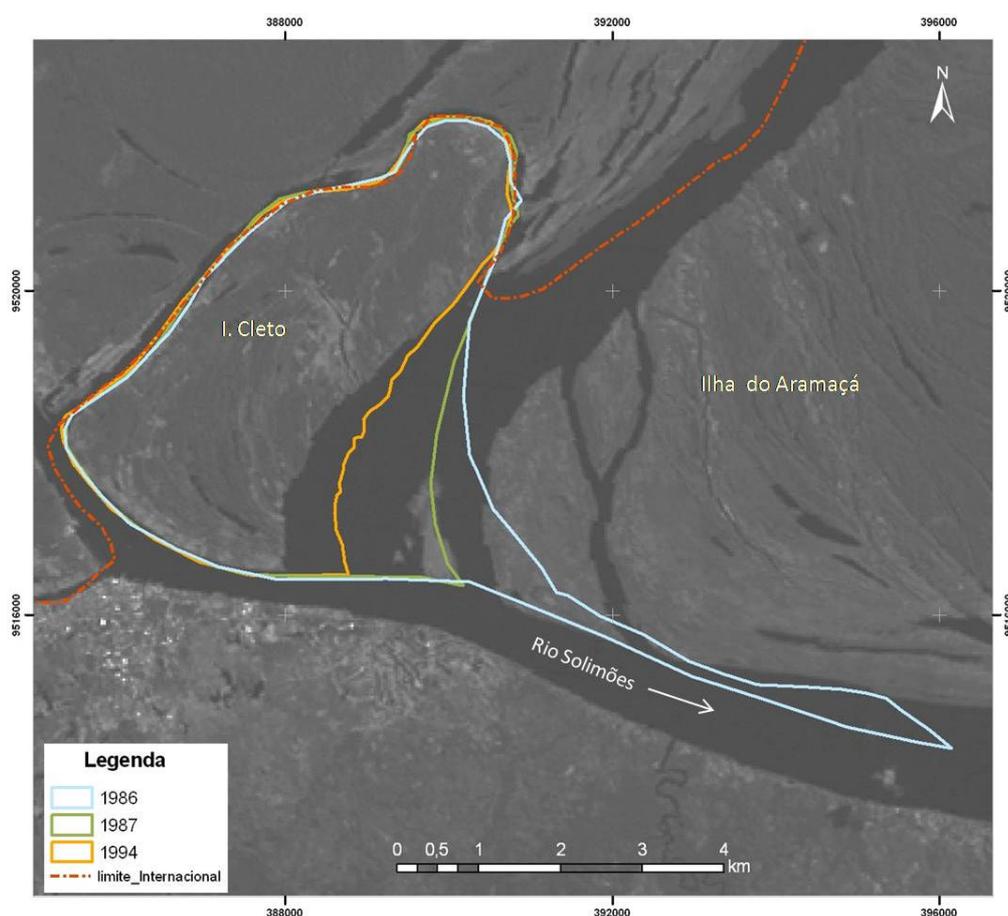


Figura 38: Imagem Landsat de 2006 destacando as formas assumidas pela Ilha do Cleto ao longo dos 20 anos estudados. Org. Deize Carneiro

Nos anos seguintes a erosão continuou, restando apenas uma das partes da referida ilha. Essa área serviu como obstáculo ao fluxo possibilitando a intensa deposição de sedimentos nesta área que mais tarde vai ser anexada a Ilha do Aramaçá.

A Ilha Aramaçá foi a que mais sofreu transformação e conseqüentemente a que mais exerceu influência no comportamento do fluxo do canal. Esses processos associados aos atuantes na Ilha do Cleto tornaram mais intensas as transformações no canal (ver figura 39).

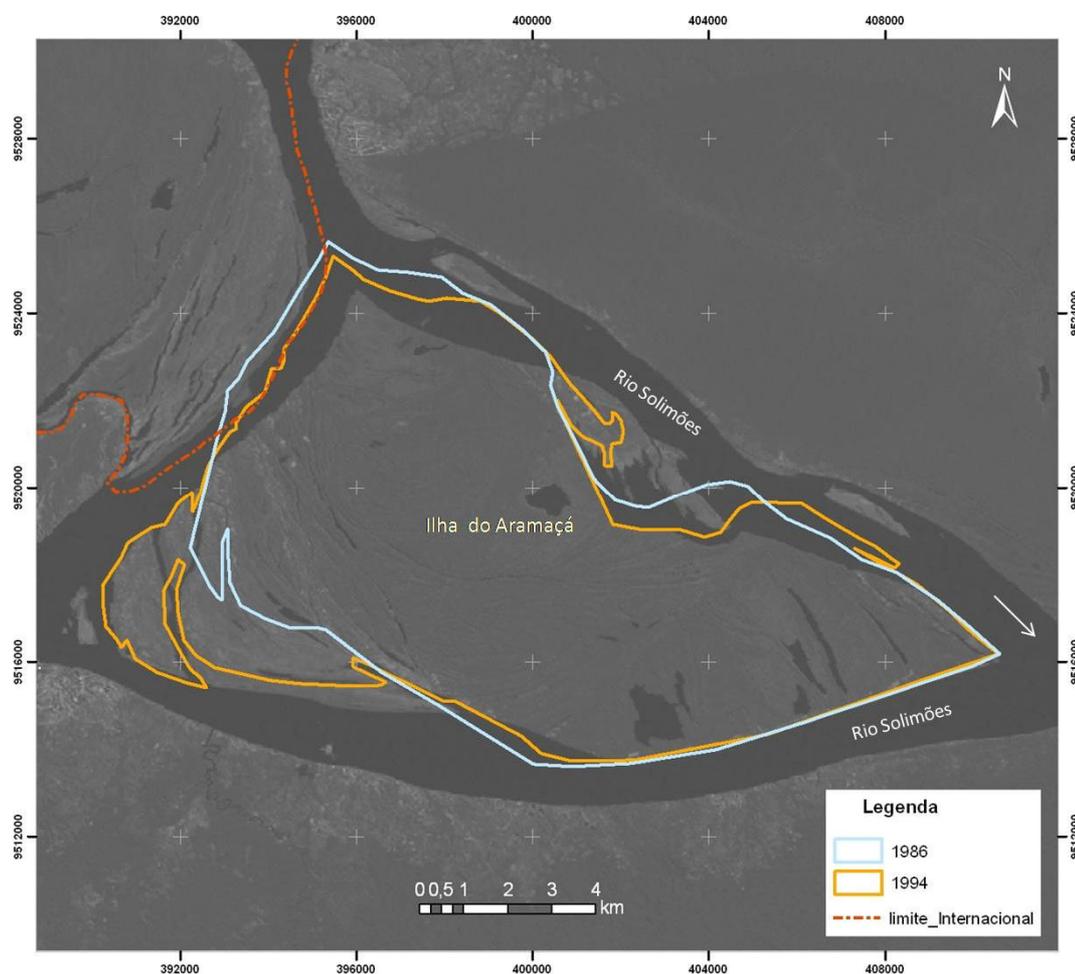


Figura 39: Imagem Landsat de 2006 destacando as formas assumidas pela Ilha do Aramaçá ao longo dos 20 anos estudados. Org. Deize Carneiro

Sobre a imagem Landsat de 2006 estão os limites da Ilha em 1986 e 1994, onde ficam evidentes as mudanças na forma e na área da ilha, tanto por deposição, observado na parte superior/sul da mesma, como por erosão, como visto mais ao norte da Ilha. Os efeitos dessas mudanças se estendem e resultam dos processos fluviais atuantes no canal.

A tabela 02 apresenta os dados sobre a variação das áreas das ilhas em cada ano (1986, 1994 e 2006), como também das áreas de erosão e deposição. Esses dados revelam

importantes aspectos da dinâmica fluvial no que se refere à perda e ganho de material nas ilhas.

Tabela 01
Variação das áreas das ilhas – 1986 a 2006

<i>Área das ilhas no período de 1986-1994</i>								
Ilhas	1986 (km ²)	1994 (km ²)	Variação		Erosão		Deposição	
			km ²	%	km ²	%	km ²	%
I. Ronda	8,27	8,51	0,24	2,90	0,12	1,45	0,71	8,58
I. Rondinha	8,66	10,70	2,04	23,55	0,35	4,04	2,53	29,21
I. Santa Rosa	2,13	2,01	-0,12	-5,63	0,40	18,77	0,49	23
I. Aramaçá	107,20	106,84	-0,36	-0,33	8,29	7,73	15,41	14,37
I. Cleto	21,28	15,14	-6,14	-28,85	5,76	27,06	1,96	9,21

<i>Área das ilhas no período de 1994-2006</i>								
Ilhas	1994 (km ²)	2006 (km ²)	Variação		Erosão		Deposição	
			km ²	%	km ²	%	km ²	%
I. Ronda	8,51	8,57	0,06	0,70	0,54	6,34	0,25	2,93
I. Rondinha	10,70	12,96	2,26	21,12	0,47	4,39	2,62	24,48
I. Santa Rosa	2,01	1,70	-0,31	-15,42	0,82	40,79	0,31	15,42
I. Aramaçá	106,84	108,18	1,34	1,25	13,33	12,47	7,49	7,01
I. Cleto	15,14	13,87	-1,27	-8,38	2,12	14	0,06	0,39

<i>Área das ilhas no período de 1986-2006</i>								
Ilhas	1986 (km ²)	2006 (km ²)	Variação		Erosão		Deposição	
			km ²	%	km ²	%	km ²	%
I. Ronda	8,27	8,57	0,30	3,62	0,66	7,98	0,97	11,72
I. Rondinha	8,66	12,96	4,30	49,65	0,82	9,46	5,16	59,58
I. Santa Rosa	2,13	1,70	-0,43	-29,18	1,23	57,74	0,80	15,42
I. Aramaçá	107,20	108,18	0,98	0,91	21,62	20,16	22,90	21,36
I. Cleto	21,28	13,87	-7,41	-34,82	7,88	37,03	2,02	9,49

Org.: Deize Carneiro, 2009.

De acordo com os dados da tabela, a evolução das áreas das ilhas não segue um comportamento comum, estando à variação mais relacionada à sua localização no canal.

A ilha do Ronda foi a que menos sofreu alterações em relação às demais. A ilha Rondinha apresenta um crescimento constante em todas as imagens, em razão dos processos de sedimentação. A ilha de Santa Rosa, por sua vez, é a mais atingida deste primeiro grupo, proporcionalmente, pela erosão e deposição.

Na ilha do Aramaçá a erosão foi maior no período de 1994-2006, sendo que as áreas acumuladas corresponderam à metade da área erodida. No período anterior (1986-1994) a situação foi inversa, pois a deposição foi superior a erosão. No caso da Ilha do Cleto a erosão foi intensa o primeiro período, porém no segundo o processo de erosão foi continuado.

5.3. Processos e formas fluviais

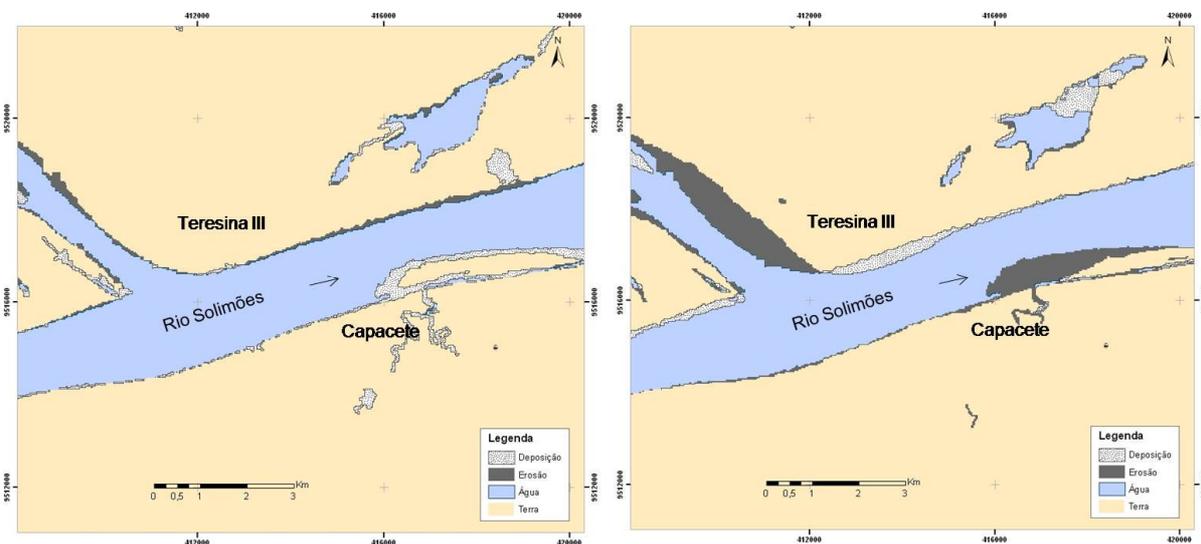
A partir das observações em campo, entrevistas com habitantes da região e da análise visual das imagens atuais, foram identificadas na área em questão diversas feições morfológicas resultantes do trabalho fluvial tanto dentro como planície fluvial, que ocorrem em grandes proporções em curto espaço de tempo.

Processos erosivos de diversos mecanismos e dimensões, conhecidos como terras caídas; Assoreamento natural dos pequenos cursos fluviais e lagos; formação de barras deposicionais; formação de Barras de Confluência; mobilidade de dunas nas áreas de deposição; Meandros abandonados; Áreas inundadas; Migração de bancos de areia; Complexos de lagos; Mudança rápida de áreas de erosão para deposição, entre outros são exemplos das feições morfológicas identificadas. As principais formas e processos identificados na área em questão foram agrupados e descritos nos seguintes itens:

5.3.1. Erosão Lateral x Deposição Lateral

A alternância em trechos do canal que ora são dominados pelas terras caídas ora pela ocorrência de feições deposicionais é são identificados à montante da ilha do Aramaçá, na margem esquerda e direita. Na comunidade Teresina III, de 1986 a 1994 o processo fluvial dominante era a erosão, onde foram registrados pelos moradores, muitos danos decorrentes

das terras caídas, inclusive a morte de uma pessoa. A partir da década de noventa, com o reajuste do canal a montante, conforme se vê nas figuras 40 e 41, os processos erosivos deram lugar à deposição de sedimentos.



Figuras 40 e 41: Trecho do rio Solimões evidenciando o deslocamento das áreas de erosão. Org.: Deize Carneiro, 2009.

Na outra margem do rio, na localidade São Francisco de Capacete, o processo se deu de maneira inversa, ou seja, no primeiro período estudado dominava a deposição de sedimentos, que deu origem a Ilha do Capacete. No período seguinte essa ilha passou a sofrer intenso processo erosivo, migrando de lugar e atualmente, praticamente inexistente. Vários pontos da área passaram por este mesmo processo.

5.3.2. Destruição x formação de lagos

Como diria Monteiro (1964), a dinâmica fluvial faz aplicar a *lei destrutiva e construtiva* da erosão lateral. Nas áreas onde a erosão é intensa ocorre eventualmente o *arrombamento* de lagos, ou seja, a destruição de lagos. Com a migração do canal por erosão lateral, o recuo das margens sobre o interior da planície ocasiona eventualmente a captura, pelo rio, de lagos e canais menores. Ao mesmo tempo, a falta de competência do fluxo em transportar esse grande volume sedimentos pode dar origem, logo a jusante a novos lagos.

Essa realidade foi constatada na Ilha do Aramaçá, que com a evolução dos processos das terras caídas na parte superior da Ilha, conforme a figura 42, houve a captura do Lago do Bruno. Simultâneo a esse processo, verificou-se a formação da *enseada* de Bom Sítio, pela deposição de sedimentos.



Figura 42: Imagem Google Earth ilustrando a avulsão do Lago do Bruno e o processo de formação de um novo lago.

5.3.3. Processos Fluviais associados a desembocaduras

As desembocaduras dos pequenos canais no rio Solimões se configuram em áreas mais sensíveis ao trabalho fluvial.

Na confluência dos rios Javari e Solimões, em períodos de água baixa, a maior profundidade do Solimões chega a 2m e grandes quantidades de aluviões depositam-se nessa área, como pode ser observado na figura 43.



Figura 43: Ilustração da deposição fluvial na confluência dos rios Solimões e Javari. Imagem Google earth, acessado em 17/07/2009.

Nos meses de setembro a novembro as embarcações maiores ficam impedidas de navegar nesta área. Como o exemplo do rio Javari, a foz de outros cursos d'água passa pelo barramento hidráulico e sedimentar do rio Solimões.

5.3.4. Meandros Abandonados

Os meandros abandonados são muito comuns nesta área, sobretudo no rio Javari, que possui um alto índice de sinuosidade. São conhecidos regionalmente com *Sacados*. De acordo com Monteiro (1964) o sacado é um dos mais complexos fenômenos de mobilidade fluvial. O trecho do Javari localizado na área de estudos apresenta mais de uma dezena de curvas de meandros abandonados como se vê na figura 44.



