



**DINÂMICA DE INUNDAÇÃO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS DO RIO XINGU,
NA REGIÃO DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE -
ALTAMIRA -PA**

RITA DENIZE DE OLIVEIRA



Presidente Prudente

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Campus de Presidente Prudente

**DINÂMICA DE INUNDAÇÃO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS DO RIO XINGU,
NA REGIÃO DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE -
ALTAMIRA -PA**

RITA DENIZE DE OLIVEIRA

Orientador: Dr. Paulo Cesar Rocha

Tese apresentada ao Programa de Pós - graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Geografia.

Área de Concentração: Dinâmicas da Natureza

Presidente Prudente

2017

O48d

OLIVEIRA, RITA DENIZE DE OLIVEIRA

DINÂMICA DE INUNDAÇÃO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS DO RIO XINGU,
NA REGIÃO DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE - ALTAMIRA

-PA : Geografia / RITA DENIZE DE OLIVEIRA OLIVEIRA. -- Presidente Prudente,
2017

397 p. : il., tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e
Tecnologia, Presidente Prudente

Orientadora: PAULO CESAR ROCHA ROCHA

1. Inundações. 2. Planícies Fluviais. 3. Xingu. 4. Usina Hidrelétrica de Belo Monte. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

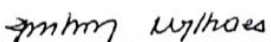
TÍTULO DA TESE: DINÂMICA DE INUNDAÇÃO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS DO RIO XINGU, NA REGIÃO DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE - ALTAMIRA - PA.

AUTORA: RITA DENIZE DE OLIVEIRA
ORIENTADOR: PAULO CESAR ROCHA

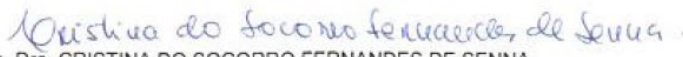
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em GEOGRAFIA, área: PRODUÇÃO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO pela Comissão Examinadora:




Prof. Dr. PAULO CESAR ROCHA
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/UNESP



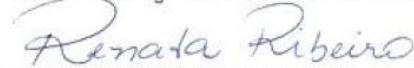
Profa. Dra. SONIA MARIA SIMÕES BARBOSA MAGALHÃES SANTOS
NCADR / Universidade Federal do Pará



Profa. Dra. CRISTINA DO SOCORRO FERNANDES DE SENNA
Ecologia e Ciências da Terra / Museu Paraense Emilio Goeldi



Profa. Dra. ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA
Departamento de Geografia / FCT/UNESP/Presidente Prudente (SP)



Profa. Dra. RENATA RIBEIRO DE ARAUJO
Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/UNESP

Presidente Prudente, 21 de agosto de 2017

Dedico

*A **Deus** porque me fez parte integrante da natureza e me concedeu a dádiva de contemplar a luz do sol, sentir as gotas da chuva, o cheiro da terra, navegar e banhar nas águas esverdeadas do rio do Xingu . A todos os povos do Xingu que consideram o rio como a extensão do seu próprio corpo, portanto, algo que tem ritmo e pulsa. E finalmente, ao meu irmão Marcus Vinícius Filgueira (in memória).*

Epigrafe

Amor é um dom supremo

Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o bronze que soa ou como o címbalo que retine.

*Ainda que eu tenha o dom de profetizar e conheça todos os mistérios e **toda a ciência**; ainda que eu tenha tamanha fé; a ponto de transportar montes, se não tiver amor nada serei.*

E ainda que eu distribua todos os meus bens entre os pobres e ainda que entregue o meu próprio corpo para ser queimado, se não tiver amor, nada disso me aproveitará.

O amor é paciente, é benéfico; o amor não arde em ciúmes, não se ufana, não se ensoberbece, não se conduz inconvenientemente, não procura os seus interesses, não se exaspera, não se recata do mal; não se alegra com a injustiça, mas regozija-se com a verdade; tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta (...) (I Coríntios: 13: 1-13). Enfim, a dedicação na investigação de fenômenos naturais e sociais na região do Xingu requer um amor incomensurável, que por vezes supera as forças físicas, materiais e intelectuais do pesquisador.

Agradecimentos

Ao meu Deus que me deu vida para executar este trabalho.

A Universidade Federal do Pará pela oportunidade de contribuir com a Faculdade de Geografia por três anos em Altamira vivenciando o “bomm” da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte;

Ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas e a Faculdade de Geografia e Cartografia por ter acreditado no meu trabalho;

A respeitáda Antônia Melo que me batizou nas águas do rio Xingu;

Ao meu orientador Dr. Paulo Cesar Rocha por ser uma pessoa tranqüila, prudente, humilde, paciente, e pelas suas valiosas palavras de orientação “Nunca perca seu foco e acredite no seu trabalho”.

A professora Dra. Sonia Magalhães por seu exemplo ético, dedicação e produção científica na Amazônia;

Aos meus professores da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Campus de Presidente Prudente;

A professora Dra. Regina Célia de Oliveira pela sua contribuição durante a apresentação do meu projeto de doutorado sugerindo inserção análise do aspecto histórico na ocupação do relevo e sua possível relação com as inundações.

A minha mãe Luzia Filgueira de Oliveira e meu pai José Ribamar de Oliveira por cuidar dos meus filhos João Victor de Oliveira Coelho e Luíza Oliveira Alves em todos esses anos que eu me dediquei a minha vida acadêmica e a Educação dos filhos de outros trabalhadores.

Aos meus filhos João Victor de Oliveira Coelho e Luíza Oliveira Alves que apesar de saberem que em muitos momentos estive ausente como mãe, continuaram me amando, me respeitando incondicionalmente;

Agradeço de coração especialmente a duas mulheres fortes em minha família são exemplos de vida: Maria do Socorro de Oliveira e Maria Madalena dos Santos dias (In memória) que me ajudaram sempre na continuação dos meus estudos;

Ao meu companheiro Ildo Geraldo Alves pela contribuição nos trabalhos de campo e quando por vezes eu pensava que não iria conseguir, ele me encorajava a continuar.

A Maria Augusta Freitas Canal pelos seus sábios conselhos e por toda sua amizade durante essa árdua trajetória na república da Barbie;

Aos amigos da república de Cametá: Marcel Ribeiro Padinha, Rosivanderson Baia Correa, Jose Carlos Cordovil, Paulo Alves de Melo por tornarem a vida em Presidente Prudente mais divertida e leve apesar da distância de casa;

A Todos os colegas de turma de doutorado Ivana Silva, Adolfo da Costa Oliveira Neto, Benedito Ely Valente da Cruz (...) que compartilharam esse momento de aperfeiçoamento profissional.

Agradeço a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS na pessoa do Ms. Saulo Carvalho que colaborou me auxiliando a compreender as variáveis climáticas.

A Defesa Civil Estadual que abriu as portas de sua instituição para leitura dos relatórios e dos dados referentes ao Município de Altamira na pessoa da Major Alessandra Pinheiro.

Aos companheiros do Museu Paraense Emílio Goeldi: Paulo Sarmiento, Cristina Senna, Maria de Lourdes Ruivo, Amílcar Mendes, Francisco Berredo.....

Aos companheiros e colegas da arqueologia do Museu Paraense Emílio Goeldi: Dr. Paulo do Canto, Mardock, Silvinho e ao saudoso Fig (In memória) que há décadas me chamava de "Doutora".

Aos Amigos do SIPAM Pedro Rolim e Eduardo que abriram as portas da instituição para me ajudar e me ensinar a entender um pouquinho do Universo que é a "Amazônia";

Aos amigos que nos ajudaram durante a etapa de campo e laboratório Renato Gaúcho do Hotel Copacabana, ao Sr. Jair dos Barcos, ao Bené do Bar da Colina; Dona Rita da Comida Caseira; Dona Rita do Bela Vista, Geane e família, ao Remi, ao Marcelo, Paulo Sarmiento, a Gisele do MEV; A Dra. Simone da Geociências.

As Mulheres "poderosas", Doutoradas, Pesquisadoras e Professoras Sonia Magalhães, Cristina Senna, Isabel Moroz e Renata Araújo que aceitaram convite de compor banca examinadora dessa pesquisa.