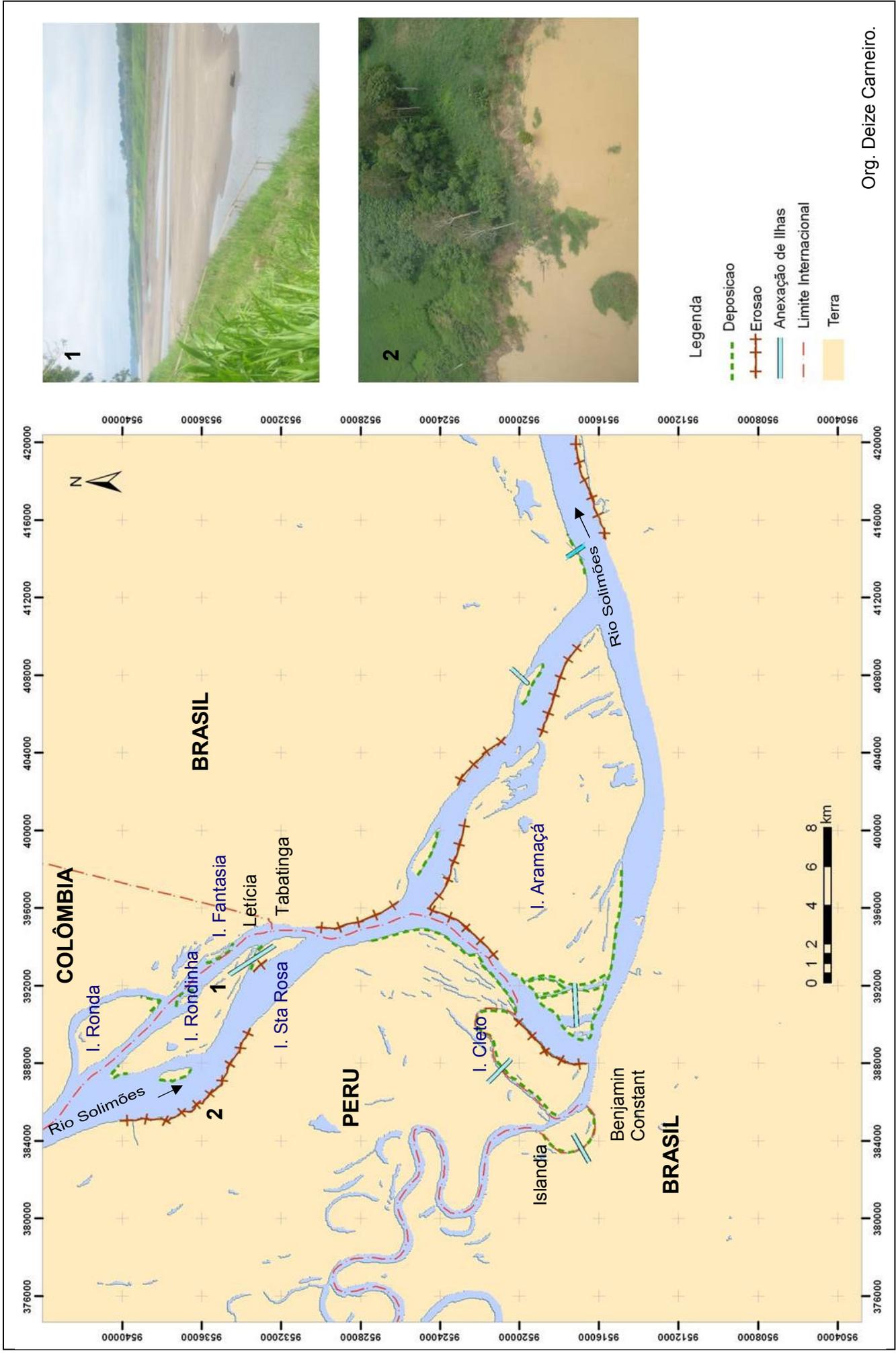
Figura 44: Meandros abandonados no rio Javari. Imagem Landsat de 1996.

A mobilidade do canal do Javari, sendo um rio fronteiro entre Brasil e Perú, é um desafio aos pelotões de fronteiras dos referidos territórios.

5.3.5. Assoreamento natural de canais e lagos

A colmatação de canais é corriqueira e se dá predominantemente com o transbordamento do canal no período de cheia, realidade comum em toda várzea amazônica. Na comunidade São José na Ilha do Aramaçá, o canal que deu origem à localidade está sofrendo intenso processo de deposição fluvial. A desembocadura do curso d'água está localizada numa área de intensa erosão, fato que facilita a colmatação, pois os diques, presença constante na borda da planície, foram erodidos e os sedimentos não encontram esse obstáculo para depositar-se na borda e passa fazê-lo no interior do canal, canal este, que já foi num passado recente o canal principal do rio Solimões, conforme a figura 45.

Figura 45: Processos e formas fluviais atuais



No período a localidade tem enfrentado sério transtorno em função da falta de água no canal que deu lugar aos sedimentos. Os processos de decantação são os principais causadores de colmatação dos lagos

5.3.6. Anexação de Ilhas ao continente e de ilhas residuais

A anexação de ilhas também se dá pela colmatação dos cursos d'água. Diversas ocorrências foram verificadas através da análise temporal e em campo. Dentes as ilhas anexadas ou em processo estão: Ilha da Fantasia, Ilha do Cleto e Islandia.

As ilhas residuais ou barras laterais foram comuns nos processos deposicionais na Ilha Aramaçá.

5.3.7. Migração do Talvegue

A migração de talvegue do rio é verificada no rio Solimões, no rio Javari e em pequenos cursos.

Em 1986 o canal principal do rio Solimões que se localiza mais ao sul passou a ser a norte, onde estava o Paraná do Aramaçá. A erosão da Ilha do Cleto, além de ter deslocado a foz do rio Javari para montante, gerou também uma mudança no fluxo dessa área que possivelmente desencadeou processos deposicionais ao longo canal diminuindo da profundidade do mesmo, dificultando o fluxo e a navegação fluvial. Em 1994 o talvegue do Solimões passou a ser no antigo Paraná do Aramaçá.

5.3.8. "Suscetibilidade" do fluxo a deposição a qualquer resistência

Os depósitos fluviais são os principais fatores de resistência ao fluxo nesta área, porém, pelas observações em campo constatou-se que outros obstáculos, pequenos ou grande, de diferentes naturezas, permanentes ou não, também contribuem com esse papel. Dentre os obstáculos identificados estão: árvores e troncos de diversas dimensões, blocos de terras

oriundas das terras caídas, embarcações naufragadas e resíduos de construção civil e domésticos.

Um pequeno obstáculo é suficiente para iniciar um processo deposicional num curto intervalo de tempo, em função do grande volume da água, que mesmo com pouca velocidade detém grande energia.

5.3.9. Processos fluviais e efeitos meteorológicos

Os efeitos dos temporais e ventos sobre o fluxo potencializam os processos fluviais e geram depósitos eólicos. Os efeitos do clima para as terras caídas foram sistematizados por Carvalho (2006), porém os ventos também exercem influencia sobre a forma das dunas presentes nas barras arenosas e na disposição do depósito em si. Ou seja, por ação eólica os sedimentos são suspensos e depositados em outra área próxima ao banco.

Apesar de ter sido possível registrar o evento, de alguma forma, tal realidade foi presenciada em campo, conforme figura 46 e confirmada nas entrevistas.



Figura 46: Transporte eólico de sedimentos em bancos de areia. Foto: Deize Carneiro, 2008

Considerando tudo o que foi exposto neste capítulo, constata-se que a análise multitemporal de imagens de satélite auxiliada pelos dados fluviométricos e observações em campo trouxe contribuições relevantes para a caracterização dos processos fluviais deste trecho do rio Solimões/Amazonas, onde padrões do canal e das ilhas ganharam outra configuração nos dois períodos estudados.

Ficou comprovado que a morfodinâmica fluvial do rio Solimões atinge grandes áreas, ocorre com grande rapidez e é constante. O conhecimento dessa dinâmica e a mensuração da mesma são de grande relevância para organização do espaço nesta área, considerando a complexidade e fragilidade desse ambiente.

Diante dos dados adquiridos a partir da análise temporal para 1986 a 2006, dois aspectos valem ser destacados: o primeiro se refere ao potencial da utilização de imagens de satélite para auxiliar na identificação dos efeitos morfológicos das alterações do fluxo e segundo, sobre os efeitos do fluxo em si, ou seja, como pequenas alterações no fluxo são responsáveis por consideráveis transformações no canal do rio Solimões.

6. IMPLICAÇÕES DA DINÂMICA FLUVIAL DO RIO SOLIMÕES PARA ATIVIDADES SOCIOECONÔMICAS

*“Amazônia, Amazônias (...) muitas delas contraditórias entre si.
Há que se optar por aquelas que tornem possível uma vida melhor...
Habitar esses espaços é um desafio à inteligência,
À conviver com a diversidade.”*

Gonçalves, 2005.

A dinâmica fluvial do trecho do rio Solimões, analisada no capítulo anterior, apresentou características bem particulares, com intensidades dimensionais adequadas à escala do sistema fluvial da maior Bacia Hidrográfica do planeta. Tal dinâmica natural, considerando a dimensão humana, exige certa desenvoltura por parte das populações que habitam essa área, para lidar com as adversidades inerentes a utilização dos recursos do rio Solimões/Amazonas.

Nesta perspectiva, foram levantadas junto aos principais sujeitos envolvidos, as implicações da dinâmica fluvial para o exercício das principais atividades socioeconômicas da área de fronteira Brasil, Colômbia e Peru. Em função da falta de registros históricos, seja por parte dos órgãos competentes quanto por parte das populações tradicionais, não foi possível fazer uma relação temporal direta entre as mudanças morfológicas constatadas a partir da análise multitemporal, vista no capítulo anterior, com as implicações ora apresentadas. Contudo, tais implicações estão totalmente em sintonia com os efeitos causados pelos processos fluviais do rio Solimões (vide figura 47).

Localização das Implicações Socioeconômicas

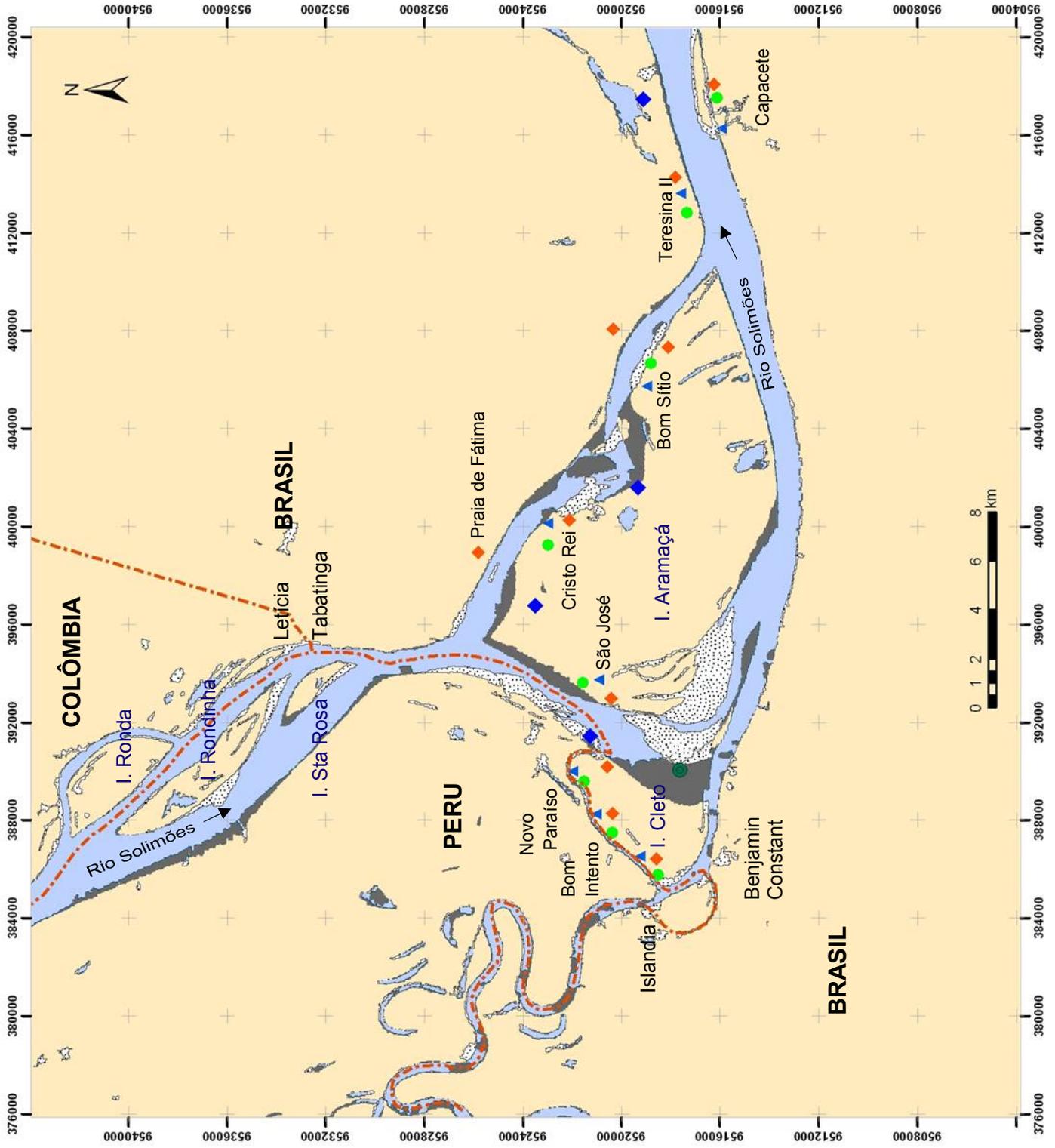


Figura 47: Localização das implicações socioeconômicas. Org. Deize Carneiro e Luiza Pimenta, 2009.

Nesta figura tem-se a localização das áreas onde foram identificadas as implicações da dinâmica fluvial do rio Solimões para as atividades socioeconômicas, onde é possível visualizar a correspondência das margens do canal dominadas pelos processos e formas fluviais com a localização das atividades socioeconômicas.

Conforme se observa praticamente toda a área de estudos é “afetada” pela dinâmica fluvial, e como as comunidades localizam-se nas margens do rio, estão sujeitas ao regime do mesmo. Constata-se então, a sobreposição e disposição das atividades na área, sendo o rio a principal via de circulação, comunicação e meio de subsistência.

As atividades socioeconômicas, “condicionadas” direta ou indiretamente por alguma influência da dinâmica fluvial, foram sistematizadas e agrupadas em cinco grupos. São eles: Implicações para Moradia, Implicações para Agricultura, Implicações para as atividades pesqueiras, Implicação para circulação/transporte fluvial e terrestre e Implicações para as atividades desenvolvidas por Instituições ligadas a gestão do Território.

6.1. Implicações para Moradia

A influência da morfodinâmica fluvial para a moradia é percebida em muitos aspectos, seja no que se refere à arquitetura das residências, ou na localização das mesmas, tanto em áreas urbanas como nas áreas rurais.

A história de ocupação na Amazônia explica a localização das cidades ao longo dos principais rios, as quais se fixaram estrategicamente na desembocadura de tributários do rio Solimões/Amazonas. Ao analisar dados espaciais de diferentes aspectos, sejam sociais, políticos e fisiográficos, percebe-se que há uma sobreposição de redes distintas que se entrelaçam em pontos comuns, que nesta área de estudo, é geralmente definido pelo quadro natural, hidrográfico. De um lado, tem-se a mais densa e rica rede de drenagem conhecida, e de outro, uma rede de cidades e localidades que se dispuseram ao longo desses caminhos fluviais, formando um padrão de rede urbana dendrítica.

Na figura 48, a seguir, verifica-se a migração do canal do Rio Solimões no sentido sul, margem direita, onde se encontram formações mais antigas, como a Formação Iça e a Formação Solimões. Já na margem norte tem-se os sedimentos Quaternários inconsolidados dos Depósitos Aluvionares que formam a planície Amazônica.

Nessa área, chama a atenção o fato da maioria das cidades concentrarem-se na margem direita do Rio, justamente a margem que possui o maior número de tributários e também por ser uma área de topografias mais elevadas. Isto evidencia um “planejamento” prévio de povoamento, bem como o conhecimento que os moradores detêm em relação à influência da dinâmica fluvial do rio Solimões onde a hidrografia, geologia e geomorfologia são levadas em consideração na escolha do sítio urbano ou moradia. Tal realidade é constatada na área de estudos.