SUMÁRIO

	pg.
INTRODUÇÃO.....	1
JUSTIFICATIVA E PROBLEMATIVA	9
HIPÓTESE	19
OBJETIVOS	19
Objetivo geral	19
Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO E ROTEIRO METODOLÓGICO DA PESQUISA	21
1.1 – Referencial Teórico.....	21
1.1.1. Paradigma Holístico: base para uma proposta metodológica de compreensão inundações em Altamira e bacia do Xingu.....	22
1.1.2 – Teoria dos sistemas e a análise da bacia hidrográfica.....	26
1.1.2.1 – Mudança e dinâmica evolutiva dos sistemas: Equilíbrio, Estabilidade e resiliência.....	34
1.1.3- Padrões de Drenagem e padrões de canais.....	43
1.1.4- Conectividade Fluvial.....	53
1.1.5-Ambientes Fluviais: conceitos importantes.....	60
1.1.6– Inundações, Enchentes e alagamentos: interações entre variáveis físicas e antropogênicas.....	76
1.2- Roteiro Metodológico da Pesquisa.....	80
CAPÍTULO II – BACIA DO XINGU: COMPLEXIDADE NATURAL E SOCIOECONÔMICA.....	90
2.0- Contextualização e caracterização do meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.....	91
2.1- Clima.....	94
2.2- Geologia.....	100
2.3-Geomorfologia.....	109
2.4- Hidrologia e Hidrografia.....	115
2.5- Solos	125
2.6- Cobertura vegetal e Uso e ocupação do solo.....	134
2.7 - Ocupação da Bacia do Xingu e aspectos socioeconômicos.....	141
RESULTADOS	
CAPÍTULO III - Paisagens Hidrogeomorfológicas e suas dinâmicas.....	158
3.1- Identificação e caracterização dos componentes da paisagem.....	160
3.2- Dinâmica de ocupação da paisagem na área urbana de Altamira.....	173
3.2.1 - Pré-Contato.....	175

3.2.2- 1º <i>input</i> : Colonização Portuguesa e Aldeamentos missionários (1636-1883).....	178
3.2.3- 2º (1883-1942) e 3º (1942- 1970) <i>Inputs da Borracha</i>	184
3.2.4- 4º <i>Input</i> : Construção da Transamazônica (1970-2011).....	195
3.2.5- 5º e 6º <i>inputs</i> : <i>Usina Hidrelétrica de Belo Monte e a mineração</i>	202
CAPÍTULO IV – ANÁLISE DO REGIME HIDROLÓGICO	221
4.1 -Histórico das Inundações em Altamira	222
4.2-Regime Hidrológico do Rio Xingu: Dados de Vazões e Fluviometria	255
4.3- A morfometria da rede drenagem das três Sub – bacias: Ambé, Altamira e Pannels	310
4.4- Níveis de perturbação na área urbana de Altamira no contexto da Usina Hidrelétrica de Belo Monte	324
5. CONCLUSÕES	367
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	372

LISTA DE FIGURAS

Figura 01a	Figura 1a: Localização da bacia Hidrográfica do Rio Xingu, com ênfase no trecho estudado no perímetro urbano de Altamira (ponto rosa no mapa) e a Usina Hidrelétrica de Belo Monte (ponto verde no mapa).....	13
Figura 01b	Figura 01b: Recorte Espacial da Pesquisa – Médio Curso do Rio Xingu – Perímetro urbano de Altamira – Sub- bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas	14
Figura 02	As três principais áreas da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.....	16
Figura 03	Características de um sistema complexo.....	29
Figura 04	Seis tipos principais de rios multicanais proposto por Nanson e Knighton (1996).....	52
Figura 05	Modelo de <i>Continuum fluvial</i>	54
Figura 06	Ilustração do ciclo hidrológico alterado na Bacia hidrográfica do Xingu.....	55
Figura 07	Seqüência longitudinal de sistemas fluviais e prováveis feições gerais que distinguem os trechos. As setas indicam a relativa intensidade das interações (conectividade) longitudinais (seta horizontal), verticais (seta vertical) e laterais (seta oblíqua).....	57
Figura 08	Conectividade entre rio e a planície de inundação de acordo com Ward & Stanford (1995).....	59
Figura 09	Perfil transversal ideal para rios da Amazônia.....	61
Figura 10	Diagrama de seis estágios modelo de evolução do canal de Simão e Hupp (1987). Degradação e aincisão do canal inicia-se no estágio 3, continua no estágio 4, associado ao alargamento do canal, alargamento continua na fase 5, até chegar no estágio 6 que corresponde ao um quase equilíbrio. Fluxo inicialmente reage através processos verticais (setas) após canalização em seguida, ambos processos verticais e laterais operar, terminando com uma mudança à dominação processo lateral e assoreamento suave.....	65
Figura 11	Mapa das principais áreas úmidas da América do Sul inundadas.....	69
Figura 12	Representação esquemática das inter-relações dos fatores atuantes na configuração das diferentes tipos de inundações em Altamira.....	82
Figura 13	Roteiro fluvial para observar características dos ecossistemas que margeiam o Rio Xingu; (b) Coleta de pontos em GPS (Sistema de Posicionamento Global) sendo possível observar avanço das cheias do Xingu; (c) Coleta de amostra na Planície de inundação do igarapé Panelas e, (d) Coleta de amostra de folhelho no Reassentamento Urbano Coletivo Laranjeiras.....	86
Figura 14	Diversidade natural e étnica da Bacia hidrográfica do Rio Xingu.	93
Figura 15	Regionalização da precipitação na bacia hidrográfica do Xingu, e ênfase a área de estudo inserida no Setor C.	99

Figura 16	Representação cartográfica da constituição geológica da bacia do Xingu.....	101
Figura 17	Província espeleológica Altamira – Itaituba.....	104
Figura 18	Representação cartográfica da geologia de Altamira.....	106
Figura 19	Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos AII e AID AHE Belo Monte.	108
Figura 20a:	Processos geomorfológicos que predominam nabacia hidrográfica do Rio Xingu....	110
Figura 20b	Domínios geomorfológicos do Estado do Pará na área de estudo	111
Figura 21a	Sazonalidade das vazões médias mensais do posto Altamira.....	118
Figura 21b	Fluviograma Anual do Rio XINGU no Posto Fluviométrico de ALTAMIRA – 18850000 (1968-2004).	118
Figura 22	Bloqueio da foz do rio Xingu controlado por lineamentos de direção NS-SE, aqueles de direção NE-NW controlam trechos de menor largura, próximo a cidade de Porto de Moz, Outros lineamentos nas direções NW-SE, NE-SE e NNW-SSE controlam a drenagem secundária. Folha SA. 22-V-D (Gurupá).....	123
Figura 23	Padrões de drenagem do médio Xingu: 1- padrão anastomosado, 2- área complexa, afloramentos rochosos e presença de ilhas sedimentares, 3- trecho em canais rochosos com fluxo turbulento encachoeirado, 4 delta fluvial, 5- ria.....	125
Figura 24	Representação das Unidades pedológicas da bacia hidrografica do Xingu.....	127
Figura 25	Mapa de cobertura vegetal da bacia hidrografica do Xingu.....	140
Figura 26	Mapa de ocupação e uso do solo da bacia hidrografica do Xingu.....	144
Figura 27	Municípios sedes e de entorno à Usina Hidrelétrica de Belo Monte, Pará.....	152
Figura 28a:	Representação das principais unidades (manchas) hidrogeomorfológicas na área Urbana de Altamira, Sudoeste do Pará.....	166
Figura 28b:	Unidades hidrogeomorfológicas na área urbana de Altamira: (a) Praia do Pepino. (b) Balneário Pedral, (d) Lagoa em processo de ocupação desordenada e, (d) Igarapé Altamira no baixão do Tufi.	170
Figura 28c	Diversidade na apropriação das unidades Hidrogeomorfológicas: (a) pesca no setor da desembocadura do igarapé Ambé; (b) exploração de argila para olaria no Igarapé Pannels; (c) Extração de areia no leito do rio Xingu; (d) Presença de Aquários para comercio de peixes ornamentais (e) Planície de inundação do igarapé Ambé aterrada e impermeabilizada e (f) Setor de fabricação de embarcações.	171
Figura 29	Mapa Etno-Histórico do Brasil e regiões adjacentes, Adaptado do mapa de Curt Nimuendajú de 1944.....	177
Figura 30	Representação dos igarapés no período das cheias.....	181
Figura 31	Representação do rio Xingu na Sociedade de Geografia do Rio de Janeiro em 1884.....	183

Figura 32a	Mapa dos Rios Iriri – Curuá – Jamanchim, de 1912.....	186
Figura 32b	Modelo de organização da atividade seringueira no Médio Xingu conforme descrito por Snethlage (1912) a partir do barracão do Manoelzinho.	186
Figura 33	Mapa do Rio Xingu, produzido por Pinto (1930).....	189
Figura 34	Memoria da atividade da borracha: (a) moedas fabricadas nas décadas de 20 e 30 de quinhentos e mil reis; (B) Homenagem ao seringueiro e seringalista pela Superintendência da Borracha (SUDHEVEA) no IV Encontro dos Seringalistas e Seringueiros dos Vales do Juruá, Purus e Madeira e na região dos baixos rios.....	193
Figura 35:	Valor médio por unidade das peles de Onça Pintada e Gato Macarajá, em dólar Norte Americano, entre os anos de 1933-1975.....	194
Figura 36	Gráfico apresentando o aumento da população urbana em detrimento a população rural em Altamira, com base na migração, a partir de 1970 até 2010.....	197
Figura 37	Ramal S. Francisco, onde se localizam as nascentes do igarapé Ambé, localizado na zona rural de Altamira, observou-se assoreamento de nascentes (a) e ravinas e voçorocas.....	198
Figura 38	Loteamentos privados e invasão responsável pela expansão urbana em Altamira: (A) Bairro Bela Vista que enfrenta problemas graves de abastecimento de água; (B) Residencial Altaville, localizado no bairro Alberto Soares concentra destinado a classe média alta; (C) Bairro Aparecida localizado na planície de inundação do igarapé Ambé; (D) Invasão dos padres que compreende áreas de igapó, com presença de lagoas.....	201
Figura 39	Mudanças na reinstalação dos atingidos: (a) Acampamento do Movimento de resistência a construção da ponte no baixão do Tufí sob o igarapé Altamira, na rua dos operários; (b) Morador com mandato judicial de desocupação de 24 horas de sua residência por tratar-se de obra federal; (c) aterramento do leito do igarapé para construção da ponte sob o igarapé Altamira; (d) Ruc Jatobá com sérios problemas no sistema de tratamento de esgoto e contaminando trecho do igarapé Ambé, (e) Construção da ponte sob o igarapé Pannels com alargamento do leito e retirada da vegetação aluvial; (f) Construção do Pier de acesso no igarapé Pannels, com retirada de vasto trecho de floresta aluvial.....	208
Figura 40	Planície do Igarapé Pannels: (a) Presença de planície fluvial encaixada entre os morros e vertentes quase verticais; (b) impactos sob trechos de planície preservadas antes da instalação do RUC (c) Visão do reassentamento Urbano Laranjeiras; (d) Pier de Acesso ao RUC Laranjeiras, durante as cheias abrange o leito do Igarapé	

	construído sob o leito do igarapé.....	208
Figura 41:	Dinâmica na paisagem após a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: (a) Parque ambiental do igarapé Altamira com alteração de extensas planícies de inundação (b) Ponte de concreto sob o igarapé Altamira na Avenida João Coelho; (c) Praia Artificial na Orla do Rio Xingu, (d) Estação de tratamento de Esgoto com os primeiros problemas de vazamentos e contaminação do Rio Xingu em 2017; (e) Áreas que sofreram inundações permanentes após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no bairro Aparecida.	209
Figura 42a	Planta da evolução urbana de Altamira até 2002.....	211
Figura 42b	Planta da área urbana para o ano de 2015 no Município de Altamira.....	212
Figura 43	Planta do Uso atual das terras na área urbana de Altamira.....	213
Figura 44	Miséria na região Tocantina em função das enchentes fluviais municípios atingidos são inúmeros: Marabá, Cametá, Mocajuba entre outros.....	223
Figura 45	A cheia do Rio Xingu de 1957 é apresentada pelos jornais da época como uma das piores enchentes registradas no século XX.....	224
Figura 46	O ano de 1974 é a segunda grande referencia de grande enchente em Altamira.....	226
Figura 47	Apesar das enchentes e inundações cíclicas na bacia do Xingu ainda foram identificados óbitos três em Porto de Moz e um em Altamira.....	228
Figura 48	Localização dos seis açudes ou barragens em Altamira, Sudoeste do Pará que romperam durante no desastre de 12 de abril de 2009.....	230
Figura 49	Altamira decreta estado de calamidade pública em consequência das inundações na cidade, contabilizando 20 mil desabrigados.....	232
Figura 50	Levantamento realizado pela Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) em Altamira aponta para rompimento de barragens sem licença de funcionamento no curso do igarapé Ambé e Altamira: (C) Barragens de grande porte do igarapé Ambé, e (D) barragem, localizado em um Parque a 4 km do núcleo urbano de Altamira.....	233
Figura 51:	Distribuição do percentual da Cobertura vegetal e Uso das Terras na área das duas bacias hidrográficas Altamira e Ambé, Altamira – Pará.	235

Figura 52:	Extensão do desmatamento no município de Altamira entre os anos de 2001 a 2016.	236
Figur 53	Evolução da pecuária de gado bovino em Altamira -2003-2012.....	236
Figura 54:	Evolução da área cultivada pela cultura da banana e do cacau.....	237
Figura 55:	Jornais registram cheias do Rio Xingu: (A) Em 2012 a enchente desalojou 400 famílias; (B) Em 2013, Altamira decreta situação de emergência em função das cheias; (C) e, (D) Parque de Exposição de Altamira Antônio Inácio de Lucena é transformado em abrigo.	245
Figura 56	Enchente em Altamira em 2014: (A) Moradores tentaram recuperar móveis durante enchente, sendo amontoados no meio da rua; (B) Mais de mil famílias foram atingidas por enchentes em oito bairros da cidade de Altamira; (C) Três pontes que dão acesso ao centro da cidade de Altamira ficaram submersas e 152 famílias já precisaram ser remanejadas para abrigos improvisados, e (D) Cheia do Rio Xingu atingiu três bairros de Vitória do Xingu e desabrigou 27 famílias da zona rural.....	248
Figura 57	Avanço dos Alagamentos em áreas diversas: (A) Alagamento crônico no setor da Lagoa, Independente II; (B) Intrafegabilidade de veículos e pessoas na rua tradicional de comércio, 7 de setembro; (C) Rua Brigadeiro Eduardo Gomes totalmente alagada que concentra importantes instituições públicas, (D) Os alagamentos atingiram ruas centrais de Altamira, a lamina d água cobriu motocicletas estacionadas em frente ao Hospital Regional.....	249
Figura 58a	Total Anual de Precipitação Pluviométrica em Altamira, Pará (1971 a 2014).....	257
Figura 58b	Médias Mensais de Precipitação Pluviométrica no período de 1971-2014, Posto de Altamira, Pará.....	258
Figura 58c	Média Mensal da serie histórica (1971-2016) demonstrando o pico de vazão nos meses de março e Abril.....	258
Figura 59	Serie histórica das vazões do Rio Xingu, demonstrando três grandes períodos.....	260
Figura 60	Média mensal das vazões da série histórica dos três períodos.....	262
Figura 61	Desvio padrão em relação às médias mensais de vazões dos três longos períodos.....	262
Figura 62	Coefficiente de variação em relação às medias de vazões em três longos períodos.....	263

Figura 63	Média Anual das Vazões Máximas dos três períodos da serie histórica (1971-2014) do Posto de Altamira, evidenciando anos de possíveis inundações.....	264
Figura 64	Vazões Máximas Mensais, enfatizando picos de vazões nos meses de março em 1978, 1982, 1985 e 2014 da Série histórica 1971-2014.....	265
Figura 65	Índices da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP ou PDO) 1900 – 2017.....	266
Figura 66	Precipitação pluviométrica nos anos de grandes cheias no Rio Xingu, Altamira, Pará.....	267
Figura 67	As tendências no Índice de Oscilação Multidecadal Atlântico expressam como anomalias padronizadas.....	268
Figura 68	Precipitação pluviométrica do mês de março, abril e maio do ano de 1974.....	271
Figura 69	Enchente e inundação do Rio Xingu no mês de março de 1974, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o a precipitação pluviométrica diária e as vazões diárias.....	272
Figura 70	Enchente e inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1974, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o volume de precipitação pluviométrica diária e das vazões diárias.....	272
Figura 71	Enchente e inundação do Rio Xingu no mês de maio de 1974, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o volume de precipitação pluviométrica diária e das vazões diárias.....	273
Figura 72	Precipitação pluviométrica do mês de março e abril de 1978 demonstrando dois picos de chuva que contribuíram com duas inundações da área urbana de Altamira.....	274
Figura 73	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1978, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o volume de precipitação pluviométrica diária e aumento das vazões diárias.....	275
Figura 74	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1978, demonstrando a evolução do pulso de inundação pouco acima de nível de alerta e vazões diárias acima de 19.000 m ³ /s.....	275
Figura 75	Apesar do baixo volume precipitação pluviométrica do mês de março e abril de 1982 a inundação que atingiu a área urbana de Altamira foi provocada mais pelas elevadas vazões e as cotas do rio, produto de precipitações das áreas de cabeceiras do rio Xingu, Estado do Mato Grosso.....	276