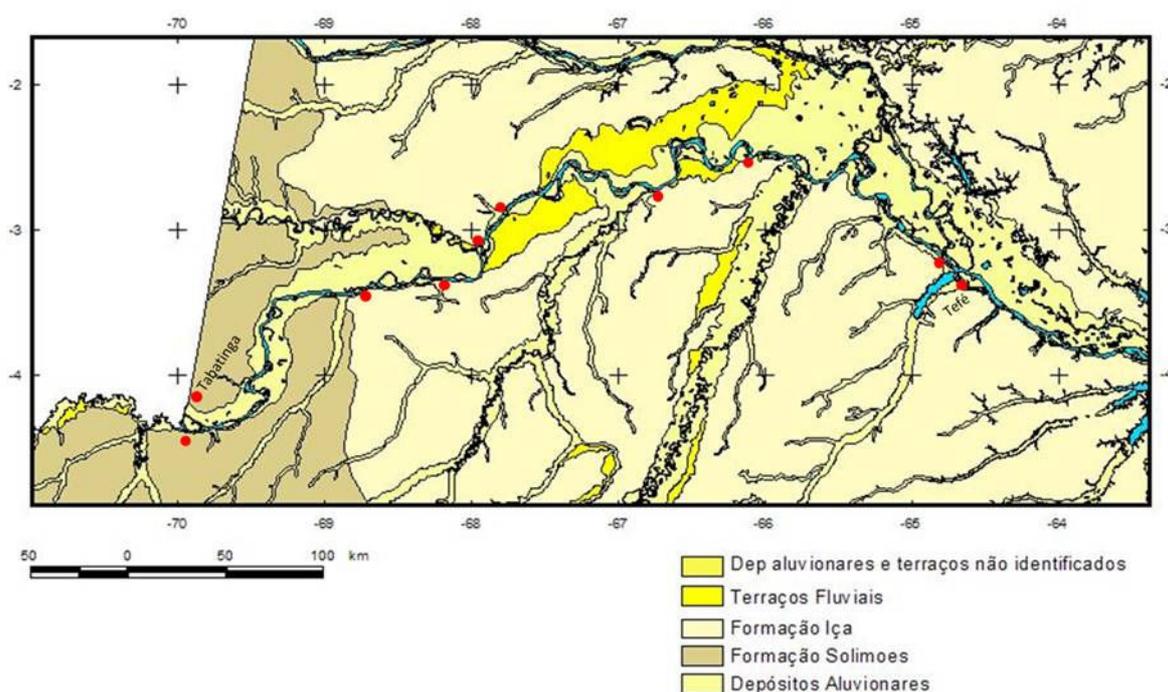


Figura 48: Formações Geológicas do Alto Solimões e a localização das cidades. Fonte CPRM. Org: Deize Carneiro.

Tendo em vista as implicações da dinâmica fluvial, as comunidades tradicionais escolhem e valorizam os sítios mais adequados para fixar moradia, onde é possível conviver com as enchentes. Contudo, a escolha prévia da área não os isenta dos efeitos do trabalho fluvial, pois com a morfodinâmica atual intensa, o rio Solimões/Amazonas muda a configuração do canal em curto espaço de tempo. O arrombamento da superfície côncava de um meandro, abandonando um trecho do canal ou a fixação de um banco de areia, muda totalmente a direção do fluxo a jusante e muitas vezes desencadeiam intenso processo erosivo numa área antes dominada pela deposição, não importando a constituição do embasamento.

Diante disso, a alternativa é ajustarem-se as mudanças do rio, como fazem muitos moradores ao optarem por morar em casas flutuantes, pois assim a casa segue literalmente a dinâmica do rio, como visto nas figuras 84 e 49. Ou ainda, constroem casas suspensas 2m do solo, além das inúmeras técnicas desenvolvidas para afastar as casas sem desmontá-las.



Figura 48 e 49: Moradias adaptadas à dinâmica fluvial. Fotos: Deize Carneiro, 2006 e Felipe Santana 2009.

Dentre as implicações para as moradias na área de estudos estão: a construção/reconstrução de casas, a mobilidade das localidades e as perdas materiais.

Nas áreas atingidas por erosão, com o recuo da margem do rio, os moradores são obrigados a afastar suas casas para o interior. Eles próprios acompanham as evidências dos processos erosivos, percebem as áreas mais susceptíveis, transferem suas residências, desmontam e as reconstróem em lugar “seguro”. No caso das áreas atingidas pela deposição, a transferência se dá para a “terra nova” mais próxima do rio.

No caso da erosão lateral, como pode ser observado na figura 50, destaca-se a trajetória de mudança da Comunidade Cristo Rei, que em função da erosão lateral promovida pelo rio Solimões na parte superior da Ilha do Aramaçá, os moradores foram levados a transferirem-se quatro vezes no período de 1986 a 2006, sendo que outras mudanças já haviam ocorrido.

De acordo com os moradores da área, em média, de seis em seis anos os espaços comuns da localidade como escola, igreja, campo de futebol e residências são transferidos de lugar para evitar maiores danos. A comunidade se organiza e transfere as residências na forma de mutirão, em alguns casos contam com o apoio de órgãos de assistência técnica.

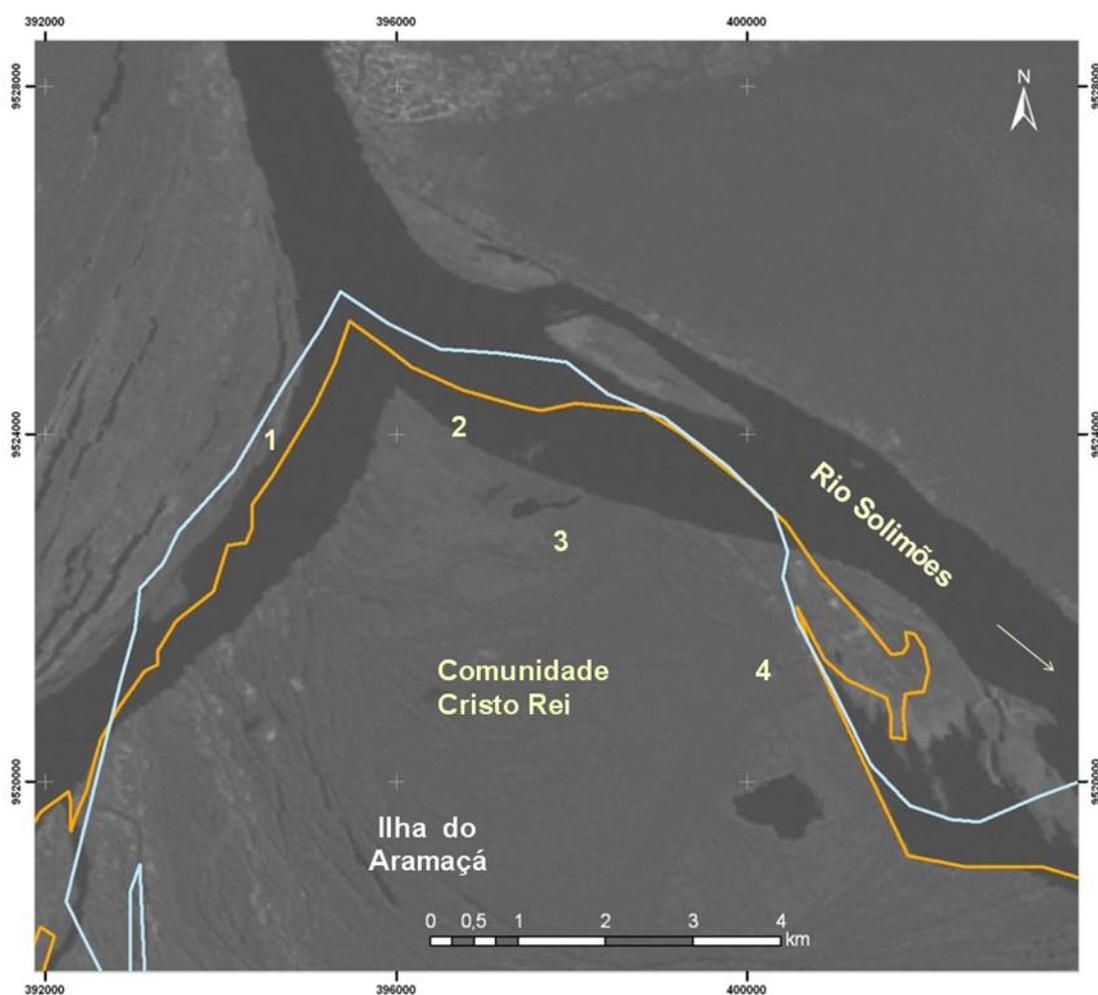


Figura 50: Trajetória de mudança da Comunidade Cristo Rei, conforme entrevista realizada em agosto de 2008. Org. Deize Carneiro.

Quando não é possível observar as evidências do processo, o fenômeno das terras caídas se dá de forma abrupta não deixando possibilidade para transferência das casas. É o caso do período de cheia e dos eventos sismogênicos. Essa situação aconteceu com uma moradora da comunidade Teresina III, onde um grande bloco de terra contendo a casa e parte do Sítio com produção agrícola se despreendeu do continente e seguiu o fluxo, como uma ilha

flutuante. Conforme o relato de um morador de 62 anos, *“A casa da minha mãe caiu toda junto com o barranco. Era de noite, tava tudo alagado aí só deu pra tirar a farinha, algumas coisas... Tava tudo alagado, no fundo e não deu pra ver que o barranco ia cair”*.

Atualmente, a margem da comunidade Teresina III está sob domínio da deposição, onde uma extensa barra lateral se desenvolve rapidamente. Essa mudança morfológica é acompanhada pelos moradores, que por sua vez, registram as mudanças, expressam sua opinião e explicam, a partir do seu conhecimento empírico, crenças e mitos, as causas das mudanças.

Das 14 pessoas entrevistadas nesta comunidade, 12 levantaram questões ligadas às vantagens e desvantagens de morar em margens dominadas por erosão ou deposição, sendo a praia a melhor opção, conforme relata um dos moradores: *“Pra mim, essa praia é um presente de Deus que quis ver a melhoria do sofrimento do povo e mandou a praia... Com a queda de barranco, a gente nem consegue dormir direito... Até pra tomar banho fica difícil... Tinha que dá banho nas crianças em terra... O barranco caindo toda hora fez as pessoas ir embora e agora tão voltando por que tem a praia.”*

A Ilha do Cleto, fortemente atingida pela erosão, como visto no capítulo anterior abriga 05 comunidades, sendo 02 indígenas e 03 não indígenas. As comunidades hoje localizadas no Paraná do Cleto: Bom Intento I, Boa Vista, São Francisco, Bom Intento II e Novo Paraíso também passaram por esse processo de mobilidade. Devido a erosão, as comunidades presentes foram migrando para o interior. Com a rápida redução da área da Ilha, em oito anos houve a necessidade da intervenção dos órgãos competentes para gerenciar a situação das então três comunidades. Ao mesmo tempo em que a erosão aumentava na margem do Solimões, o Paraná do Cleto foi sendo assoreado, pois com o barramento hidráulico e sedimentar na saída do Paraná o fluxo tomou o sentido contrário, passando por um processo semelhante a um meandro abandonado. Pela intervenção dos órgãos competentes que demarcaram a terra indígena, as comunidades não indígenas passaram a ocupar as margens no Paraná do Cleto, nesse processo de mudança essas comunidades se dividiram, formando hoje 05 comunidades. O processo de assoreamento do Paraná do Cleto continua expondo os moradores ao isolamento, conforme a figura 51.

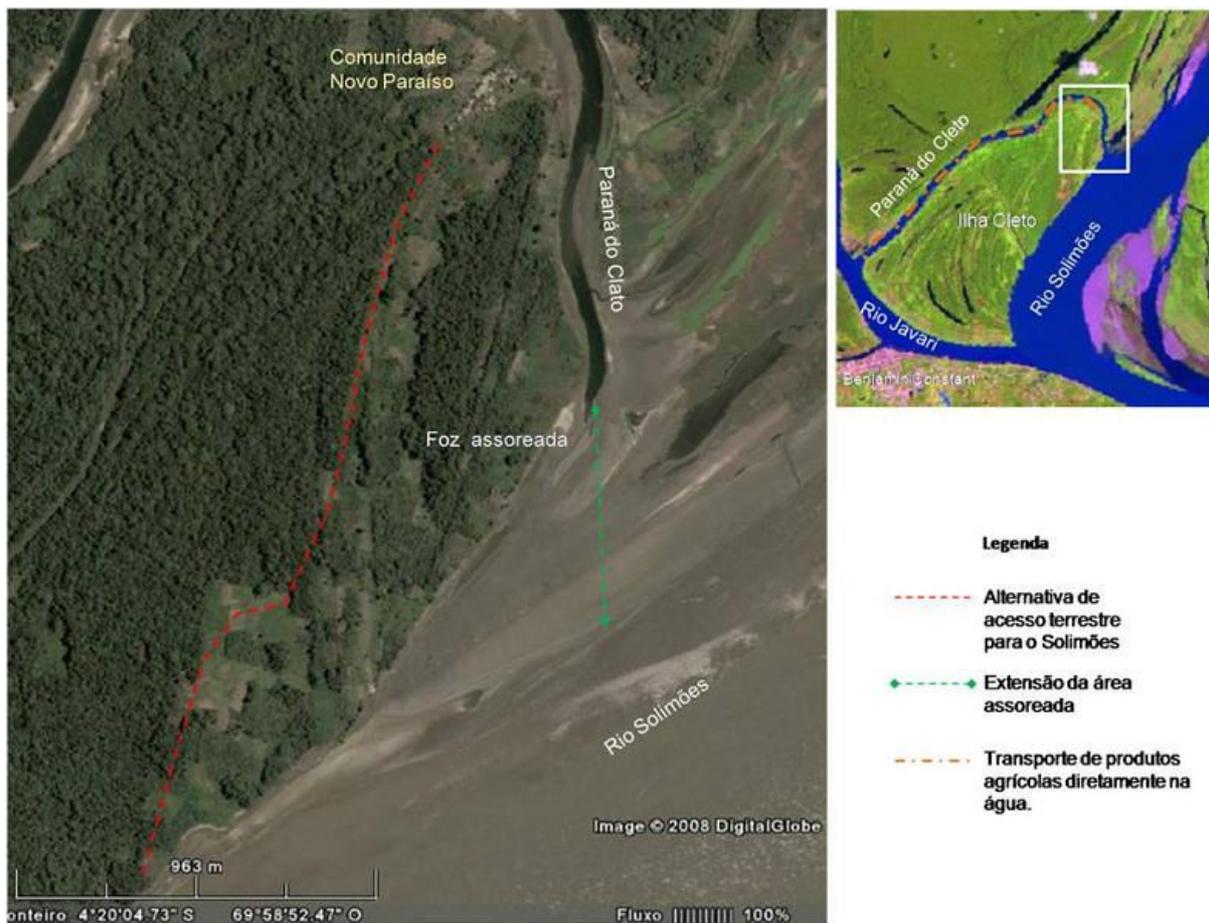


Figura 51: Implico da deposio fluvial na foz do Paraná do Cleto para a Comunidade Novo Paraíso. Imagem Google Earth acessado em 10/12/2008 e imagem Landsat 1994.

Pontualmente, como efeitos das mudanças morfológicas do Solimões relacionados a moradias, têm-se:

- ✓ As perdas materiais diretas das moradias;
- ✓ O custo para transportar ou reconstruir as casas;
- ✓ A perda de objetos e utensílios domésticos em geral;
- ✓ O desânimo apontado por muitos moradores como causa de xodo rural, e incontáveis perdas materiais;
- ✓ Perdas dos laços com os lugares anteriores por parte das novas geraes, como no caso da Fortaleza de São Francisco Xavier de Tabatinga, levado pelas águas em 1932. Contudo, também se verificam fortes laços de comunidade que mantm unidas essas localidades em constante “migrao” e, de certa forma, possibilita uma tradio ligada  mobilidade do rio Solimões.

6.2. Implicações para Agricultura

O transbordamento do rio Solimões/Amazonas garante anualmente a fertilidade dos neossolos flúvicos que compõem a planície amazônica. Esta unidade geomorfológica é considerada como um importante meio para a produção agrícola de subsistência. Logo, a própria várzea é considerada aqui como um fator morfodinâmico que implica no ordenamento territorial da região em estudos, pois é nela que se desenvolve em grande parte a rotina dos Amazonidas.

Dentre as implicações identificadas estão:

✓ O aproveitamento que as comunidades tradicionais dão a todas as vantagens deixadas pelo rio, tentando também, tirar proveito positivo das adversidades do meio. Um exemplo é o caso da extração de madeira, em que o período de vazante serve para derrubar as árvores necessárias ao uso próprio, enquanto no período de cheia é feito o transporte, pois as arvores são retiradas do interior da floresta juntamente com o fluxo das águas altas.

✓ A forma de uso agrícola dos bancos de areia para a produção de feijão, arroz, melancia entre outros. O transbordamento do rio além de fertilizar o solo também é apontado como um “herbicida” natural removendo as pragas;

✓ O prejuízo da produção agrícola causado por diversos fenômenos fluviais, tais como, as grandes cheias e grandes vazantes, pelo fenômeno das terras caídas e pelos processos de colmatação.

Nas áreas atingidas pelas terras caídas, independente do período sazonal, ocorre a perda direta da produção agrícola. Com os desmoronamentos, vai junto com os sedimentos, além da floresta nativa, todo o cultivo da área afetada. Em alguns casos os cultivos provêm do financiamento de órgãos estatais que, somados a falta de assistência técnica e o conhecimento dos produtores, causa um prejuízo ainda maior porque o produtor se vê obrigado a pagar uma produção perdida. São inúmeros os relatos sobre a perda de produção agrícola na área de estudos.

Nas áreas com domínio da sedimentação, sobretudo no período de vazante, o prejuízo na agricultura acontece pela dificuldade de escoamento da produção e do embarque e desembarque da produção. Essa realidade foi constatada na comunidade Novo Paraíso, pois, com o assoreamento do canal, os produtos agrícolas são transportados diretamente na água,

ou seja, sem a utilização de barco ou canoa, como por exemplo, as melancias que seguem o fluxo no sentido do rio Javari, para depois serem resgatadas e encaminhadas para Benjamim Constant.

6.3. Implicações para as atividades pesqueiras

Assim como na agricultura os efeitos da dinâmica fluvial também se fazem presentes na vida dos pescadores artesanais. Utilizando seu conhecimento empírico, tradicional, os ribeirinhos compreendem a dinâmica fluvial, acompanham o regime do rio diariamente e sabem informar em centímetros o quanto encheu, vazou e quando ocorre um *repiquete*, sem a utilização de régua linimétrica. Eles conhecem os limites da natureza, entendem o processo reprodutor dos peixes e respeitam as épocas do ano nas quais não se deve pescar.