Figura 76	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1982, demonstrando que o extravasamento do rio esta mais relacionada ao volume de vazão e ao nível do rio, estendendo-se do dia 1 até dia 13 de março.....	277
Figura 77	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1982, demonstrando que o extravasamento do rio esta mais relacionada ao volume de vazão e ao nível do rio com inundação da área urbana apenas no dia 2 de abril.....	277
Figura 78	Precipitação pluviométrica do mês de março de 1985 demonstrou um acumulo de chuvas ao longo de quatro dias de 287 mm, e reduz-se nos meses consecutivos.....	279
Figura 79	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1985, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão, os níveis do rio acima da cota de alerta e precipitação pluviométrica em dias consecutivos.....	280
Figura 80:	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1985, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão, os níveis do rio acima da cota de alerta crescente e precipitação pluviométrica pontual.....	280
Figura 81	Precipitação pluviométrica do mês de abril de 1989 superou o mês de março com 480 mm.....	281
Figura 82	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1989, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e da precipitação pluviométrica.....	282
Figura 83	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1989, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 17000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações pluviométricas acima de 50 mm.....	282
Figura 84	Precipitação pluviométrica do mês de março e abril no ano de 1995 registrou extremos de precipitação pluviométrica que contribuíram com inundações urbanas.....	283
Figura 85	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1995, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre a vazão acima de 19000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e extremos de precipitação.....	284
Figura 86	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1995, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 18 000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações extremas.....	284
Figura 87	Precipitação pluviométrica no mês de março e abril de 2004 demonstrando um pico de chuva de 70 mm em março.....	285

Figura 88	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2004, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 20 000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações em dias consecutivos.....	286
Figura 89	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2004, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 20 000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta atinge 854 cm.....	286
Figura 90	Comparação entre os valores de chuva acumulada mensal e chuva da normal climatológica para o ano de 2006.....	287
Figura 91	Precipitação pluviométrica no ano de 2006 demonstrando freqüência nas chuvas nos meses de março e abril, extremos concentrados no mês de abril.....	288
Figura 92	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2006, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15 000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta.....	289
Figura 93	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2006, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 20 000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações acima da média.....	289
Figura 94	Comparação entre os valores de chuva acumulada mensal e chuva da normal climatológica para o ano de 2007.....	290
Figura 95	Precipitação pluviométrica no ano de 2007 demonstrando freqüência nas chuvas nos meses de março e abril com picos de chuva que atingiram 71 mm em ambos os meses.....	291
Figura 96	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2007, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre vazão diária acima de 20000 m ³ /s e nível do rio pouco acima da cota de alerta e precipitações acima da média.....	292
Figura 97	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2007, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 14 000 m ³ /s e nível do rio próximo a cota de alerta e precipitação acima de 50 mm.....	292
Figura 98	Comparação entre os valores de chuva acumulada mensal e chuva acumulada mensal (normal climatológica 61-90) para o ano de 2009 evidencia anomalia do mês de abril, mês de registro da Enxurrada.....	294
Figura 99	Precipitação pluviométrica no ano de 2009 demonstrando extremos de chuva que atingiram 226 mm em abril.....	294

Figura 100	Cheia e inundação do Rio Xingu no mês de março de 2009, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15 000 m ³ /s e nível do rio pouco acima da cota de alerta e precipitações até 50 mm.....	295
Figura 101	Inundações graduais e rápidas em abril de 2009, na cidade de Altamira, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15 000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações extrema de 226 mm.....	295
Figura 102	Chuva acumulada mensal no mês de março esteve acima da media climatológica (61 -90) em 2012, contribuindo com inundações na área urbana de Altamira.....	296
Figura 103	Precipitação pluviométrica no ano de 2012 demonstrando maior intensidade nas chuvas no mês de março.....	297
Figura 104	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2012, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 8000 m ³ /s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações acima de 40 mm.....	298
Figura 105	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2012, demonstrando que o extravasamento do rio esteve mais relacionado à ao volume de vazão acima de 10.000 m ³ /s e nível do rio pouco acima da cota de alerta.....	298
Figura 106	Precipitação pluviométrica mensal acima da média climatológica no mês de fevereiro.....	299
Figura 107	Precipitação pluviométrica nos meses de março e abril acima com índices próximos a 50 mm foram suficientes para acionar inundações urbanas.....	300
Figura 108	Cheia e inundação do Rio Xingu no mês de março de 2014, demonstrando que o extravasamento, não se deve apenas a vazão acima de 20000 m ³ /s, ao nível do rio acima do nível de alerta e as precipitações e as modificações na por obras de engenharia no curso de Rio Xingu.....	301
Figura 109	Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2014, demonstrando que o extravasamento, não se deve apenas a vazão acima de 18 000 m ³ /s, ao nível do rio pouco acima do nível de alerta e, nem as precipitações, mas a modificações na por obras de engenharia no curso de Rio e a alterações no uso do solo na área urbana de Altamira.....	301
Figura 110	Impactos da inundação gradual de 2014, comparados aos da enxurrada de 2009 na área urbana de Altamira: (a) Destruição de parte do Balneário São Francisco; (b) Demarcação da cota de inundação de 2014 pela Norte Energia no bairro colina em torno de 99 m; (c) Nível da inundação na olaria do igarapé Panelas; (d) Nível da água na enxurrada de 2009 no setor lagoa demarcado na parede da casa no setor lagoa.....	302

Figura 111	: Espacialização das vazões máximas diárias evidencia as maiores vazões nos meses de março e abril, concentradas no primeiro período nos anos de 1974, 1978, 1982, 1985, no segundo período o ano de 1989 e no último período destacam-se os anos de 2004, 2006, 2009 com vazões de 3000 m ³ /s.....	307
Figura 112	Anomalias de temperatura no Oceano Pacífico e no Oceano Atlântico.....	308
Figura 113	Imagens dos três igarapés que cortam a área urbana de Altamira: (a) Igarapé Altamira atravessando bairro Açaizal; (b) Igarapé Pannels com águas carregadas de sedimentos e com elevado potencial de erosão das margens no período chuvoso; (c) Igarapé Ambé que atravessa a BR-230 – Transamazônica e, (d) Rio Xingu próximo a área portuária.....	311
Figura 114	Mapa das sub - bacias de drenagem dos igarapés Ambé, Altamira e Pannels.....	313
Figura 115	Mapa de uso e ocupação das Terras da bacia de drenagem dos igarapés Ambé, Altamira e Pannels.....	315
Figura 116	Bacia de drenagem dos três igarapés onde estão plotados os pontos mais elevados nas três sub bacias do Rio Xingu.....	321
Figura 117:	Mapa Hipsométrico das três sub-bacias hidrográficas.....	322
Figura 118	Domínios geomorfológicos ocorrem no núcleo urbano de Altamira: (a) setor com estreita planície de inundação seguido o Planalto Marginal Amazônico área próximo ao IBAMA; (b) Planície de Inundação do igarapé Ambé rica em argila nas margens; (c) Loteamento Cidade Jardim Colinas demonstrando declive entre topo da colina e o fundo do vale; (d) Exploração solo nos morros usado como aterros no bairro Bela Vista (imagem) e no bairro Colina.....	323
Figura 119	Visão parcial da margem do Xingu no ano de 1955; Bairro catedral inicia da ocupação do núcleo de Altamira e (c) e (d) imagens do avião da FAB na década de 40.....	325
Figura 120	Níveis de estabilidade de lagoas marginais na área urbana de Altamira, Pará.....	328
Figura 121	Setores com nível de perturbação I: (a) Presença de aterros sob o solo e indicadores de desabamento na rua dragão do mar; (b); (c) e (d) acúmulo de água na superfície do solo do Ponto dois, Ponto 4 e ponto 5.....	331
Figura 122	Amostragem na Escola Estadual Polivalente: (a) Mudança de cor e estrutura abrupta; (b) imagem com textura rugosa (1) e lisa (2); (c) Presença de argila caolinita e óxidos de ferro e titânio e (d) Presença de carbono e Enxofre.....	332

Figura 123	Mapa de síntese de pontos de controle com Nível de perturbação I, na área urbana de Altamira.....	333
Figura 124	Mapa de síntese com pontos de controle do Nível de Perturbação II na área Urbana de Altamira.....	341
Figura 125:	Gráfico apresentado no EIA (Estudo de impacto Ambiental) que o nível do rio para uma vazão média anual de 23.414 m ³ /s subiria de 98m para 99m.....	342
Figura 126	Caracterização do Nível de perturbação II: (a) visão da parte frontal da ilha de Arapujá; (b) imagem de amostras da borda da lagoa localizada no interior da ilha aumentada 600 vezes; (c) e (d) predomínio de Si, Al e O associado ao C e K.....	343
Figura 127	Nível de perturbação II: (a) Recobrimento de pedrais pela elevação do nível da água do Xingu; (b) Planície do igarapé Ambé totalmente modificada por aterros e terraplanagem para construção do Parque Ambiental; (c) Trecho da Invasão colina na planície do igarapé Ambé com inundações sazonais agravadas após instalação de Belo Monte; (d) Extinção de vias de circulação pela elevação do nível das águas; (e) e (f) áreas frágeis apropriadas para novas construções no Trecho do Porto Pepino e sistema de lagoas no Haras de Altamira.....	344
Figura 128	Imagens de Microscópio Eletrônico de Varredura de amostra de Terra Preta Arqueológica: (a) amostra de solo 0-20 cm; (b) Imagens da cerâmica presente na TPA; (c) Análise microquímica por meio de Espectro EDS do solo demonstrando o predomínio de O, Si e Al além de Carbono e, (d) Os fragmentos de cerâmica atestaram presença de Ca e Mn.....	346
Figura 129	Mapa de síntese com pontos de controle com níveis de perturbação socioambiental III, na área urbana de Altamira.....	350
Figura 130	Nível de perturbação III: (a) e (b) elevação dos níveis da água em poço tipo Amazonas na Rua Floriano Peixoto Bairro Independente II; (c) Trecho de solapamento das margens do Rio Xingu, Rua Coronel José Porfírio; (d) Abandono de casas em função da falta de água de qualidade após a contaminação do lençol Rua Coronel José Porfírio; (e) Rua Anchieta, bairro Sudam I, atestou-se contaminação da água dos poços; (f) Praia da Orla sob risco torna-se imprópria para o banho pela falta de sistema de tratamento de esgoto.....	351
Figura 131:	Mapa de síntese de pontos de controle com níveis de perturbação IV, na área urbana de Altamira.....	354
Figura 132	Vista da ocupação desordenada da lagoa no bairro Independente I; (b) Instalação de placa pela Prefeitura Municipal de Altamira na Rua Abel Figueiredo proibindo a ocupação da lagoa; (c) Desabamento de casas; (d) Surgimento de nascentes no interior das residências; (d) Abertura de valas e instalação de bomba de sucção de água para minimizar o problema de inundações; (d) Coleta de amostra no quintal da casa atestou presença de água a poucos centímetros da superfície.....	358
Figura133	Mapa de síntese indicando pontos de controle com Nível de perturbação V na área urbana de Altamira.....	359

Figura134	Mapa de síntese indicando todos os Níveis de perturbação socioambientais na área urbana de Altamira.....	361
Figura135	Perfil transversal do Rio Xingu e sua relação com a sub- bacia do igarapé panelas.	363

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Características do Regime Hidrológico do Posto de Altamira com base nas series históricas de vazão.....	117
Tabela02	Principais características dos Municípios inseridos na bacia do Xingu segundo Censo do IBGE* (2010) e do Ministério das Cidades** (BRASIL, 2005).....	145
Tabela 03	Atividades econômicas dos municípios em que se localizam as nascentes do Xingu, Estado do Mato Grosso.....	149
Tabela 04	Característica socioeconômica dos municípios do médio Xingu e São Felix do Xingu.....	154
Tabela 05	Alguns empreendimentos imobiliários entre os anos de 1970-2010 em município de Altamira, que originam importantes bairros no interior das três sub-bacias.....	200
Tabela 06	Registro de enchentes graduais e bruscas registrados pela defesa civil entre os anos de 2004-2014.....	229
Tabela 07	Levantamento do volume de água nos barramentos rompidos no dia do desastre 12 de abril de 2009.....	231
Tabela 08:	Levantamento dos atingidos cadastrados pela Prefeitura Municipal no dia 12 de abril de 2009-Cidade de Altamira.....	238
Tabela 09:	Famílias abrigadas por parentes e ou amigos de áreas cobertas por Agente Comunitário de Saúde – Desastre de 12 de abril de 2009.....	239
Tabela 10	Casos de infecção respiratória aguda notificados nas unidades de Saúde da Família e Centro de Saúde Ilvanir Denardim no período de intensificação das chuvas.....	240
Tabela 11:	Planilha de serviços de enchentes – ano 2009, Prefeitura Municipal de Altamira – SEOVI- Secretaria de obras, Viação e Infraestrutura. – Valores de acordo com SICRO-2/SINAPI.....	242
Tabela 12:	Resumo das principais características climatológicas, hidrológicas, fluviométricas e históricas dos anos com ocorrência de Cheias e Inundações no Rio Xingu no trecho próximo a área urbana de Altamira, Pará.	305

Tabela 13	Características morfométricas das sub-bacias do igarapé Altamira, Ambé e Panelas	318
Tabela 14	Varição altimétrica e da declividade na sub-bacia do igarapé Ambé.....	319
Tabela 15	Granulométrica de amostra de solos coletadas na área urbana de Altamira.....	362

LISTAS DE QUADROS

Quadro 01	Análise complexa com base em análise qualitativa.....	25
Quadro 02	Características dos sistemas complexos dinâmicos.	31
Quadro 03	Principais termos sobre resiliência e seu significado.....	38
Quadro 04	Dinâmica dos geosistemas.....	40
Quadro 05	Principais características dos meios quanto a sua estabilidade aplicada ao modelado.....	42
Quadro 06	Principais padrões de drenagem.....	45
Quadro 07	Parâmetros morfométricos.....	46
Quadro 08	Tipos de canais fluviais e suas características gerais.....	51
Quadro 09	As inúmeras dimensões da planície de inundação e suas características.....	62
Quadro 10	Tipos de pulsos de inundação e zonas úmidas afetadas.....	66
Quadro 11	Principais unidades hidrogeomorfológicas do médio Xingu.....	70
Quadro 12	Relação entre sistema hidrológico e os processos ecológicos apresentando um quadro adaptado de Richter <i>et al.</i> (2006).....	78
Quadro 13	Níveis de risco a população nos ecossistemas fluviais urbanos a inundações e alagamentos na área urbana de Altamira antes e durante a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.....	88
Quadro 14	Características das regiões de precipitação pluviométrica do médio Xingu.....	96
Quadro 15:	Presença de três faixas térmicas na bacia do Xingu, segundo a Eletronorte.....	99
Quadro 16	Coluna Crono-Estratigráfica.....	106
Quadro 17	Unidades de solo próximas a área urbana de Altamira- Pará.....	132