Dentre as implicações apontadas pelos pescadores entrevistados, destacam-se as perdas materiais: malhadeiras, tarrafas, remos e até canoas são prejuízos apontadas pelos pescadores como consequência da erosão lateral. De acordo com os relatos, a utilização do anzol é o utensílio mais indicado para a pesca nessas áreas, pois no caso de um episódio de erosão as perdas serão menores. No entanto, existe o risco de vida aos pescadores, pois o uso dessa ferramenta exige uma proximidade mínima e, na ocorrência de um evento, não haverá muito tempo para o pescador se afastar, resultando em perdas materiais e até da própria vida.

Nos trechos onde ocorre erosão, conhecido como enseada, é comum a concentração de cardumes, pois os peixes se alimentam dos resíduos trazidos da floresta com os desmoronamentos. Logo, essas áreas são estratégicas para a pesca, porém, expõem o pescador aos riscos inerentes ao fenômeno das terras caídas.

Os peixes também são atingidos diretamente num evento de erosão da margem. Em muitos casos os peixes são transportados para terra, levados pela onda que se forma após o deslocamento/queda de um grande bloco de terra.

Outra situação levantada é a perda dos lagos. Com o recuo do barranco o rio arromba o lago e os peixes que ficaram presos após a enchente são liberados, ou então a água é retirada e ocorre a mortandade de peixes. Essa situação aconteceu nos lagos da Ilha do Cleto e no Lago do Bruno, na Ilha do Aramaçá. De acordo com os moradores da Comunidade Cristo Rei, até a década de noventa, o referido lago abastecia a cidade de Tabatinga, mas

com a aproximação do rio ao lago, os peixes foram morrendo e sumindo. Esse acontecimento gerou um período de carência que obrigou os pescadores a buscarem outras áreas na medida em que o Lago do Bruno ia assoreando e se anexando ao rio. Enquanto isso, as terras retiradas dessa margem e das áreas de montante iam sendo depositadas mais a jusante dando origem a uma nova ressaca, próxima a Comunidade Bom Sítio, favorecendo a concentração dos peixes. Atualmente é essa ressaca que abastece as cidades de Tabatinga, Benjamim Constant e Letícia.

6.4. Implicação para circulação/transporte fluvial e terrestre

A circulação de pessoas e cargas na tríplice fronteira também é condicionada pela dinâmica do rio, visto que as vias fluviais são o principal meio de transporte da região.

Juntamente com a variação sazonal, as distâncias também são alteradas, ou seja, dependendo do período do ano leva-se mais ou menos tempo para se percorrer o mesmo trajeto. Isso se dá em função da grande amplitude do nível do rio que na área em estudos é de aproximadamente 10m em média. Neste trecho, no período de cheia, o canal adquire um padrão levemente sinuoso, quase retilíneo, onde os canoeiros, ribeirinhos, comandantes e práticos têm uma grande liberdade para circular no rio. Já na vazante, a menos 10 metros de água, o fluxo se dá no leito de vazante, que apresenta um padrão de canal extremamente sinuoso em decorrência dos bancos de areia, condicionando os navegantes a circularem sempre no talvegue do rio para evitar naufrágios ocasionados pela colisão com os troncos das árvores ou bancos arenosos. Essa situação exige mais atenção e tempo para navegar do que no período de águas altas. De acordo com os pilotos e passageiros dos Barcos “Expresso” que fazem o trajeto de Benjamim Constant a Tabatinga, no período de seca, há uma diferença de 10 minutos a mais no trecho BC-TBT e 08 minutos de TBT-BC, em média. Nesse mesmo trecho, no período de cheia, o percurso é feito em 25 minutos e 20 minutos, respectivamente.

É grande o fluxo diário de pessoas que utilizam os barcos expressos porque são mais velozes, apesar de conviverem, no período de vazante, com o risco de terem que sair da embarcação para ajudar a desencilhá-la quando, acidentalmente, a mesma sobe em um banco de areia. O número de pessoas aumenta, porque nos meses de setembro e outubro os barcos maiores não conseguem mais navegar nesse trecho específico, em razão do intenso assoreamento, pois o canal apresenta-se anastomosado. É um desafio para o piloto desviar dos

bancos e troncos, uma vez que essas embarcações são desprovidas de equipamento de sonar, por se tratar de barcos baixos, o que os impossibilita de referenciar os bancos com antecedência.

Esse mesmo trajeto Benjamin Constant – Tabatinga antes das mudanças morfológicas constatadas pela análise multitemporal do capítulo anterior era bem mais longo, como se vê na figura 52.

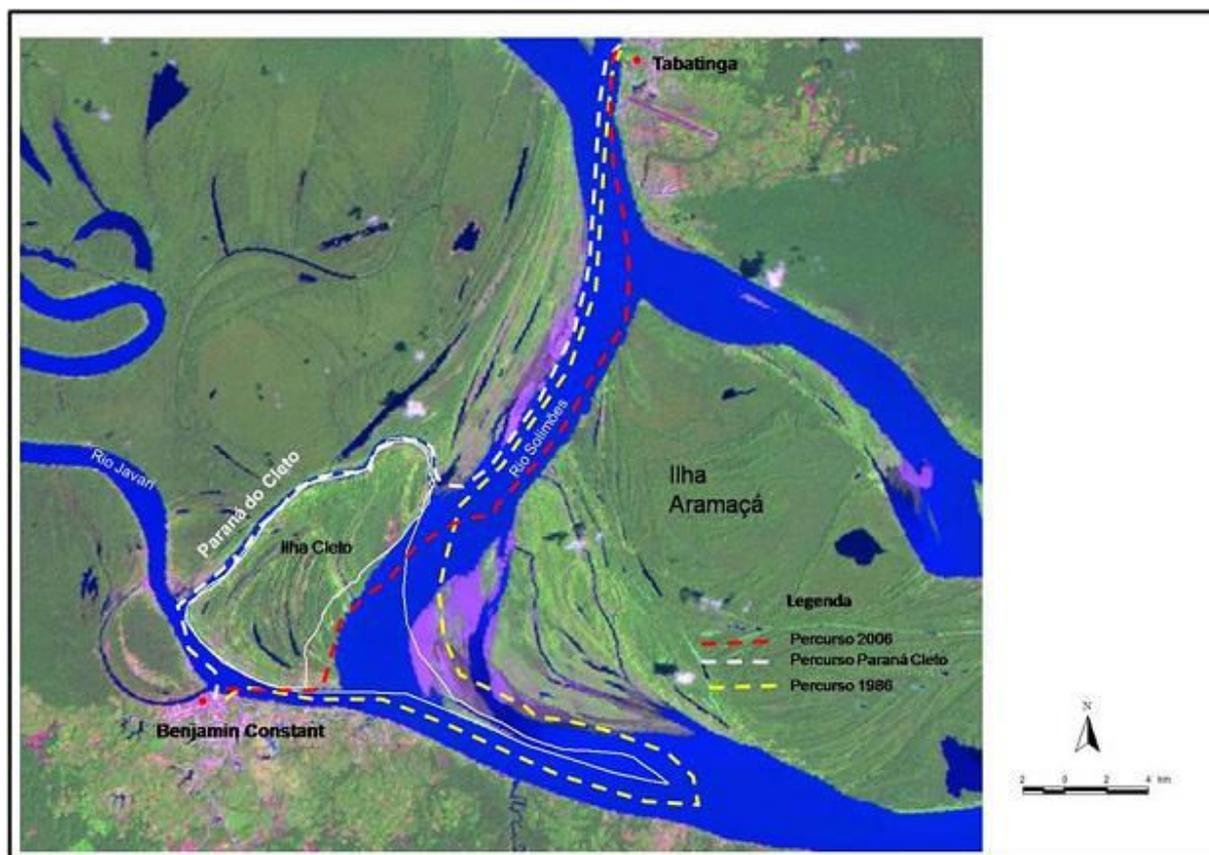


Figura 52: Diminuição do trajeto entre Tabatinga e Benjamin Constant. Org.: Deize Carneiro.

O trajeto feito pelo rio Solimões em 1986 era de 34km, sendo o percurso mais curto realizado pelo Paraná do Cleto cerca de 24 km. Atualmente o Paraná do Cleto não é mais navegável, somente para canoas no período de cheia do rio e o trajeto é feito pelo rio Solimões, 21km, porém no período de vazante somente as pequenas embarcações conseguem navegar.

As embarcações que se destinam para Manaus passam a não fazer mais escala em Benjamin Constant e com isso os passageiros precisam ir para Tabatinga. Ao longo do

percurso para Manaus, que se dá em 04 dias no percurso Tabatinga-Manaus e 07 dias de Manaus-Tabatinga, outras cidades ficam isoladas e as pessoas são resgatas em lanchas menores. É por meio dessas embarcações que se faz o transporte de suprimentos para o abastecimento das cidades ao longo da calha do Solimões e com a vazante as cidades situadas em trechos do rio com domínio de deposição ficam prejudicadas.

Dentre as implicações negativas para a navegação apontadas pelos Práticos e Comandantes dos Barcos de Recreio, estão:

- ✓ O perigo que as “praias” e troncos representam, o aumento do percurso;
- ✓ O aumento do tempo de viagem;
- ✓ A falta de sinalização;
- ✓ A falta de política pública pra minimizar os prejuízos e o tempo que se perde quando os barcos encalham, cerca de um a três dias;

Para os passageiros, o tempo que se perde também traz inúmeras conseqüências, sobretudo relacionadas com os compromissos pessoais e profissionais.

Para as comunidades tradicionais, os efeitos estão associados à dificuldade de acesso aos portos, transporte da produção agrícola e, sobretudo, para a rotina das escolas. Geralmente, as escolas localizam-se na sede de uma Comunidade e os alunos utilizam um Barco Escolar. No período da vazante as crianças são obrigadas a percorrer quilômetros de casa até o porto onde pegam o barco, nos casos do turno diurno esse trajeto é feito ainda na madrugada e no turno vespertino voltam já à noite. Mesmo com a mudança do horário das aulas, em alguns lugares a situação é insustentável. Uma tentativa de solução é a elaboração de um calendário especial, porém, o conteúdo programático fica reduzido e a qualidade da educação prejudicada.

Com uma dinâmica intensa e constantemente rápida os órgãos competentes enfrentam grandes dificuldades para a realização do balizamento e cartas náuticas fazendo-se necessários maiores estudos e busca de tecnologia adequada para os rios de águas brancas.

6.5. Implicações para as atividades desenvolvidas por Instituições ligadas à gestão do Território

O rio Solimões e os pequenos cursos d'água são as principais vias de circulação nesta área, logo todas as atividades desenvolvidas pelas instituições públicas, privadas, religiosas e ONGs estão de alguma forma condicionada às peculiaridades do sistema fluvial.

Uma das principais instituições que atuam na área são os órgãos de Assistência Técnica - ATER, e de acordo com os mesmos a época de maior demanda por assistência técnica se dá na vazante, período em as terras férteis da planície estão disponíveis. O custo benefício das atividades dos técnicos em relação ao período sazonal não apresenta variação considerável, porém o desgaste físico dos técnicos é maior no período de vazante, tanto pela demanda de atendimento como pela dificuldade de acesso a casa dos produtores. Para outros órgãos o custo varia consideravelmente com sazonalidade, pois além das maiores distancias a serem percorridas, há também o aumento no custo da manutenção dos equipamentos que, volta e meia, são atingidos por troncos de arvores.

O fenômeno das terras caídas é apontando como causa de desânimo entre os técnicos e produtores rurais, pois trabalham sempre na iminência de perderem a produção. Quanto ao trabalho dos técnicos, verifica-se que seria mais eficiente se houvesse uma política de ATER específica para a Amazônia, em que as especificidades da região fossem levadas em consideração, evitando ou compensando o desgaste a que está submetida. Os órgãos de ATER contribuem na medida do possível para a minimização dos prejuízos para os produtores, fazendo laudos técnicos quando da perda da produção por terras caídas, como também dando apoio para a retirada dos pertences e moradores em eventos catastróficos, como foi o caso das Comunidades Praia de Fátima e Vila Nova.

Outras instituições que atuam na área como, FUNASA, IBAMA, Instituições Religiosas e Órgãos de Defesas enfrentam os desafios da morfodinamica do rio. Percebe-se a necessidade por parte desses órgãos de uma contribuição e sistematização do conhecimento acerca dos processos fluviais a fim de aperfeiçoar a prestação de serviços às comunidades tradicionais.

Para Marinha, a convivência com as características do rio é constante. Todos os pormenores ligados à navegação afetam as suas atividades direta ou indiretamente. De acordo

com os oficiais da instituição, quando é necessário fazer uma missão para áreas mais distantes, no período de vazante, é contratado um Prático da região ou então é feito um levantamento com os ribeirinhos da área para conhecimento das condições do rio naquele período. Como a morfodinâmica do rio é intensa em curto espaço de tempo, as Cartas Náuticas desatualizam-se rapidamente, tornando-se inviável a atualização, visto que demanda tempo e grande quantidade de pessoal para realizá-la. Muitas vezes, mesmo antes da conclusão do mapeamento, o trabalho já fica desatualizado. Contudo, admite-se a grande importância do documento, pois de posse dele, os próprios navegantes fazem a atualização sobre o papel. Como pôde ser constatado, também a Marinha do Brasil se apóia no conhecimento tradicional para o exercício de sua função.

As evidências históricas da presença das forças armadas na tríplice fronteira não resistiram à evolução morfodinâmica do rio, muitas delas inclusive “encontram-se preservadas” no fundo do canal do rio Solimões. De acordo com Coronel do 8ª Batalhão de Infantaria na Selva, Ten. Cel. Elcio, em entrevista realizada em 03/09/2008, as dependências de dois Batalhões já foram levadas pelo rio através do processo das terras caídas em Tabatinga. O Forte de São Francisco Xavier, localizado a 4° 13' 51"S e 69° 56' 33"W, rendeu-se em 1932 a força fluvial e suas ruínas estão no fundo do rio. Em um dos períodos de vazante rigorosos um dos canhões que compunham o arsenal do Forte foi resgatado e encontra-se exposto na frente do 8ª Batalhão de Infantaria na Selva de Tabatinga. A história da cidade de Tabatinga está vinculada à presença das forças Armadas na região, porém pouco restou do que deveria compor o patrimônio histórico da cidade.

No caso das atividades do Exército as implicações se voltam para a questão dos suprimentos, que com as adversidades decorrentes das águas baixas, a rotina precisa se ajustar a um possível atraso ou falta de suprimentos no caso de um dos equipamentos encalharem. Como também pelo custo associado à adequação das embarcações as condições do ambiente fluvial amazônico, fato que não é comum a todos os Batalhões de fronteira no Brasil.

Quanto às implicações verificadas nos três centros urbanos da área, estas estão ligadas, sobretudo, ao embarque/desembarque e circulação das pessoas em decorrência da erosão/deposição e transbordamento fluvial. Como esses centros localizam-se nos confins dos três países, o abastecimento das cidades está sujeito aos atrasos ligados a sazonalidade do rio.

- Em Tabatinga-BR uma das principais preocupações são a erosão e deposição na frente da cidade, conforme mencionado anteriormente. Não é de hoje que a cidade passar por isso, as primeiras instalações públicas, residenciais e religiosas foram levadas pelo rio até meados do século passado causando nos habitantes, de certa forma, dificuldade no conhecimento da história do lugar. A deposição de sedimento na foz do Igarapé Santo Antônio (fronteira natural com a Colômbia) e no porto revitalizado gera transtornos no embarque e desembarque de pessoas e cargas. A erosão lateral mais a jusante geram preocupação quanto à segurança do aeroporto da cidade, pois o fim da pista de pouso está a apenas dezenas de metros da margem do rio onde domina a erosão. Esse processo já foi bem mais intenso até encontrar os afloramentos de linhito fazendo com que a erosão diminuísse sua intensidade.

- Em Letícia-CO a principal implicação nos últimos 25 anos é o transtorno no embarque e desembarque de pessoas e cargas devido à formação e anexação da Ilha da Fantasia na frente da cidade que promoveu o isolamento da cidade em relação ao acesso ao rio. Atualmente, existe uma enorme passarela ligando o centro da cidade ao porto.

- Em Benjamin Constant-BR verifica-se a deposição de sedimentos na saída do meandro abandonado, rio Javarizinho na frente da cidade; a deposição de sedimentos na confluência do rio do Javari e Solimões, que no período de vazante obriga os passageiros em destino a Manaus a se deslocarem primeiro para Tabatinga a fim de tomar o navio de recreio aumentando assim o custo financeiro da viagem.

A erosão lateral, a deposição e o transbordamento e/ou vazante do rio foram os principais processos apontados como responsáveis pelas implicações da dinâmica fluvial do rio Solimões. Carvalho (2006) sistematizou algumas conseqüências que também são identificadas neste trecho do Solimões, dentre as quais estão: a perda de propriedade, em função da diminuição da propriedade causada pelo recuo da margem; dificuldade de embarque e desembarque de pessoas e produtos, pois nas áreas de terras caídas, as margens se encontram em forma de falésia expondo as pessoas a perigos constantes; perda de bens materiais, como, canoas que ficam ancoradas no porto; risco a navegação por meio dos blocos de terras flutuantes e arvores que se despendem no processo de erosão; e risco de morte.