Quadro 18	Quadro resumido das classes de cobertura vegetal e uso das terras das áreas de influência direta e áreas diretamente afetadas.	137
Quadro 19	Descrição dos principais tipos de paisagens hidrogeomorfológicas identificadas na área urbana de Altamira.....	163
Quadro 20	Relação dos Sujeitos na área urbana de Altamira e as unidade hidrogeomorfológicas do Rio Xingu.....	167
Quadro 21	Resumo dos <i>inputs</i> econômicos de Altamira, Sudoeste do Estado do Pará.....	174
Quadro 22	Terras indígenas inseridas na área de Influencia de Belo Monte.....	178
Quadro 23	Programas governamentais e principais características em Altamira.....	197
Quadro 24:	Principais loteamentos criados no contexto da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.	205
Quadro 25	Elaborado a partir do decreto nº1. 775 de 13 de abril de 2009 que dispõe sobre a situação de calamidade pública em que se encontram áreas do núcleo urbano.....	241
Quadro 26	Síntese do levantamento histórico por meio de recortes de jornais e outras fontes sobre inundações.....	250
Quadro 27	Tipos de pulsos de inundação na área urbana de Altamira, Pará.....	310
Quadro 28	Pontos de controle localizados na área urbana de Altamira inseridas no nível de perturbação I.....	250
Quadro 29	Pontos de controle na área urbana de Altamira inseridos ao nível de perturbação II.....	310
Quadro 30	Nível de perturbação III, pontos de controle, suas características e resumo do impacto	347
Quadro 31	Nível de perturbação IV, pontos de controle, suas características e resumo do impacto.....	353
Quadro 32	Nível de perturbação V, pontos de controle, suas características e resumo do impacto.....	356

LISTA DE SIGLAS
ANA - Agência Nacional de Águas
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
LANDSAT-TM - <i>Land Remote Sensing Satellite – Thematic Mapper</i>
MDE - Modelo digital de elevação
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MPEG- Museu Paraense Emílio Goeldi
MEV- Microscópio Eletrônico de Varredura
UFPA – Universidade Federal do Pará

RESUMO

O Rio Xingu é afluente da margem direita da bacia hidrográfica do Rio Amazonas drena importantes cidades como Altamira, localizada a montante da Usina Hidrelétrica de Belo Monte onde foi desenvolvida a pesquisa. A problemática que cerca a construção do empreendimento aponta para possíveis mudanças no regime hidrológico do Rio Xingu e, perdas de áreas de planícies fluviais na área residencial na área urbana. Esta pesquisa teve por objetivo caracterizar o comportamento hidrológico, averiguar as possíveis relações entre o regime hidrológico do rio Xingu e de afluentes de menor expressão de sub-bacias que drenam a cidade de Altamira (montante da barragem) durante episódios de enchentes. Teoricamente, as inundações foram analisadas como um sistema aberto dinâmico não linear. Metodologicamente, para entendimento do Regime Hidrológico foram analisados a evolução urbana de Altamira, os dados fluviométricos (vazão e cota) obtidos de postos da ANA da estação 18850000 – Altamira no período de 1971-2014, em que se avaliaram componentes do regime de fluxo relacionados aos processos ecológicos em ecossistemas fluviais e gestão dos recursos hídricos: a *magnitude do fluxo*, a *duração*, a *periodicidade e frequência* (RICHTER *et al.*, 1997; POFF *et al.*, 1997). Seguido de um levantamento histórico das inundações, análise morfométrica das sub – bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas. A análise da série das vazões máximas do Rio Xingu permitiu identificar possíveis datas de inundações que se concentram nos meses de *março e abril*. O primeiro período (1º - 1971-1986) registrou as maiores inundações que atinge a área urbana, relacionadas a eventos de *La Niña* como 1974 e 1985, que podem ser apoiados pelos registros históricos. O segundo período (1987-2002) apresentou menores ocorrências de inundações sendo marcado pelo predomínio de por eventos de *El Niño*, e o terceiro período; (3º 2003 a 2014) em que se observa que as inundações tornaram-se mais frequentes, em virtude de eventos extremos relacionados a influencia de anomalias de Temperatura no Oceano Atlântico, alterações referentes ao uso do solo, culminando com o primeiro registro de inundações rápidas. A expansão da área urbana de Altamira alterou de ecossistemas fluviais importantes como as lagoas marginais, e que apresentam elevada conectividade com Rio Xingu e a Terra Firme. Após a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte elevação a área urbana identificou-se cinco níveis de estabilidade em função da contaminação do lençol freático, elevação do nível do lençol, subsidência de terreno, afloramento de nascentes e frequência de alagamentos.

Palavras-chave: Regime hidrológico, planícies fluviais, Usina Hidrelétrica de Belo Monte, conectividade e Rio Xingu.

ABSTRACT

The Xingu River is a tributary of the right bank of the Amazon River basin draining important cities such as Altamira, located upstream of the Belo Monte Hydropower Plant where the research was developed. The problems surrounding the construction of the project point to possible changes in the hydrological regime of the Xingu River and losses of fluvial plains in the residential area in the urban area. The objective of this research was to characterize the hydrological behavior, to investigate the possible relations between the hydrological regime of the Xingu River and the smaller sub-basin tributaries that drain the city of Altamira (amount of the dam) during flood episodes. Theoretically, the floods were analyzed as a dynamic nonlinear open system. In order to understand the Hydrological Regime, the urban evolution of Altamira was analyzed, the fluviometric data (flow and elevation) obtained from ANA stations of station 18850000 - Altamira in the period 1971-2014, in which components of the related flow regime To the ecological processes in fluvial ecosystems and water resources management: the magnitude of the flow, the duration, the periodicity and frequency (RICHTER et al., 1997; POFF et al., 1997). Following a historical survey of the floods, morphometric analysis of the sub - basins of the Ambé, Altamira and Panelas streams. The analysis of the series of maximum flows of the Xingu River allowed identifying possible dates of floods that are concentrated in the months of March and April. The first period (1 - 1971-1986) recorded the largest

floods in the urban area, related to La Niña events such as 1974 and 1985, which can be supported by historical records. The second period (1987-2002) presented smaller occurrences of floods being marked by the predominance of El Niño events, and the third period; (3º 2003 to 2014) in which it is observed that floods became more frequent, due to extreme events related to influence of temperature anomalies in the Atlantic Ocean, changes in land use, culminating with the first record of rapid flooding. The expansion of the urban area of Altamira altered important river ecosystems such as the marginal lagoons, which have high connectivity with the Xingu River and Terra Firme. After the construction of the Belo Monte Hydroelectric Power Plant, the urban area was identified five levels of stability due to the contamination of the water table, elevation of the level of the sheet, subsidence of terrain, outcropping of springs and frequency of flooding.

Key words: Hydrological regime, river plains, Belo Monte Hydroelectric Plant, connectivity and Rio Xingu.

INTRODUÇÃO

A pesquisa apresentada foi concebida tendo por base uma discussão central o fenômeno de inundação em planícies fluviais do Rio Xingu e de três igarapés Ambé, Altamira e Panelas em Altamira, Sudoeste do Estado do Pará que apresentam uma ocupação humana consolidada no perímetro da área urbana de Altamira. O recorte temporal prioriza o período que antecede a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Considera-se em Altamira classifica as inundações em dois tipos graduais e rápidas. As *Inundações graduais* estão associadas às planícies fluviais de grandes rios, sendo cíclicas e nitidamente sazonais, sendo por um regime de chuvas. Assim, as águas dos rios elevam-se de forma gradativa e previsível; mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e, em seguida escoam-se gradualmente. Ao contrário, *as inundações rápidas* ocorrem em sub-bacias de médio e de pequeno porte, relacionadas a chuvas concentradas e relevo declivoso.

O objetivo central da pesquisa de doutoramento são as inundações graduais e contou com uma análise do regime hidrológico do Rio Xingu a partir da análise da série histórica da Estação fluviométrica de Altamira, utilizando duas variáveis a vazão e cotas fluviométricas. O regime hidrológico de um rio pode ser avaliado pela variabilidade das vazões máximas e mínimas e pelos níveis dos rios. Entretanto, o estudo do regime hidrológico do rio Xingu também agregou técnicas complementares como coleta de relatos orais na pesquisa de campo com população local, e análise de material historiográfico por meio do relato dos viajantes.

Entende-se que o Regime Hidrológico é o conjunto das variações do estado e das características de uma massa de água (rio) que se repetem regularmente no tempo e no espaço, resultante de variações cíclicas. Os rios são ecossistemas abertos em que interagem atmosfera-água-terra, os componentes de entrada e de saída que resumem as principais situações de movimento da água associado ao escoamento nos períodos chuvosos e de estiagem. Destaca-se a importância das dimensões espacial (vertical, longitudinal e lateral) e temporal, sendo indispensável à observação nas mudanças físicas, químicas e biológicas, nos processos hidrológicos e geomorfológicos, ocasionados por fenômenos naturais ou por intervenção humana (PETTS, 2000), e que contribuem em Altamira para mudanças consideráveis na paisagem urbana.