Diante do exposto, constata-se que na Amazônia os ambientes fluviais desordenam o território. Enquanto o rio ordena a rede de cidades e localidades no mesmo padrão da rede de

drenagem, visto que elas localizam-se nas margens dos rios, a morfodinâmica, inerente a esses mesmos padrões de drenagem e de canal, causa alterações morfológicas que desordenam o cotidiano das comunidades tradicionais, levando-as a desenvolverem meios e técnicas para lidar com as tais mudanças.

Além das conseqüências para as atividades socioeconômicas foi constatado implicações na gestão e definição de limites internacionais conforme os apontamentos do capítulo VI.

7. IMPLICAÇÕES PARA A DEFINIÇÃO E GESTÃO DE LIMITES INTERNACIONAIS

"É o homem que tem de aprender a adaptar-se à natureza, mas, no entanto, pretende que seja ela a adaptar-se a ele."

(Kant, Immanuel. Escritos sobre o terramoto de Lisboa. Coimbra: Almedina, 2005. p.97)

As questões entre dinâmica fluvial e demarcação de limites territoriais não é um assunto novo, desde as primeiras demarcações territoriais essa relação tem sido discutida e avaliada no contexto do direito internacional.

Trata-se de um tema complexo e apesar de ser uma realidade marcante da área de estudo é pouco discutida e muitas vezes desconhecida pelas comunidades locais. Com base na análise multitemporal, interpretação visual de imagens e nas observações em campo, este capítulo aponta as principais implicações da morfodinâmica fluvial para demarcação e manutenção de limites internacionais na fronteira entre o Brasil, a Colômbia e o Peru, além de trazer uma análise preliminar sobre o desafio da gestão de águas doces internacionais.

7.1. Demarcação de limites e implicações da dinâmica fluvial

Em se tratando de demarcação de limites é conveniente destacar que o Estado tem o direito e até o dever de marcar materialmente, ou indicar concretamente seus limites territoriais, que por sua vez, consiste numa linha que separam seu território nacional de seus vizinhos (ACCIOLY, 2002).

A demarcação e caracterização da zona fronteira são executadas por comissões bilaterais demarcadoras de limites, denominadas Comissões Mistas de Limites. O Brasil mantém Comissão Mista com todos os países limítrofes. Entre as atividades das Comissões está a realização de conferência anual, na qual são avaliadas as atividades do exercício anterior e planejadas as do exercício seguinte. Para a área em estudos a competência está a cargo da Primeira Comissão Demarcadora de Limites – PCDL, sediada em Belém – PA e responsável por executar trabalhos nas fronteiras setentrionais do Brasil com os países da Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia e Peru.

De acordo com Accioly (2002) o termo *Demarcação* corresponde à implantação física dos limites, construção de marcos em pontos determinados enquanto que a *Delimitação* se refere à fixação dos limites por meio de tratados internacionais e *Densificação/caracterização* é o aperfeiçoamento sistemático da materialização da linha limite mediante intercalação de novos marcos, com o objetivo de torná-los mais intervisíveis. Ter clareza sobre essas definições é de grande importância no processo de definição de limites.

7.1.1. Considerações sobre fronteiras naturais

A fronteira natural, uma das primeiras tipologias a serem utilizadas como limite internacional ainda persiste no cenário geopolítico atual. Tal realidade se justifica ao analisarmos a superfície terrestre associando o modelado à disposição/localização dos estados nacionais, onde se constata facilmente que as características do relevo condicionaram a ocupação e mobilidade humanas, seja dificultando como nos casos das grandes cadeias montanhosas, ou facilitando como no caso dos cursos fluviais.

Steiman e Machado (2004) chamam a atenção para a conveniência dos rios ou das montanhas como limites entre estados, estarem relacionadas à função prioritária da fronteira como fator de assimilação ou fator de defesa. De acordo com as autoras, Holdich (1916 apud Steiman e Machado, 2004), defendia que a melhor maneira de preservar a paz entre as nações seria dividi-las com a mais forte e definitiva barreira física, como as cadeias montanhosas. Enquanto Lyde (1915 apud Steiman e Machado, 2004) argumentava que o limite político ideal seria uma feição natural que efetivamente encorajasse um intercâmbio internacional pacífico, papel desempenhado vantajosamente pelos rios, que por reunir os habitantes de suas bacias, ofereceriam o máximo de possibilidades de associações pacíficas. Tais considerações

expressam bem a observação quase determinista do estabelecimento dos limites das aglomerações humanas por meio do modelado.

Na fronteira entre o Brasil, a Colômbia e o Peru, o rio Solimões enquadra-se, até certo ponto, como essa feição natural que efetivamente incentiva o intercâmbio internacional pacífico. Por outro lado, tal rótulo não se aplica a todas as variáveis inerentes a uma área transfronteiriça localizada na maior bacia hidrográfica do mundo.

As questões relacionadas ao controle da faixa de fronteira em função da dimensão, os desafios sociais e o gerenciamento dos recursos naturais são desafiadores, sendo o Amazonas, um rio transnacional, os desafios para a gestão racional e integrada do mesmo são inúmeros, tendo em vista a disponibilidade descomunal dos recursos hídricos no cenário atual, futuro e as questões internacionais que isso evoca.

As fronteiras brasileiras correspondem a uma extensão de 16.886km, sendo que os limites naturais correspondem a 89% desta. Os cursos d'água detêm 55% e os divisores de Água 33% dessa extensão, conforme o Quadro 06.

Quadro 06

Tipos de Fronteiras Brasileiras

	Rios (km)	Lagoas (km)	Geodésicas (km)	Div. de águas	Total	Total de Marcos
França	427			303	730	07
Suriname				593	593	60
Guiana	698			908	1606	134
Venezuela			90	2109	2199	2456
Colômbia	809		612	223	1644	128
Peru	2003		283	709	2995	86
Bolívia	2609	63	751		3423	426
Paraguai	929			437	1366	901
Argentina	1236			25	1261	260
Uruguai	610	139	57	263	1069	1174
Total geral	9321	202	1.793	5.570	16.886	5.632

Fonte: www.info.Incc.br. Org. Deize Carneiro.

Como podemos observar, os dados evidenciam a tendência que existe na política Sul-Americana em adotar os limites naturais como critérios de demarcação de suas fronteiras. Mesmo considerando que a maioria dos Tratados foram firmados em meados do Século XIX a meados do Século XX, percebe-se, ainda hoje, os desafios e indefinições na gestão desses limites internacionais.

Com base nesses dados, somados aos fenômenos naturais da dinâmica fluvial e o aspecto cultural da Amazônia pode-se ter uma noção do desafio que é fazer a demarcação, o controle e gestão dessa grande área de fronteira.

7.1.3. Implicações na definição de limite fluvial: a fronteira Brasil-Colômbia-Peru

De acordo com a Segunda Comissão Demarcadora de Limites – PCDL a extensão da fronteira Brasil, Colômbia e Peru corresponde a 4.639 km e as formas de limites dividem-se em rios e canais, linha geodésica e divisores de águas, conforme descrição nos quadros 07 e 10 a baixo:

Quadro 07

Extensões da fronteira Brasil-Peru

ESTADO BRASILEIRO	RIOS E CANAIS	LINHA GEODÉSICA	DIVISOR DE ÁGUAS	EXTENSÃO TOTAL
AMAZONAS 1.644 km	809 km	612 km	223 km	1644 km

Fonte: Site www.scdl.gov.br

Quadro 08

Extensões da fronteira Brasil-Peru

ESTADO BRASILEIRO	RIOS E CANAIS	LINHA GEODÉSICA	DIVISOR DE ÁGUAS	EXTENSÃO TOTAL
ACRE 1.565 km	573 km	283 km	709 km	2.995 km
AMAZONAS 1.430 km	1.430 km	-	-	

Fonte: Site www.scdl.gov.br. Org: Deize Carneiro.

Percebe-se que grande parte dos limites territoriais onde se encontra a área de estudo se dá por fronteiras naturais, correspondendo a 2.995 km de extensão. Entende-se por fronteira natural, uma feição morfológica adotada como limite territorial. Essa tipologia de fronteira, a primeira vista considerada a mais apropriada traz uma série de questões ligadas à natureza dinâmica das feições naturais.

Considerando somente os limites fluviais, situação específica da área de estudos, existe algumas regras internacionalmente adotadas que, além de disciplinarem a utilização dos limites fluviais, minimizam as dificuldades na demarcação.

Krukosk (2007) sistematizou os diferentes tipos de limites fluviais adotados no Brasil e classificou-os como uma *Categoria de Limites*. Dentre os mais utilizados destacam-se: o limite pela margem, pelo álveo, pela linha mediana, pelo talvegue e pelo canal navegável, conforme o quadro a baixo:

Quadro 09

Categorias de limites fluviais internacionais.

Categoria de limite	Definição	Exemplo
Limite pela margem	Adjudica a massa d'água a um dos estados limítrofes	rio Jaguarão, fronteira Brasil-Uruguai no Tratado de 1851
Limite pelo álveo	Subentende condomínio da massa d'água	rio Paraná, fronteira Brasil-Paraguai através do Tratado de 1872
Limite pela linha mediana	Reparte a massa líquida, sendo adotado para rios não navegáveis	rio Jaguarão, fronteira Brasil-Uruguai no Tratado de 1909
Limite pelo Talvegue	Linha correspondente às sondagens contínuas mais profundas, porém nem sempre a de mais franca navegação	curso do rio Jaguarão, fronteira Brasil-Uruguai no Tratado de 1909
Limite pelo canal navegável	Corresponde ao canal principal, de mais fácil e franca navegação	o rio Paraná na fronteira Brasil-Paraguai, tratado de 1927 e 1872

Fonte: Krukoski (2006). Org.: Deize Carneiro, 2009.

As diversas categorias de limites fluviais revelam a influência da natureza dinâmica dos rios nesse processo de demarcação, ou seja, o limite não é simplesmente o rio, mas um aspecto do rio que melhor se aplica aos países ribeirinhos.

Para fronteira Brasil-Peru, no trecho em estudo, o critério adotado foi o *limite pela linha mediana* e pelo *talvegue* (Rios Javari e Amazonas, respectivamente). Para Brasil-Colômbia utilizou-se o *limite pelo talvegue* (Igarapé Santo Antônio) e pela linha geodésica.

Existe uma característica comum ligada aos limites fluviais que causam transtornos aos estados ribeirinhos: as alterações morfodinâmicas no canal do rio, que dependendo das características fisiográficas e variação das condições hidrossedimentológicas do rio são mais ou menos intensas.

As mudanças podem ocorrer por questões de ordem naturais (alterações climáticas, variação de volume de água, erosão, deposição, enfim a dinâmica em si) ou antrópicas. Essas mudanças podem ser gradativas, quase imperceptíveis ou súbitas e evidentes, podendo o rio abandonar o antigo leito e abrir novo caminho através do território de um dos países ribeirinhos. Nessas circunstâncias o Manual de Direito Público Internacional traz uma doutrina firmada para o caso de mudança de curso, devendo cada caso ser estudado e discutido isoladamente.

Na América do Sul e no Brasil, três exemplos distintos de soluções podem ser citados (KRUKOSK, 2007):

- ✓ O limite não muda, acompanha o antigo leito: Rio Pilcomayo, fronteira Paraguai-Argentina;
- ✓ O limite muda, acompanha o novo leito: Rio Abunã, fronteira Brasil-Bolívia.
- ✓ No caso dos rios Vagabundos, o leito e o limite podem ser fixados em uma posição intermediária mediante obra de engenharia como no caso da parte final do rio Chuí, fronteira Brasil-Uruguai.

Todos os três exemplos apresentados têm suas vantagens e desvantagens daí a importância de analisar as particularidades de cada caso para fazer a opção mais adequada. O terceiro exemplo dependendo das características fluviais, como no caso da bacia Amazônica, no trecho estudado, as obras de engenharia não são indicadas, pois os parâmetros

hidrodinâmicos da bacia associados à natureza do embasamento não permitiriam tal intervenção.

Em certos casos, o próprio tratado de limites ou outro instrumento binacional pode estabelecer o critério a ser adotado, caso sobrevenham mudanças no curso de seus rios limítrofes: Acordo de 1932, entre Brasil e República Federativa da Guiana. Contudo, apesar de ser considerada a alternativa mais adequada para prevenir futuros transtornos, não é uma postura muito comum, possivelmente em função da natureza genérica que possui um Tratado de Limites, ou seja, não traz critérios muito específicos. O estudo prévio do curso d'água ainda na fase inicial do tratado para a identificação de incompatibilidades ou dificuldades entre os limites políticos e os limites físico-naturais poderia ser uma alternativa viável.

Na área fronteira Brasil, Colômbia e Peru várias situações de mudanças morfológicas nos canais dos rios Solimões/Amazonas e Javari e as conseqüentes implicações para a manutenção dos limites internacionais foram identificadas, conforme a figura 53. Nesta figura é possível visualizar a localização das áreas onde há ou houve impasses na definição de limites.

As implicações para definição de limites, assim como no caso das atividades socioeconômicas, estão associadas aos processos fluviais e feições morfológicas do rio Solimões e Javari.

Os processos de erosão promovem a perda ou ganho de áreas territoriais, no caso do rompimento do istmo de um meandro. Os processos deposicionais também podem exercer essa função, com a progradação de uma das margens de um dos países ribeirinhos ou ainda com anexação de ilhas ao continente. A migração de talvegue é outro exemplo identificado na área de estudos.

✓ Migração da Foz do Igarapé Santo Antônio

A deposição de sedimentos na margem esquerda do rio Amazonas junto à foz do Igarapé Santo Antônio deu origem a uma barra lateral ou barra de confluência e conseqüentemente causou a migração da foz do igarapé, justamente onde se localizava, no momento da assinatura do Tratado de Limites e Navegação Fluvial em 15 de novembro de 1928, o último (ou primeiro) trecho da fronteira entre o Brasil e a Colômbia. Essa nova área passou a ser ocupada por cidadãos dos três países limítrofes ao mesmo tempo em que a propriedade da mesma era vista com certa indefinição, conforme a figura 53.

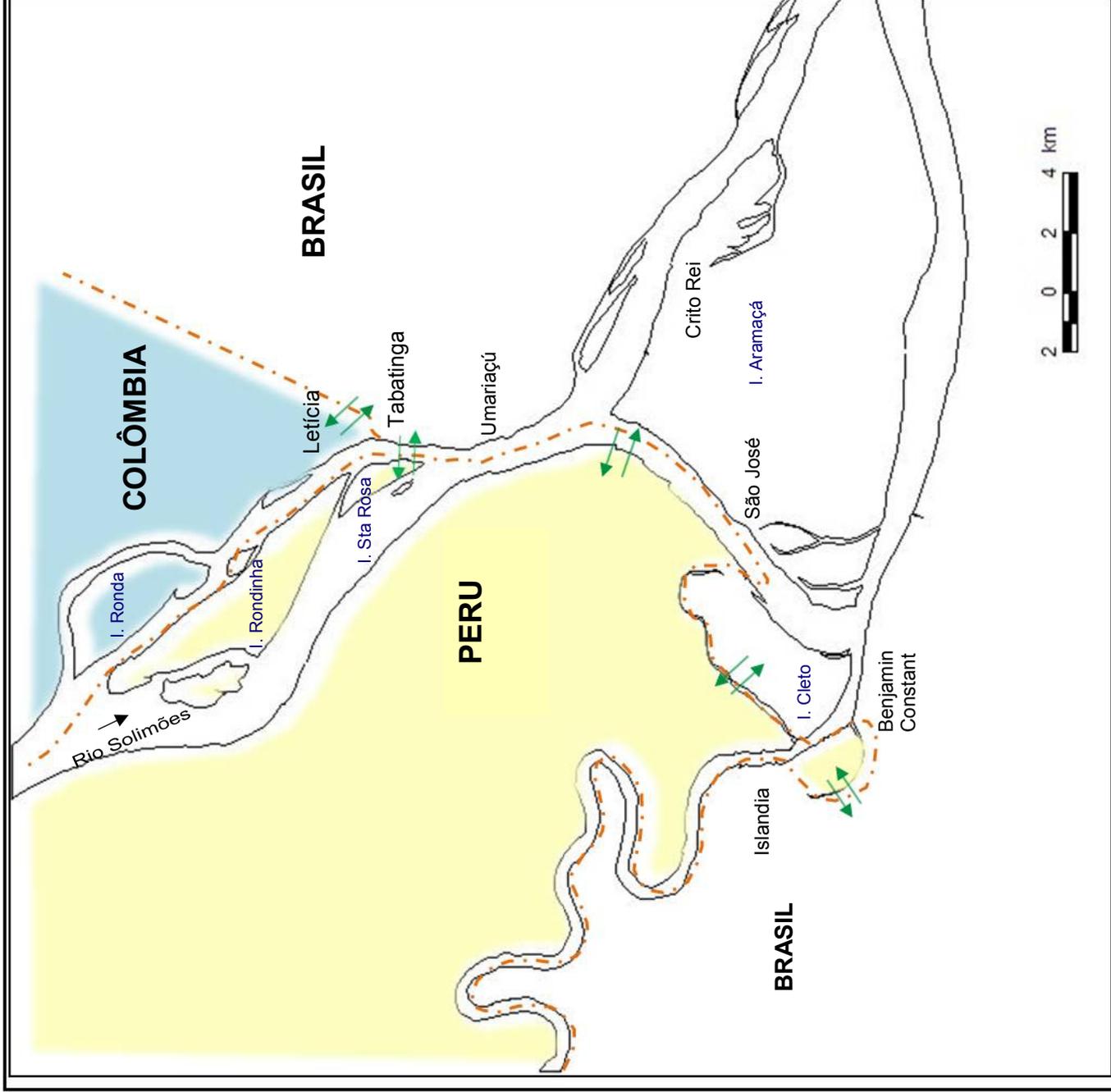


Figura 53: Implicações para definição de limites na fronteira Basil-Colombia-Peru. Org. Deize Carneiro.

Essa migração da foz do Igarapé Santo Antônio também traz implicações para a fronteira Brasil-Peru, pois este ponto era o marco inicial da fronteira com o Peru, conforme se verifica na descrição do Tratado de Lima,

Da nascente principal do rio Javari, desce pela meia distância entre as margens desse rio até a sua boca, no rio Solimões ou Amazonas. Da boca do rio Javari com o rio Solimões, águas acima, até a interseção do talvegue do rio Solimões ou Amazonas com o paralelo da boca do Igarapé Santo Antonio. Ponto de Trijunção entre o Brasil, o Peru e Colômbia, defronte das localidades de Tabatinga e Letícia (Tratado de Lima).

Neste sentido se levarmos ao pé da letra o referido tratado, o ponto de trijunção entre Brasil-Colômbia-Peru teria migrado para jusante. Contudo a postura adotada pelos órgãos competentes para resolver a situação foi manter a fronteira na antiga foz do Igarapé Santo Antônio, conforme se vê na figura 54.

Esses impasses decorrentes das mudanças morfológicas, apesar de serem sempre negociados e resolvidos diplomática e burocraticamente pelas instituições competentes, se refletem no imaginário e cotidiano das pessoas. Nas entrevistas, inúmeras pessoas ao se referirem à erosão em Tabatinga e deposição em Letícia se expressavam da seguinte forma “Letícia ta crescendo e Tabatinga vai sumir”.

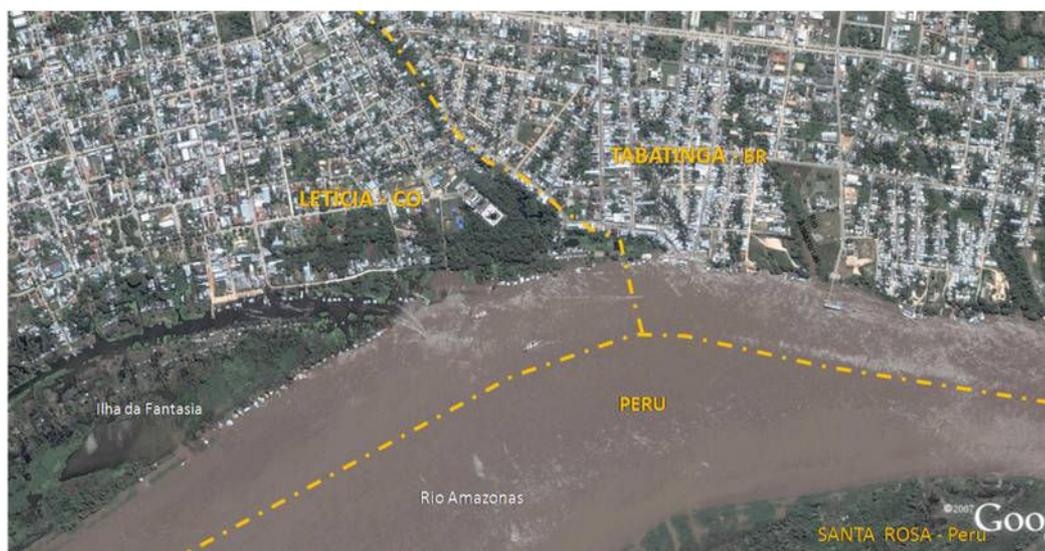


Figura 54: Fronteira Brasil – Colômbia no Igarapé Santo Antônio entre Tabatinga e Letícia. Fonte: www.scdl.gov.br, acessado em 07/10/2009.

- ✓ Migração de ilha e de talvegue: soberania da Ilha de Santa Rosa

Outra situação ainda nesse trecho do canal se refere à soberania da ilha de Santa Rosa, pois conforme a citação acima a fronteira com o Brasil-Peru vai até a interseção do talvegue do rio Solimões ou Amazonas com o paralelo da boca do Igarapé Santo Antonio, porém, com as alterações morfológicas duas situações são postas: a primeira é que atualmente o talvegue do rio Amazonas localiza-se na margem direita, logo com mudança a ilha seria brasileira. Sobre a soberania das ilhas o Código Civil Brasileiro no Art. 1249, considera que as ilhas que se formarem no meio da linha média do rio pertencem aos dois proprietários ribeirinhos, as ilhas que se formarem da linha média para uma das duas partes pertencem ao ribeirinho de direito e na situação das ilhas que se originam através da formação de outro braço do rio, esta continua pertencendo ao proprietário do terreno. Esse princípio também é previsto no direito internacional.

A outra situação se verifica pelo fato de que esta pequena ilha migra, por erosão na parte superior e deposição na parte inferior, com esse processo de migração da sua localização dentro do canal, a ilha já passou, no sentido jusante do ponto de intersecção que define a fronteira, foz do Ig. Santo Antônio, assim também poderia ser reivindicada pelo Brasil, se fosse de seu interesse. Sobre essas questões não foi possível ter acesso aos documentos e acordos que possivelmente resolveram esses impasses. A ilha de Santa Rosa é reconhecida pela população local e mesmo nas entrevistas não houve questões ligadas à soberania da mesma.

- ✓ Assoreamento e migração das margens/talvegue e anexação de ilhas na fronteira Brasil-Peru

No rio Solimões, trecho de acesso entre Tabatinga-Benjamin Constant a margem peruana cresce em grandes proporções pela deposição fluvial anual de sedimentos, enquanto que na margem brasileira ocorre erosão na ilha Aramaçá. Tal situação é motivo de interrogações para a população local e assim como em Tabatinga, nessa área também é comum ouvir o seguinte dito popular “O Peru está crescendo e o Brasil ficando menor”, expressando a preocupação dos mesmos com o tamanho do território brasileiro.

Esse mesmo processo deposicional causou o represamento da foz do Paraná do Cleto, canal que faz a fronteira com o Peru. Atualmente esse canal está totalmente assoreado,

conforme visto no capítulo anterior. Essa realidade põe em cheque novamente as indefinições e implicações do limite fluvial, pois se o limite era a linha média do canal, hoje está caminhando para se tornar um paleocanal, anexando a Ilha do Cleto-BR ao território peruano. Como é que fica essa situação? O Brasil possui uma política definida para essas questões? São muitas as variáveis a serem consideradas. Realmente não é uma decisão simples, sobretudo, por se tratar de uma área razoavelmente habitada, que conforme o capítulo anterior, já passou por mudanças em decorrência da erosão na Ilha do Cleto e dependendo da postura a ser tomada, a população poderá ser novamente submetida a realizar mudança, em função de questões político-administrativas.

Essa questão também é visualizada no rio Javari, que de acordo com registros históricos, entrevistas em campo e análise das imagens de satélite, a ilha Islândia-Peru consistia numa terra contínua ao território peruano, mas com dinâmica de meandramento do rio Javari, tal rio rompeu a curva côncava do meandro escavando um novo canal e conseqüentemente dando origem à ilha Islândia, conforme evidências destacadas na figura 55.

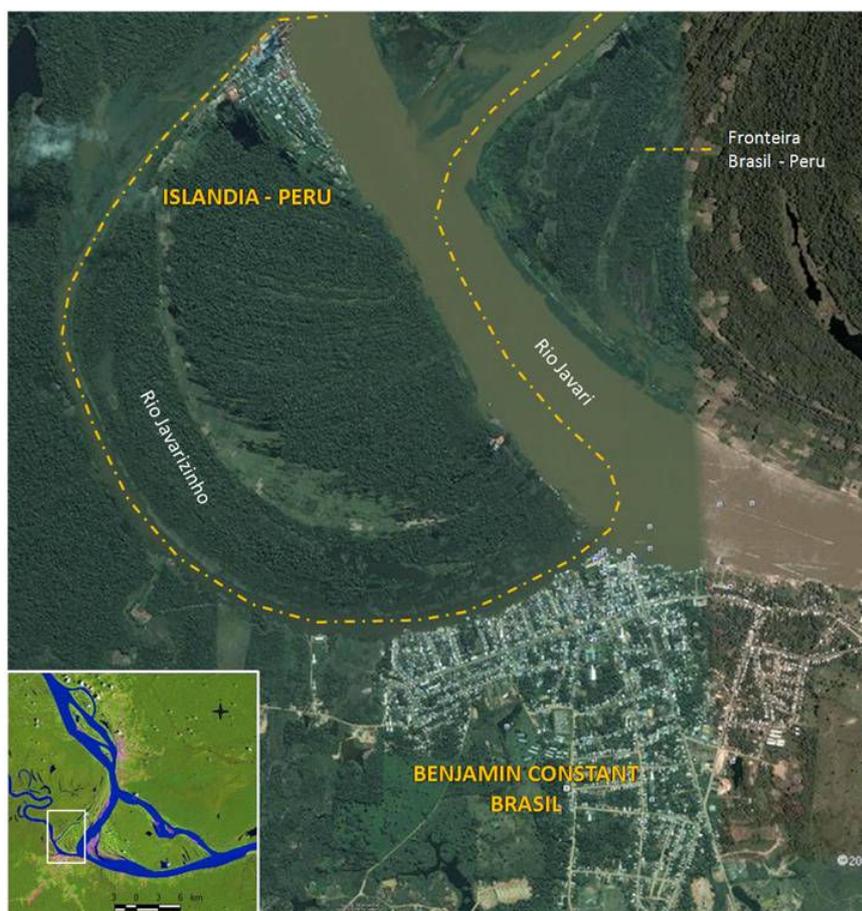


Figura 55: Anexação da Ilha Islândia às terras brasileiras. Imagem Google Earth.

Posteriormente o antigo canal, hoje denominado de Javarzinho passou a ser assoreado e a cada ano a Ilha Islândia vai se tornando terra contínua ao território brasileiro. De acordo com os relatos feitos nas entrevistas, até a década de 1990 os órgãos competentes de Islândia faziam dragagem no canal para facilitar a navegação e evitar questões de limites, contudo tal informação não foi verificada, podendo estar apenas no campo dos ditos populares.

Para esses três casos descritos não foi possível encontrar informações oficiais da resolução dessas questões, somente o tratado de fronteira e um esquema oficial da fronteira. No tratado de fronteira é feita referência a ilha Islândia, quanto à soberania da ilha, que ficou definida como peruana, mas não há informações no que se refere à anexação ao território brasileiro, que é mais recente. O esquema da fronteira demonstra que a fronteira continua no antigo leito do Javari e Paraná do Cleto, porém na margem que sofre acresção de sedimentos a fronteira acompanha o talvegue do rio Solimões, conforme a figura 56.

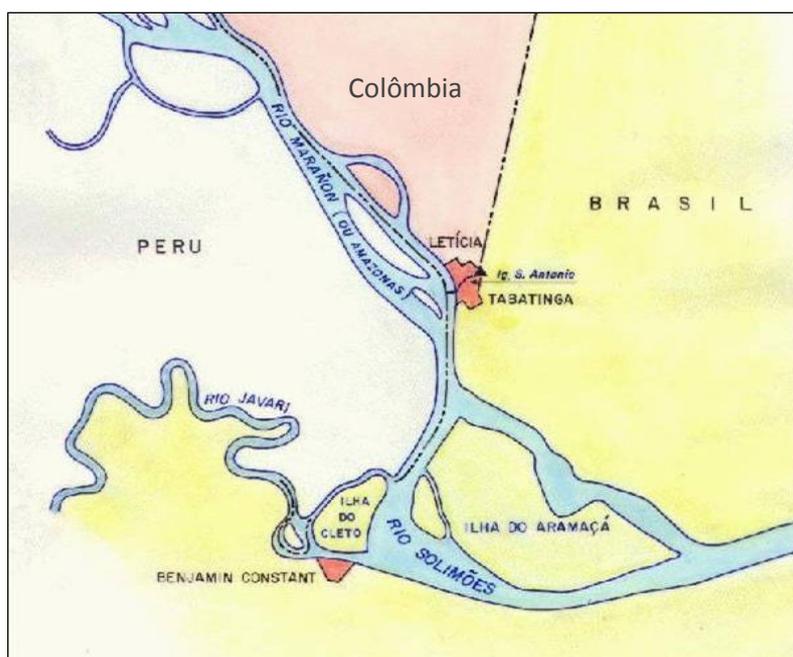


Figura 56: Esquema da Fronteira Brasil/Colômbia/Peru. Fonte: site www.info.Incc.br

Considerando esse esquema a postura adotada foi a de manter a ilha Islândia como peruana, mas isso implica sobre a liberdade de navegação para o Brasil, pois o rio Javarinho está se extinguindo, então o Brasil não teria como passar livremente pelo canal do Javari, se não considerássemos no Tratado de Navegação. O mesmo ocorre com Peru em relação ao

Paraná do Cleto, que já foi há uns 150 anos o canal do rio Javari. Se, por outro lado, a fronteira migrasse juntamente com as alterações morfológicas, Islândia passaria a ser território brasileiro e a ilha do Cleto peruana.

Analisando essa alternativa, teriam que ser resolvidas as questões sociais, de residências, fato que nos parece mais complexo do que a situação atual, além do mais a área adquirida pelo Peru seria bem mais extensa, confirmado o dito popular anteriormente citado. Vale registrar que o trecho da desembocadura do rio Javari tem mudado constantemente e atualmente passa por um intenso processo de assoreamento, logo essas questões estão longe de se estabilizarem.

Tendo em vista as altas taxas de erosão e deposição anuais e a tendência de migração deste trecho do Solimões para a margem esquerda pode-se traçar um possível cenário futuro, onde a confluência do Solimões com o Javari se daria no final da atual Ilha do Aramaçá, em frente à Comunidade Capacete, conforme a figura 57.

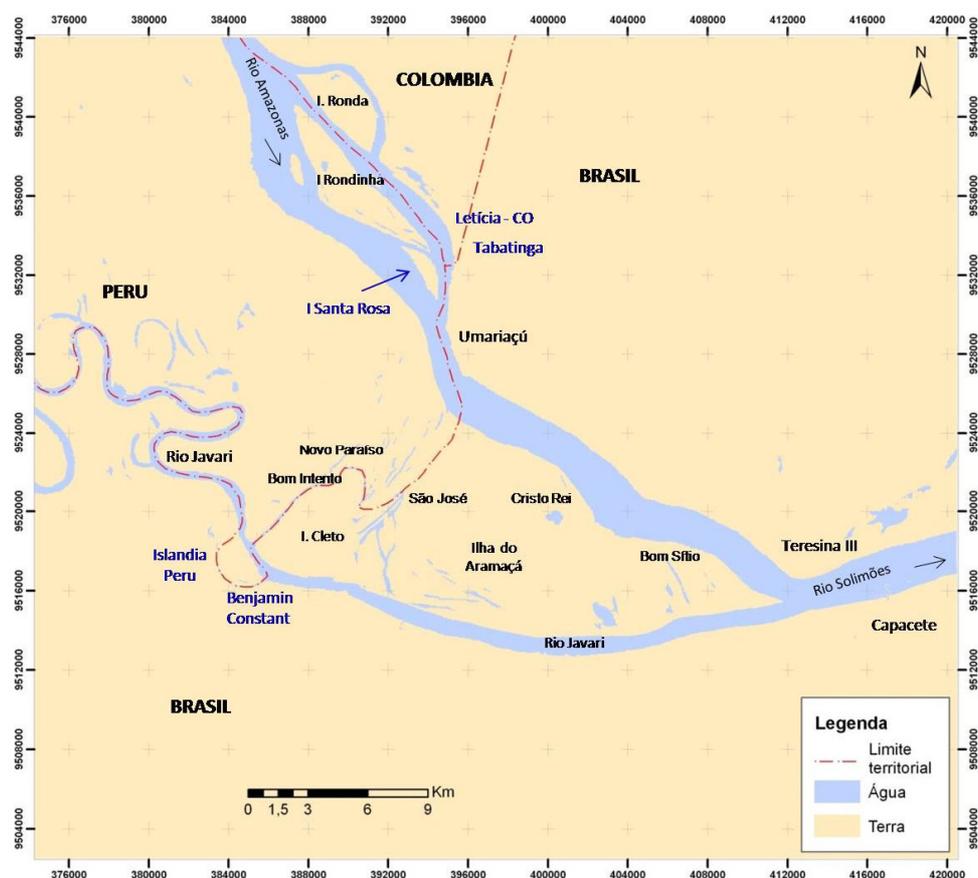


Figura 57: Esquema hipotético da migração da foz do rio Javari e do limite Brasil-Peru. Org. Deize Carneiro e Luiza Pimenta, 2009.

A figura pode representar um exagero, contudo, diversos registros históricos (Monteiro; Tratado de Fronteira, Documentos exército...) apontam que, num passado próximo, a desembocadura do rio Javari se dava na frente do ponto de trijunção Brasil-Colômbia-Peru e que o referido rio possuía três bocas, situação esta, que pode ser evidenciada nas imagens de satélite, através das formas deposicionais e geometria dos lagos ali presentes.