Apesar das informações extraídas por meio da análise do Regime hidrológico o estudo das inundações em Altamira não se restringiu a interpretação do mesmo, sendo necessária, também, estudo da evolução da expansão urbana de Altamira, de um levantamento prévio dos eventos de inundações em Altamira, do mapeamento e caracterização do uso atual das terras, da análise morfométrica das três sub-bacias Ambé, Altamira e Panelas e, finalmente análises de complementares.

O levantamento histórico das inundações em Altamira teve como finalidade catalogar características hidrológicas, geomorfológicas que pudessem contribuir com a compreensão de eventos de inundação no Rio Xingu e seus afluentes.

Uma vertente teórica tem se consolidado e costuma associar o fenômeno de inundação e alagamentos a atividades antropogênicas: aumento da urbanização, impermeabilização do solo, canalização de rios e frequência na formação de depósitos tecnogênicos, e por fim, ocupação dos vales tal como têm sido desenvolvidos pelos Professores Dr. Alex Ubiratan Goossens Peggia, na Universidade de Guarulhos (UNG), Dr. João Oswaldo Nunes, na Universidade Estadual Paulista (UNESP) com estudo dos depósitos tecnogênicos- Antropoceno, pela Professora Cleide Rodrigues na Universidade de São Paulo relacionado a uma geomorfologia Urbana Histórica.

Nesta pesquisa científica integrada a análise do regime Hidrológico considera-se além das intervenções antropogênicas, representadas escala local, considera-se variáveis que atuam na Grande Escala, a fenômenos *El Niño* e *La Niña* e a intervenções antropicas setorizadas ligadas a uso do solo no perímetro urbano e rural de Altamira, buscando assim uma postura multidimensional, transescalar e multitemporal para melhor conhecer a dinâmica e a natureza dos riscos, enquadrando-se, portanto, em uma abordagem complexa.

Essa proposta interpretativa exigiu inicialmente uma análise de obras historiográficas sobre o Rio Xingu por meio de relatos de viajantes, consulta de antigos mapas da bacia de drenagem, fotografias antigas do núcleo de Altamira e acesso a recortes de jornais, tentando demonstrar que cheias com inundações excepcionais não se restringem a período recente, marcado pela abertura da Transamazônica, que intensificou o processo de migração e urbanização, mas também faz parte de um processo cíclico e natural, que dependendo o uso das planícies de inundação, poderá aumentar os riscos ambientais em função do agravamento dos eventos.

Estudo preliminar na área por meio da análise dos episódios de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) de três décadas a partir de meados da década de 70 demonstrou que durante os eventos de *El Niño* o rio Xingu apresentou um regime Hidrológico deficitário, com nível oscilando de -3 a -7% abaixo da média, nos meses de dezembro a agosto, com pico negativo de -11% no mês de maio. Por outro lado, nos anos de *La Niña* os impactos são menos intensos, resulta em regime hidrológico com variação positiva, cota fluviométrica em torno de 2 a 4% acima da média, demonstrando relação direta entre quantidade de precipitação e a cota fluviométrica do rio Xingu, conforme estudos apresentados recentemente (FRANCO *et al.* 2015), que colaborou para a averiguação de seguinte hipótese geral que as inundações na área urbana de Altamira são um fenômeno resultante da integração de ritmos sociais com ritmos da natureza, e que variam no tempo e no espaço.

A análise da expansão urbana foi indispensável no estudo das inundações, pode fornecer indícios de como pequenas alterações na rede de drenagem e nos ecossistemas fluviais que podem potencializar as inundações e até mesmo originar alagamentos recorrentes. A variação do leito do rio Xingu, ao longo do Quaternário, deu origem a formas e ecossistemas específicos *como lagoas marginais temporárias e permanentes* que sofreram inúmeras intervenções humanas espontâneas, e mais recentemente organizadas pelo Estado. Outra variável interessante que grande parte da rede de canais de drenagem que cortam o perímetro urbano, formada principalmente por igarapés, rios de baixa hierarquia fluvial, que tiveram seu leito menor, maior e excepcional ocupados, aterrados e apropriados para uso residencial. Recentemente, o projeto de requalificação urbana vinculada à mitigação dos impactos provocados pela construção da Hidrelétrica de Belo Monte responsável por alterações drásticas, em que muitos pequenos igarapés são extintos ou integradas a galerias de drenagem subterrâneas.

Do ponto de vista metodológico, utilizou-se o modelo de pensamento *complexo* (MORIN, 1977), que vem sendo adotado por alguns autores brasileiros, citados e aplicados em estudos de geografia da natureza (CHRISTOFOLETTI, 1999; MATTOS e PEREZ FILHO, 2004; PEREZ FILHO, 2006; DUTRA-GOMES e VITTE, 2013), assim também como algumas contribuições internacionais (PHILLIPS, 2003 e 2004). Entretanto, a principal diferença em relação a esses autores propor discussão no viés da complexidade de forma empírica.

Das críticas previamente direcionadas a essa proposta de pesquisa estão os questionamentos: “*Porque adotar o paradigma da complexidade para compreender inundações, partindo-se da prerrogativa que os estudos em geografia física de caráter empírico ainda são insipientes? Porque insistir na complexidade se existe teorias consolidadas como o Geossistemas (BERTRAND, 1968) ou Teoria dos sistemas (BERTALANFY, 1975).*”

Para tentar responder esse primeiro questionamento é indispensável apresentar duas vantagens na adoção do paradigma da complexidade. A primeira é que estão agregadas a este paradigma algumas teorias que sustentam a compreensão do processo de inundação em áreas urbanas em Altamira - *a teoria das estruturas dissipativas, teoria da hierarquia, criticalidade auto-organizada e teoria da catástrofe*. Essas teorias buscam explicar a tendência de sistemas afastados de equilíbrio termodinâmico evoluírem até pontos críticos, instáveis, nos quais podem ocorrer mudanças qualitativas nos sistemas além de agregar variáveis explicativas da teoria do geossistema.

Um sistema complexo é qualquer um que envolva determinado número de elementos, organizados em estruturas que podem existir em diversas escalas. Estes sistemas passam por processos de transformação que não são passíveis de ser descritos por uma única regra, ou seja, não podem ser reduzidos a um único nível de explicação (ROCHA e MORGADO SOUSA, 2007). Desta forma, a compreensão das inundações perpassa a seleção de um único modelo explicativo comprometendo o entendimento do fenômeno. Os modelos representam simplificações, em que os processos essenciais são simulados, o que nos leva a concluir que em cada sistema existem muitos modelos.

Outro aspecto que corroborou para adoção deste método de análise esta relacionado à localização de área de estudo, três sub-bacias do Xingu em seu médio curso, apresenta características específicas. Assim a bacia é individualizada em três setores o Alto curso, Médio curso e Baixo Xingu.

O Rio Xingu corre na direção sul-norte, na região do Alto curso do Rio Xingu, estão localizadas suas nascentes do canal, no Estado do Mato Grosso, ao atravessar o Estado do Pará. No médio Curso do rio Xingu, no Município de Vitória do Xingu, o canal fluvial assume a morfologia de um grande meandro, sendo conhecido regionalmente como a “Volta Grande do Xingu” Rio Xingu, ao termino desta forma quando as margens

do rio se alargam, assumindo posteriormente a forma de uma “ria” se inicia o Baixo curso do Rio Xingu, que é a região mais próxima do Rio Amazonas, onde o Rio Xingu deságua.

No Alto curso do Rio Xingu, na parte mato-grossense, localiza-se o Parque Indígena do Xingu, com 2,8 milhões de hectares, constitui a área protegida mais extensa, situada ao longo da calha do rio Xingu, sendo que as nascentes e rios formadores se encontram no seu entorno fora do Parque, numa região muito vulnerável devido forte pressão da expansão das fronteiras agrícola e pecuária, além de formação de assentamentos rurais mal planejados, com impactos diretos e indiretos sobre as áreas de preservação permanente, nascentes e matas ciliares (WEISSHEIMER, 2007; p.211).

De acordo o Instituto sócio ambiental (ISA, 2010; p.6) considerando-se apenas a porção mato-grossense da bacia, uma área de 17,7 milhões de hectares que abriga 35 municípios e aproximadamente 260 mil habitantes e mais de seis mil índios, no Parque Indígena do Xingu e em Terras Indígenas (TIs). Estima-se que 315 mil hectares de matas ciliares na bacia do rio Xingu em Mato Grosso estejam desmatadas, o que está afetando diretamente a qualidade da água na região.