Considerando a realização desse cenário hipotético, qual seria a postura dos dois países quanto ao limite entre os mesmos? Analisar a dinâmica atual e pensar nas mudanças possíveis com antecedência é uma alternativa viável e de grande importância para a gestão dos limites territoriais.

✓ Outras Implicações/Considerações

Retomando as categorias de limites fluviais, chama-se a atenção para o critério adotado na Fronteira Brasil-Peru cujo limite se dá na Linha Média do Rio. Por se tratar de um canal meandrante questiona-se a inadequação do critério tendo em vista a navegação, pois em grande parte do ano, os trechos navegáveis, em sintonia com a dinâmica de meadramento alternam-se, entre as margens peruanas e brasileiras, gerando por vezes situações constrangedoras. Nesse caso específico não seria mais adequado tomar como limite o canal navegável?

Percebe-se a necessidade de um aprofundamento no meio científico e por parte das populações sobre essas questões no sentido de produção de conhecimento e opinião pública sobre as tipologias de canais fluviais e tipologias de limites fluviais.

A evolução dos equipamentos via satélite e demais instrumentos geodésicos tem possibilitado nas últimas décadas avanços positivo quanto à demarcação e gestão de limites. Neste sentido considera-se que uma das alternativas para contribuir com essa necessária função do Estado, quando se trata de áreas habitadas, é a utilização conjunta da fronteira Natural com os recursos geodésicos, conforme se verificou na foz do Igarapé Santo Antônio. Parece-nos mais conveniente mudar e/ou manter o limite em benefício das populações do que o contrário.

Todas essas questões evidenciam a importância do conhecimento da dinâmica fluvial para contribuir com definição de limites. É comum ver a citação de que existe um erro em

considerar sinônimos o termo limite e fronteira, sendo o primeiro uma linha e a segundo uma zona. Porém, mais que a distinção etimológica está à interdependência que deve existir, na prática, entre esses dois conceitos, tendo em vista um melhor gerenciamento das fronteiras e o bem-estar das populações que ali residem.

7.2. O desafio da gestão das águas doces internacionais

O argumento de que os cursos d'água facilitam o intercâmbio internacional pacífico é bastante pertinente e justifica as características dos limites brasileiros, porém quando esses limites estão associados a interesses econômicos advindo do uso dos recursos hídricos, o discurso muda de sentido, tomando uma dimensão muito discutida nas últimas décadas, a questão das águas “internacionais”.

O rio como a melhor fronteira natural em tempo de escassez de água passou a ser um assunto de interesse global e alvo de muitas especulações.

A questão do uso da água em rios fronteiriços e transfronteiriços começou a ganhar importância a partir da criação dos primeiros tratados sobre navegação, no início do século XIX. Na primeira metade do século XX, a água deixa de ser utilizada apenas para navegação e surgem outros usos, como o hidrelétrico. Com o advento das questões ambientais, dentre outros, as preocupações se voltam para o abastecimento/distribuição, qualidade da água e conservação para as futuras gerações. Essa preocupação com a conservação da água para fins múltiplos e resolução de conflitos em torno do uso da água passou a ser um dos temas mais discutido e prioritário no cenário internacional.

São vários os conflitos internacionais que têm ou tiveram algum aspecto ligado às disputas por cursos d'água, como por exemplo, o caso da Síria e Israel. Na literatura específica voltada para essa questão é comum ver a expressão “países com água e países sem água” se referindo à disponibilidade de água e a previsão um tanto catastrófica do acesso ao recurso.

Como é do conhecimento de todos, o Brasil possui consideráveis reservas de águas doces, muitas delas compartilhadas com os países vizinhos. De acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH o país possui 74 cursos d'água classificados como fronteiriços

e transfronteiriços, encontrando-se 60% do território nacional situado nas bacias desses rios, além das águas subterrâneas. Tais características exigem do Brasil uma política e ações voltadas para o gerenciamento integrado desses recursos. Conforme visto anteriormente a definição de limites não é simples e a gestão dos recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços também segue a mesma linha de complexidade, sobretudo quando se trata de uma bacia que possui muitos usuários.

O Brasil é visto como um país de vanguarda na elaboração de legislação para a gestão dos recursos naturais. O Plano nacional de Recursos Hídricos do Brasil é apontado como um documento de referencia na gestão dos recursos e traz o estado da arte da atuação do Brasil em busca da gestão racional dos recursos hídricos e as ações que estão sendo realizadas.

Na bacia Amazônica a efetivação dessa política ainda caminha a passos lentos. Muito se deve a grande disponibilidade de recursos e poucos usuários, fato que não gera conflitos. Percebe-se que no Brasil as regiões que mais evoluíram na gestão dos recursos foram justamente onde havia conflito. Porém, não é necessário esperar que a Amazônia chegue a esse estágio para então tornar efetivas as ações planejadas na Política Nacional de Recursos Hídricos.

As dimensões da bacia Amazônica é um dos aspectos apontados para a dificuldade de aplicação da PNRH. Realmente o modelo de comitês de bacia proposto, considerando as distâncias em que se encontram os usuários, que são, sobretudo, pequenas cidades, associados às dificuldades e custo do transporte torna um tanto inviável tal implementação. No entanto, já existe uma prática desenvolvida pelos ribeirinhos, IBAMA, órgãos de assistência técnica e universidades na gestão e manejo de lagos, a fim de não esgotar os recursos pesqueiros. Acredita-se que esta iniciativa pode servir de base para uma gestão de recursos hídricos mais eficientes para a Amazônia.

Em se tratando da gestão dos rios fronteiriços e transfronteiriços na Amazônia, o tratado de Cooperação Amazônica – TCA (em anexo) e as ações desenvolvidas pela Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA tem trazido inúmeras contribuições para a discussão da gestão integrada da Bacia Amazônica.

O tratado TCA veio, dentre outros, quer garantir a soberania dos países Amazônicos sobre os recursos hídricos da Bacia Amazônica no cenário internacional. Num momento em que se cogitava a internacionalização da Amazônia, o referido tratado vem “unir” os países

ribeirinhos em torno do propósito comum de conjugar esforços para promover o desenvolvimento harmônico da Amazônia, permitindo uma distribuição equitativa dos benefícios desse desenvolvimento, visando elevar a qualidade de vida de seus povos, com o fim de lograr a plena incorporação de seus territórios amazônicos às respectivas economias nacionais.

Este tratado visa fazer a gestão dos recursos hídricos integrada aos demais recursos naturais como a floresta, a fauna, a flora, enfim, gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Tal entendimento contempla a garantia de uso múltiplo, equitativo e democrático das águas, a proteção ambiental e assegura o padrão de suas qualidades, além da importância de se considerar o seu valor econômico. O gerenciamento dos recursos hídricos significa um processo que promove o desenvolvimento coordenado, a gestão das águas, solos e recursos naturais relacionados, para maximizar o resultado econômico e bem estar social de uma maneira equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais (ASSOCIAÇÃO MUNDIAL PARA EL ÁGUA, 2000 apud OTCA 2006).

Para a OTCA (2004, p.38-39), os principais problemas ambientais transfronteiriços que atingem de algum modo a área da fronteira Brasil-Colômbia-Peru são:

1. Pressões antropogênicas causadas pela expansão descontrolada de atividades humanas tais como a agricultura e a pesca, cujos impactos são multiplicados devido às variações climáticas – especialmente pelas secas e, em menor grau, pelas enchentes –, contribuindo para a destruição de ecossistemas frágeis no sopé dos Andes e seus glaciares.
2. Desmatamento ocorrendo principalmente na bacia superior, que tem causado a perda de solos e erosão, a perda de biodiversidade e a sedimentação nos rios. Nas bacias média e inferior, os problemas de desmatamento estão associados à intensa exploração de espécies florestais de alto valor comercial.
3. Alterações no ciclo hidrológico associadas às mudanças climáticas, que aumentam com o desmatamento na bacia do rio Amazonas, expondo as florestas a queimadas sem controle. Essas queimadas, por sua vez, pioram com as secas que têm ocorrido cada vez mais frequentemente nas últimas décadas, o que exige das sociedades humanas que dependem do rio e de seus recursos a compreensão do fenômeno e a adaptação ao mesmo.
4. Poluição da água, que é consequência principalmente do uso de pesticidas, do despejo de resíduos sólidos e líquidos que vêm das áreas povoadas, do uso de mercúrio nos garimpos e das alterações naturais e antropogênicas do solo; e, no Equador, devido a vazamento de petróleo. A

degradação na qualidade da água aumenta pelo uso inapropriado da água e pelo tratamento de esgoto inadequado.

O conhecimento desses problemas e o esforço mútuo para a realização das diretrizes acordadas no TCA já pode ser considerado um avanço considerável para a gestão compartilhada da bacia Amazônica.

Para alguns países limítrofes, sobretudo da fronteira sul do Brasil, a noção de gerenciamento de recursos naturais compartilhados não é muito agradável, pois põe em cheque a soberania de cada país, porém para os países da Amazônia essa questão não é prioritária, o que vem em evidencia é reforçar o direito de soberano sobre os recursos presentes em seu território.

Dentre as ações da OTCA pode-se destacar O projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do Rio Amazonas. Conhecido como GEF Amazonas, é um projeto com apoio financeiro externo e tem por objetivo fortalecer o marco institucional para planejar e executar, de uma maneira coordenada, atividades de proteção e gerenciamento sustentável do solo e dos recursos hídricos na bacia do rio. Está sendo desenvolvido pelos países que compõem a BH Amazônica: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela. E no Brasil, as ações são de competência da Agencia Nacional de Águas.

A atuação do Brasil na busca de cooperação para gestão da bacia Amazônica é louvável e os trabalhos estão encaminhados. Na área de estudos, porém ainda não se observar resultados nesse sentido. Novamente verifica-se a falta de esclarecimento para as populações tradicionais quanto ao plano de gestão de rios transfronteiriços.

Sem dúvida que a aproximação dos países amazônicos compondo o interesse comum de unir esforços para a utilização responsável e compartilhada do patrimônio natural da Amazônia é necessária, porém nota-se a falta de uma atenção maior para com as populações que vivem nesses limites. Por mais que a densidade dessas áreas seja pequena, esses cidadãos possuem papel importante na execução da agenda do PNRH e da OTCA.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

*“O homem e o rio são os dois mais ativos
Agentes da geografia humana da Amazônia.
O rio enchendo a vida do homem de motivações psicológicas,
“o rio imprimindo à sociedade rumos e tendências...”*
Leandro Tocantins, 2000

*“O homem secando as potencialidades do Rio
Com seus projetos de (des)envolvimento
O homem buscando o curso certo do rio
Seja de canoa ou via satélite
Navegar é preciso
Nas águas do rio-mar.”*
Deize Carneiro, 2009.

Os resultados obtidos neste trabalho reforçam o argumento de que na Amazônia os ambientes fluviais (des)ordenam o território. Enquanto o rio ordena a rede de cidades e localidades no mesmo padrão da rede de drenagem, visto que as mesmas localizam-se nas margens dos rios, a morfodinâmica inerente a esses mesmos padrões fluviais causam alterações morfológicas que desordenam e/ou reordenam o espaço geográfico.

Os métodos e técnicas utilizados mostraram-se eficientes e possibilitaram uma análise ampla e consistente dos fenômenos estudados. A análise multitemporal confirmou a premissa de que o uso do sensoriamento remoto e das geotecnologias tem um imenso potencial e um vasto campo de ação na produção de conhecimento sobre os ambientes fluviais na Bacia Amazônica.

Três aspectos demonstraram-se determinantes na análise temporal da evolução morfodinâmica do rio Solimões: a escala temporal, a escala espacial e a cota/nível do rio. Na escala temporal analisada, 20 anos divididos em dois períodos (08 e 12 anos) constatou-se que quanto menor a diferença de tempo mais detalhes são registrados, logo dependendo do objetivo do estudo esse aspecto deve ser considerado.

A análise dos dados fluviométricos demonstrou um comportamento variável do fluxo, onde foram constatados três períodos extremos de vazante e enchente ao longo dos 20 anos. O período de enchente correspondeu a oito meses do ano e o período de vazante se deu em apenas quatro, fatores que contribuem para o processo de erosão lateral das margens. Mesmo não tendo sido possível traçar uma correlação direta entre a variação dos dados fluviométricos com as alterações morfodinâmicas, a série histórica das cotas no período de 1986 a 2006, por si mesma denota a intensa hidrodinâmica nesse trecho do rio Solimões.

Com a análise temporal obteve-se a espacialização das mudanças no canal e a quantificação das taxas de erosão e deposição, que para o período de 1986-1994 foi de aproximadamente $3,82 \text{ km}^2$ e $4,72 \text{ km}^2$ respectivamente, e para o período de 1994-2006 as taxas anuais ficaram em $3,24 \text{ km}^2$ para erosão e $2,16 \text{ km}^2$ para deposição. A partir desses dados constata-se uma dinâmica fluvial intensa, rápida e constante, sendo que a maior intensidade dos processos de erosão e deposição se concentraram no primeiro período analisado.

A análise da variação morfológica do canal principal do rio Solimões mostrou a capacidade que o mesmo possui de modelar e remodelar seu leito a partir do retrabalhamento dos sedimentos inconsolidados que compõem o embasamento e seguindo didaticamente a dinâmica de formação dos meandramentos. No segmento do canal localizado a montante da Comunidade Umariacú a migração lateral se deu na margem direita, cerca de $9,91 \text{ km}^2$ de área erodida. No período de 1986-1994 a erosão tomava uma extensão lateral maior da margem, enquanto que no período de 1986-2006 houve um aumento significativo para o interior da planície. Na margem oposta (Ilha Rondinha) a “recíproca” dos processos deposicionais foi proporcional a erosão.

No segmento do canal a jusante de Umariacú a geometria e os processos fluviais apresentaram um comportamento distinto nos dois períodos analisados. De 1986-1994 a

atuação dos processos fluviais se concentrou com maior intensidade no canal da margem esquerda da ilha do Aramaçá, onde se localizava o talvegue do rio Solimões, enquanto que no período de 1994-2006 essa dinâmica passou a ser verificada no canal a esquerda da referida ilha, deixando de ser um *Paraná* para se tornar o canal principal do rio.

As transformações no canal principal do rio Solimões estão vinculadas às transformações morfológicas das ilhas nele presentes. A partir dos dados quantitativos e da análise das transformações adquiridos por meio da análise multitemporal constatou-se um comportamento, quanto às áreas erodidas e deposionadas, diferenciado entre elas, onde se verificam que as transformações estão relacionadas à localização das mesmas dentro do canal, como no caso das ilhas do Cleto e Aramaçá, onde a primeira se encontra na margem convexa e a segunda na margem côncava.

Correlacionado os resultados da análise multitemporal com os dados das entrevistas e as observações em campo foi possível identificar os processos e formas fluviais atuantes na área. Essa etapa foi importante para estabelecer correlação entre a dinâmica e sua influencia sobre o ordenamento e chegar efetivamente nas implicações para as atividades socioeconômicas e para definição de limites internacionais.

A sistematização das implicações para atividades socioeconômicas revelou a dimensão da influencia da dinâmica fluvial no cotidiano das comunidades locais. Essa característica das populações amazônicas é sempre apontada por pesquisadores e gestores públicos, de forma geral, porém pouco considerada na formulação de políticas públicas. Neste sentido, a sistematização e quantificação dessas informações podem ser importantes para auxiliar no processo de gestão e planejamento territorial.

Mesmo podendo parecer determinista não há como não admitir tamanha dependência das atividades socioeconômicas das populações ribeirinhas em relação aos recursos dos ambientes fluviais e lacustres. Residência, transporte, agricultura e pesca são atividades básicas para as comunidades tradicionais, atividades estas que estão relacionadas direta ou indiretamente com a dinâmica fluvial. No entanto, as maiores dificuldades são as relacionadas com a falta dos serviços básicos de saúde, saneamento, educação, entre outros serviços de utilidade pública que associados aos fenômenos naturais adquirem dimensões catastróficas.

As populações locais foram e ainda são “obrigadas” a desenvolverem alternativas para conviverem com os desafios da dinâmica fluvial, na busca de uma vida mais digna e com menos riscos. Essas alternativas são de grande importância, pois há milhares de anos mantêm as populações tradicionais nas várzeas da Amazônia sem a assistência efetiva do Estado.

Os processos fluviais implicam, ainda, diretamente na manutenção e definição de limites fluviais. Contatou-se a falta de bibliografia e a necessidade de realização de estudos mais sistemáticos sobre a dinâmica fluvial associada aos limites territoriais visando à solução dos impasses geopolíticos, que estão longe de serem esgotados, haja vista a natureza dinâmica do trabalho fluvial. Neste sentido, considerando a situação da fronteira Brasil, Colômbia e Peru no que se refere à mudança de curso do rio, propõe-se:

- ✓ Quando se tratar de área povoada, o envolvimento da população no processo de definição, manutenção e resolução dos impasses. A Comissão Demarcadora de Limites poderia elaborar as alternativas mais viáveis e fazer uma consulta às comunidades locais;

- ✓ Quando se tratar de área não habitada, a manutenção do limite no atual canal do rio, ou seja, o limite seguirá a dinâmica do rio;

- ✓ A realização de estudos técnicos sobre a dinâmica fluvial dos rios fronteiriços e transfronteiriços, onde a análise multitemporal por sensoriamento remoto poderá ser uma ferramenta viável, considerando a grande extensão das fronteiras fluviais; e

- ✓ A elaboração de cenários futuros e discussão das possíveis soluções, previamente.

No que se refere à gestão das águas internacionais, a política para gestão de águas propostas pelo Brasil põe o país em lugar de destaque no cenário internacional. Admite-se o importante papel da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica na gestão integrada dos recursos hídricos Amazônicos e na articulação extremamente necessária entre os países Amazônicos. Contudo, percebe-se na área estudada a falta da presença efetiva dessas políticas, bem como a falta de diálogo entre os Estados com as comunidades que ali residem.

Enfim, a análise temporal de imagens de satélite, somadas as observações em campo, as entrevistas e a análise dos dados fluviométricos possibilitaram uma análise mais próxima da realidade, pois cada um desses aspectos tem seu ponto de vista, seu mérito e seu limite, porém, juntos se complementaram e favoreceram um leque de abordagens e possibilidades de

novos desdobramentos. Ficou evidente a grande intensidade da dinâmica fluvial, onde os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, potencializados pelo transbordamento do rio Solimões exercem influência em diversos aspectos da vida na Amazônia.

Muitas questões levantadas neste trabalho requerem maior aprofundamento e um maior tempo de observação, que certamente serão buscados, sonhados e perseguidos, com um único propósito: contribuir com a produção de conhecimento científico e propostas de políticas públicas que garantam dias melhores para os Amazônidas sejam eles nativos ou de coração.

9. REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N. **Problemas Geomorfológicos da Amazônia Brasileira**. In Atas do Simpósio sobre Biota Amazônica (1967). Belém, CNPq, vol. 1, pp 35-67. 1967.
- ACCIOLY, Hildebrando. **Manual de Direito Internacional Público**. 15ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2002.
- ALDANA, Liller e DAZA, Edixion. **Dinamica Fluvial Del Amazonas, setor Colombiano: Casos específicos Isla Mocagua – Isla La Fantasia**. Universidad Nacional de Colombia, Fundacion Topenbos.
- ALMEIDA W. S. de. **Metodologia de Sensoriamento Remoto no Monitoramento de Modificações no Canal Fluvial e Atualização de Cartas Náuticas**. 1989. São José dos Campos. 1989.
- BIGARELLA, João José. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora de UFSC, 2003.
- CAMACH, R. L.; FRANCISCON, C. H. e NASCIMENTO, H. E. M. **Vegetação**. In: Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil – Colômbia: Eixo Tabatinga-Apapores. Manaus, 2006, DVD.
- CARNEIRO, Deize de Souza, CARVALHO, José Alberto Lima de. **As Cidades e os Rios: evolução morfodinâmica e implicações sociais para as cidades da calha do rio Solimões**. XV Encontro Nacional de Geógrafos – ENG. São Paulo – Universidade de São Paulo. 2008.
- CARNEIRO, Deize de Souza. et al. **Morfodinâmica do rio Solimões e implicações sociais: uma proposta de educação ambiental com o suporte das geotecnologias e do conhecimento tradicional**. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR/INPE. Natal – Rio Grande do Norte, 2009.
- CARVALHO, José Alberto Lima de. **Terras Caídas: denominação regional para um fenômeno multicausal**. 11ª Semana de Geografia da Universidade Federal do Amazonas: Espaço e Tempo no Século 21. Manaus. 2004.
- CARVALHO, José Alberto Lima de. **Terras caídas e conseqüências sociais: Costa do Miracauera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara – Am**. Dissertação (Mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia) –Universidade Federal do Amazonas – UFAM, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. vol. 1.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio, **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1980.
- CÓDIGO CIVIL BRASILEIRO. Atualizado em janeiro de 2006. Editora Escala.

COELHO, André. L. N. **Alterações hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES**, 2007. Tese de Doutorado (Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense) UFF, Niterói – Rio de Janeiro, 2007.

CPRM. **Geologia e Recursos Minerais do estado do Amazonas**. Manaus, 2006, DVD.

CPRM. **Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil – Colômbia: Eixo Tabatinga-Apáporos**. Manaus, 2000, DVD.

CRUZ, Carla Bernadete Madureira et. al.. **Classificação Orientada a Objetos na Geração do Mapa de Uso e Cobertura da Terra do estado do Rio de Janeiro**. SBSR, 2009.

CUNHA, Euclides da. **Amazônia – um paraíso perdido**. Manaus: Editora Valer; Governo do Estado do Amazonas; EDUA, 2003.

CUNHA, F. M. B. **Morfologia e Neotectonica do Rio Amazonas**. Anais do III Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, Para, 1991.

CUNHA, Sandra B. Bacias Hidrográficas. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (orgs.) **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001b. p. 229-271.

CUNHA, Sandra B. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (orgs.) **Geomorfologia exercícios técnicas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 157-189.

CUNHA, Sandra B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) **Geomorfologia uma Atualização de Bases e Conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a. p. 211-252.

DUTRA, Raimundo Leandro C. e CARNEIRO, Deize de Souza. **Cidades, rios e rede urbana no Amazonas: uma análise de custo dos insumos da construção civil na calha do Solimões**. Florianópolis: In: (Anais do CD-ROM) X SIMPURB, 2007.

FILIZOLA, Naziano. et al. Caracterização Hidrológica da Bacia Amazônia. In: **Amazônia: uma perspectiva interdisciplinar**. Manaus: EDUA, 2002.

FILIZOLA, Naziano. **O fluxo de Sedimentos em Suspensão nos Rios da Bacia Amazônica Brasileira**. Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 1999.

FISH. G. **Clima da Amazônia**. 1999. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: www.cptec.inpe.br. Acesso em: Agosto de 2009.

FLORENZANO, Teresa Gallotti (Org.). **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. 1ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANZINELLI, Elena e potter, Paul Edwin. **Identificação Petrográfica, textural e química de sedimentos arenosos recentes do rio Solimões-Amazonas: uma possível aplicação prática**.

GARCÍA *et al.* **Geomorfologia**. In: Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil – Colômbia: Eixo Tabatinga-Apapores. Manaus, 2006, DVD.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Amazônia, Amazônias**. 2ª Edição – São Paulo: Contexto, 2005.

GOULDING, Michael; BATHEM, Ronaldo e FERREIRA, Efrem. **The Smithsonian: Atlas of the Amazon**.

GUERRA, J. T. CUNHA, Sandra B. (org.) **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Edgard Brasil, 1994.

IRIONDO, M. **Geomorfologia da planície Amazônica**. Ata do Simpósio do Quaternário no Brasil. 1982.

JUNK, W. J. As águas da região Amazônica. In: **Amazônia; desenvolvimento, integração, ecologia**. São Paulo: Brasiliense; (Brasília) CNPq, 1983.

KANT, Immanuel. **Escritos sobre o terremoto de Lisboa**. Coimbra: Almedina, 2005. p.97

KOHLER, Heinz Charles. **A Escala na análise Geomorfológica**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 3, Nº 1 (2002) 21-31.

KRUKOSK, Wilson R. M. **Arquivo da 2ª Comissão Demarcadora de Limites**. Palácio do Itamaraty. Rio de Janeiro.

LEOPOLD, Luna B. e WOLMAN, M. Gordon. **River channel Patterns: braided, meandering and straight**. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 282-B.

LOPES, E. S.; NETO, R.F.M e BÔAS, J.M.V. **Hidrologia e Climatologia**. In: Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil – Colômbia: Eixo Tabatinga-Apapores. Manaus, 2006, DVD

MOLINIER, M., Guyot, J. L., de Oliveira, E., Guimarães, V. **Hidrologia da Bacia Amazônica**. A Água em Revista. CPRM. Rio de Janeiro. 1994.

MONTEIRO, Mário Ypiranga. **O Sacado (Morfo-dinâmica Fluvial)**. Cadernos da Amazônia. Manaus: CNPq- Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 1964.

MOURA, J.R.S. & MELLO, C.L. **Geomorfologia do Quaternário**. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (org.), 1996.

NOVO, Evelyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

OLIVEIRA, José Aldemir. **Cidades, Rios e Floresta: paisagens de cultura e natureza amazônica**. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16, 2006, Rio Branco, A geografia e a Amazônia no contexto latino-americano: diálogos, prática e percursos (Anais do CD-ROM). Rio Branco: Editor Nicanor Coelho e Ipê Multimídia, ENG, 2006.

Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA. **PLANO ESTRATÉGICO 2004-2012**. Brasília. 10/2008.

PEREIRA, C. P. F. **Geopolítica e o futuro do Brasil**: Amazônia Ocidental e Pantanal Comunidade Sul-Americana. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército. 2007.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. **Geologia do Brasil**. São Paulo, T.A. Queiroz: EDUSP. 1988. 2ª edição. 631 p.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**: Volume 1 / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

REBOUÇAS, A C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil**. Escrituras - São Paulo p303-338.

RITTER, Dale F.; KOCHER, R. Craig.; MILLER, Jerry R. **Process Geomorphology**. Fourth Edition, New York: Mc Graw Hill, 2002.

RODRIGUES, Cleide; ADAMI, Samuel. Técnicas Fundamentais para Estudos de Bacias Hidrográficas. In: VENTURI, Luis Antônio Bittar (Org.). **Praticando Geografia- técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos.

ROZO, Max G; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues e CARVALHO, Albertino de Souza. **Análise multitemporal do sistema fluvial do Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1875-1882.

SALATI, Enéas. O Clima atual depende da floresta. In: **Amazônia; desenvolvimento, integração, ecologia**. São Paulo: Brasiliense; (Brasília) CNPq, 1983. p. 45-100.

SCHOR, Tatiana. et al. **Notas sobre a tipificação da rede urbana da calha do rio Solimões, Amazonas**. Belém: In: Anais do Encontro da ANPUR, 2007.

SIOLI, H. **Amazônia - Fundamentos de ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis, Vozes, 1985. 72 p.

SOUZA, Celso Gutemberg. Solos. In. **Geografia do Brasil – Região Norte. Vol.3 – IBGE**. Rio de Janeiro: 1991.

SOUZA, José Ferreira de. **Possibilidades Energéticas do Linhito no Alto Solimões**. Conferencia proferida no Simpósio sobre Fontes Alternativas de Energia Elétrica na Amazônia da CELETRAMAZON. Manaus, 27/07/1979.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia; SUGUIO, Kenitiro, SANTOS, Antonio Manoel dos & OLIVEIRA, Paulo Eduardo. **Quaternário do Brasil**. Ed. Holos, 2005.

STEIMAN, Rebeca e MACHADO, Lia Osorio. **Limites e fronteiras internacionais: uma discussão histórico-geográfica.** Acessado em: 06/08/2009. Disponível em: <http://acd.ufrj.br/fronteiras/pdf/REBECALIADiscBibliog.pdf>

STERNBERG, H. O' R. **A água e o homem na várzea do Careiro.** Tese de concurso à cátedra de Geografia do Brasil da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil. 2ª Edição. Belém, 1998.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Pesquisa de Campo em Geografia.** In Revista Geographia. Niterói: UFF, 2002.

SUGUIO, Kenitiro e BIGARELLA, João J. **Ambientes Fluviais**, 2ªed.. Florianópolis: U.F.S.C. – Universidade Federal do Paraná, 1990.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais.** São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas, 1999. 366 p.

TOCANTINS, Leandro. **O rio comanda a vida: uma interpretação da Amazônia.** 9ª Edição. Manaus: Editora Valer/Edições do Governo do Estado do Amazonas, 2000.

TRICART, J. **Tipos de planícies aluviais e de leitos fluviais da amazônia brasileira.** Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 1977.

VENTURI, Luis Antônio Bittar. O papel da técnica no processo de conhecimento científico. In: VENTURI, Luis Antônio Bittar (Org.). **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SILVA, Telma Mendes. **Evolução geomorfológica e sedimentação de canais erosivos holocênicos no médio vale do rio Paraíba do Sul.** Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 1991.

Sites consultados

Agência Nacional de Águas: <http://www.ana.gov.br>

Agência Nacional de Energia Elétrica: <http://www.aneel.gov.br>

Companhia de Recursos Minerais-CPRM: <http://www.cprm.gov.br>

Exército Brasileiro: <http://www.exercito.gov.br/>

Fórum de Desenvolvimento do Alto Solimões: <http://www.mesoaltosolimoes.com.br>

IBAMA: <http://www.ibama.gov.br>

IBGE: <http://www.ibge.gov.br>

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia: <http://www.inmet.gov.br>

Instituto de Registro Imobiliário Brasileiro: <http://www.irib.org.br>

Instituto IMAZON: <http://www.imazon.org.br>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais <http://www.inpe.br>

Marinha do Brasil: <http://www.mar.mil.br>

Ministério das Cidades: <http://www.cidades.gov.br>

Ministério de Integração Nacional: <http://www.integracao.gov.br>

Ministério de Relações Exteriores: <http://www.itamaraty.gov.br>

Ministério do Desenvolvimento Agrário: <http://www.mda.gov.br>

Ministério do Meio Ambiente: <http://www.mma.gov.br>

Organização do Tratado de Cooperação Amazônica: <http://www.otca.org.br>

Organização Meteorológica Mundial: <http://wmo.meteo.pt/wmo.jsp>

Primeira Comissão Demarcadora de Limites:
<http://www.scdl.gov.br/html/npcdl/home.asp?lng=1>

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas:
<http://www.sds.am.gov.br>

Segunda Comissão Demarcadora de Limites: www.info.incc.br

Serviço Meteorológico e Hidrológico Nacional Peruano: <http://www.senamhi.gob.pe>

Superintendência da Zona Franca de Manaus:
http://www.suframa.gov.br/suframa_descentralizadas_alcs_tabatinga.cfm

Universidad Nacional de Colombia: <http://www.unal.edu.co>

http://www.ufrgs.br/labes/integracao/apresentacao_alejandro.pdf

<http://acd.ufrj.br/fronteiras/pdf/liafront.pdf>

<http://mp.rs.gov.br>

<http://www.brasilbrasileiro.pro.br>

<http://www.cepen.org>

<http://www.geociencias.ufpb.br>

<http://www.ig.ufu.br>

<http://www.ig.ufu.br/coloquio/textos/SALVI,%20Rosana%20Figueiredo.pdf>

10. ANEXOS

ROTEIRO DE ENTREVISTAS REALIZADAS EM 2007

Terras caídas

- 1) Descrição do Fenômeno:
- 2) O que causa as terras caídas?
- 3) A área onde mora é muito afetada? Como era antes?
- 4) Qual a influencia das terras caídas na vida das pessoas? Quais as principais conseqüências?
- 5) Teve algum evento particular? Já aconteceu algum acidente?
- 6) Qual a solução para resolver o problema?
- 7) Outras observações:

Áreas de Deposição

- 1) Descrição do Fenômeno:
- 2) O que causa o surgimento de ilhas?
- 3) A área onde mora é um ambiente de deposição ou erosão?
- 4) Qual a influencia do crescimento de terra nova na vida das pessoas?
- 5) É um problema ou não?
- 6) Teve alguma situação trágica relacionada aos bancos de areia?
- 7) Outras observações:

SOBRE O RIO SOLIMÕES, LAGOS, FUIROS...

- 1) Descrição geral (Regime, característica hidrológicas):
- 2) Rio x terras caídas:
- 3) Rio x Deposição
- 4) Transporte de sedimentos

OBS: Entrevistas abertas com gravação de áudio.

SÍNTESE DAS ENTREVISTAS NA COMUNIDADE CRISTO REI

Localidade: Comunidade Cristo Rei, Ilha do Aramaçá **Data:** 05, 06 e 07 julho de 2007

Total de entrevistados: 17 pessoas **Total de famílias na comunidade:** 21

Terras caídas

- 1) Descrição do Fenômeno:
 - No período de enchente o banheiro é mais forte, bate e a terra cai;
 - Ação de Arraias, cobra grande, ritual indígena

- 2) O que causa as terras caídas?
 - A força/dinâmica do Rio: Todos
 - Embarcações: 6
 - Mitos e lendas: 10
 - Não sabem: 1

- 3) Qual a influencia das terras caídas na vida das pessoas? Quais as principais conseqüências?
 - Perda da plantação;
 - Migração de famílias;
 - O problema de desmontar e reconstruir casas;
 - Instabilidade;
 - Dificuldades de acesso às embarcações
 - Quando associado a mitos e lendas provoca medo e insegurança

- 4) Qual a solução para resolver o problema?
 - Conviver com o fenômeno: 15
 - Receber doação de novas áreas do poder público: 04
 - Indenização: 04

Áreas de Deposição

Descrição do Fenômeno:

- 1) O que causa o surgimento de ilhas?
 - Grandes enchentes: 3
 - O rio Solimões: + ou – todos
 - Não sabem, nunca observara: 8

- 2) A área onde mora é um ambiente de deposição ou erosão?
 - Erosão: Todos, contudo convivem e trabalham em áreas de deposição, ou seja convivem com os dois ambientes

3) Qual a influência do crescimento de terra nova na vida das pessoas?

Aumento de propriedades: 5

Área de lazer no período de vazante: Todos

Ambiente ideal para produção agrícola: Todos

Risco de “acidente” (Barco e balsas encalhadas): 6

Aumento da distância de sua casa em relação ao rio: 8

Dificuldade para transporte terrestre

4) A deposição é considerada um problema?

Sim: 11

Não: 16

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)