No Médio curso do Rio Xingu, Medeiros (2009) tece algumas considerações sobre a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte na Volta Grande do Xingu: “ *É uma importante barreira biogeográfica*” por meio do afloramento rochoso no curso do rio e pelas sequencia de cachoeiras isolam comunidades, sendo de fundamental importância para a manutenção da biodiversidade e de suas características ecológicas naturais neste trecho do rio Xingu.

Essa especificidade geológico-geomorfológica que não se limita ao Rio Xingu, mas também aos rios Tapajós e Tocantins e envolve a gênese das *fall line* ou *linhas de quedas*, resultante de flutuações no nível do mar por movimentos ditos glácio-eustáticos ocorridos no início do Holoceno, erosão regressiva do paleo rio Amazonas da época foi forçado a realizar uma erosão regressiva que entalhou colinas e baixos platôs, mas não conseguiu estender-se pelo contato dos terrenos cristalinos resistentes, que bordejavam a bacia sedimentar amazônica. A erosão remontante de talvegue, por seu turno, deve ter sido realizada em um contexto de menor pluviosidade relativa devido à instalação natural de climas tropicais, a duas estações, conforme se deduz pela *Teoria dos Redutos e Refúgios* (AB SABER, 1988; AB SABER, 2006).

O adentramento lateral de tais processos de erosão regressiva foi bloqueado no contato de rochas cristalinas e rochas sedimentares, onde se formaram as cachoeiras e corredeiras das chamadas *fall lines sul - amazônicas* que atualmente são foco dos grandes projetos Hidroeletricidade nos rios Tocantins, Xingu e Tapajós.

À medida que o nível do mar subiu muito e ficou a mais de três metros de seu nível médio atual, e que as precipitações amazônicas se tornaram maiores e mais extensivas, águas do Amazonas e Solimões afogaram o baixo vale de inúmeros rios da Amazônia, criando baías de ingressão fluvial parecidas com estuários, às quais Francis Ruellan, em uma interpretação pioneira e muito adequada, designou por “rias de água doce que caracteriza o baixo Xingu (BEROLLI, 2005; p.14).

No baixo curso do Rio Xingu, na ria, há comportamento de nível d'água que indica dinâmica diária sendo importante circulação de tartarugas marinhas (*Podocnemis Expansa*) vêm desovam em áreas estratégicas a exemplo do tabuleiro do Embaubal ou Tabuleiro das Tartarugas (CARNEIRO, 2012; PARÁ, 2013; p. 22). O limite superior da ria com os canais rochosos indica uma importantíssima *barreira biogeográfica* RODRIGUES (1997).

A pesquisa desenvolvida por Mattos (2010) que também esta apoiada na complexidade, considerou o Cerrado como um sistema de comportamento complexo uma vez que sua fisionomia é decorrente das inter-relações de aspectos geológicos, pedológicos, ecológicos, paleoclimáticos, climáticos e ecológicos. Neste mesmo direcionamento teórico entende-se o médio Xingu, municípios de Vitória do Xingu e Altamira, esta no contexto da gênese das *paisagens de exceção* apresentadas por Ab Saber.

Dos aspectos geológicos considerou-se o contato das rochas de natureza sedimentar da bacia Amazônica com um substrato cristalino do embasamento – Domínio Bacajá, a feições específicas como cavernas e circulação sub-superficial que apresenta variação sazonal.

Os aspectos geomorfológicos considerados como formas do relevo estão as diferenças declividade entre as áreas de planaltos e planícies e posição topográfica do antigo núcleo urbano, instalado em ampla planície de inundação do rio Xingu e Afluentes. Dos aspectos hidrológicos destaca-se a vazão do rio e as cotas fluviométricas que

apresentam considerável variação anual e interanual, com perceptível influência sobre o nível da água subsuperficial.

Dos aspectos ecológicos destaca-se a presença e reprodução dos igapós por meio do pulso de inundação e de uma fauna endêmica. Dos aspectos climáticos dividimos em dois os paleoclimáticos e os climáticos. Os paleoclimáticos foram responsáveis por períodos regressivos e transgressivos permitindo formações de ambientes específicos como lagoas, grutas e cavernas, conferindo uma paisagem de exceção no médio Xingu e os climáticos que confere um período úmido e seco bem marcado, com a distribuição da precipitação pluviométrica anual influenciada pelos ENOS.

E finalmente, fez necessário avaliar a magnitude de distúrbios antropogênicos, por meio da ocupação histórica das planícies de inundação e, da própria construção da Hidrelétrica de Belo Monte, que desvio do curso do Xingu e barramento do rio Xingu. Além da própria dinâmica de uso do solo ao longo dos 100 (cem) anos do município de Altamira.

Na escala de tempo geológica, mudanças climáticas são aventadas como fatores preponderantes na determinação da distribuição espacial das diferentes fisionomias do médio Xingu (AB'SABER, 2003), enquanto na escala de tempo histórica (decadal) são os distúrbios de origem antrópica que têm atuado de maneira decisiva nos fenômenos de inundações.

A proposta era discutir as inundações sobre outra lógica, não usando apenas dados de vazão e de cotas do rio, ou descrevendo e interpretando o padrão comportamento médio, que se aproximaria muito dos Estudos de Impactos Ambientais (2009) e Relatório de Impacto Ambiental (2009) sobre o aproveitamento Hidroelétrico de Belo Monte, ou mesmo estabelecer um lógica linear utilizando supervalorizando a variável *a topográfica*. Mais agregar e integrar o máximo de variáveis possíveis para garantir uma apreensão da dinâmica hidrológica do Rio Xingu.

A estruturação da redação da tese deu-se da seguinte maneira, após a apresentação da pesquisa de tese, foi detalhado o projeto de pesquisa que constou da localização da área de estudo, justificativa da pesquisa, a problemática de estudo, hipótese de trabalho e o objetivo geral e específico, seguido de quatro capítulos. O primeiro é de caráter teórico

e metodológico, o segundo revisão bibliográfica com as características da bacia do Xingu, o terceiro e quarto capítulos são apresentados os resultados empíricos.

No primeiro capítulo são apresentadas as características do paradigma complexo e a forma como esses princípios podem ser aplicados nos estudos hidrogeomorfológicos: hierarquia, conectividade, resiliência, estabilidade e equilíbrio e aspectos importantes referentes à geomorfologia fluvial como tipo de canais, tipos de planícies e as experiências metodológicas no âmbito da complexidade e o roteiro metodológico da pesquisa.

No segundo capítulo são apresentadas as características gerais da área de estudo, bacia hidrográfica do Rio Xingu e do trecho definido Médio Xingu sua geologia, geomorfologia, hidrografia, cobertura vegetal, uso das terras e socioeconômia.

No terceiro capítulo são analisadas as Paisagens Hidrogeomorfológicas na área urbana: suas características, funções e dinâmicas. Na análise das dinâmicas apresenta-se a evolução da expansão urbana como as planícies dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas. Identificaram-se vários *inputs* (*Coleta de drogas do sertão, exploração do látex, abertura da Transamazônica-Br-230, Construção da Hidrelétrica de Belo Monte e Projeto Volta Grande com a mineração do ouro*) que contribuíram e ainda contribuem para elaboração de uma morfologia urbana específica que ocupa inicialmente áreas amplas planícies de inundação e tem o rio Xingu como principal gerador de renda e riquezas.

O último capítulo está subdividido em quatro subtópicos. Inicialmente discuti-se o histórico das inundações na cidade de Altamira; seguido da análise do regime hidrológico do Rio Xingu a partir de dados de vazão e fluviometria, posteriormente são analisados a morfometria das sub-bacias do igarapé Ambé, Altamira e Panelas e finalmente, são apresentados cinco níveis de perturbação no núcleo urbano de Altamira antes e durante a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Seguido das conclusões da pesquisa, referências e anexos.

JUSTIFICATIVA/PROBLEMÁTICA

Inicialmente apresenta-se uma justificativa geral sobre a natureza da pesquisa enfatizada por Paiva (2012) para bacia Amazônica. Dos fatores que motivam o estudo sobre a hidrografia e hidrologia da bacia Amazônica estão:

- I. Os processos hidrológicos exercem influencia no clima em Escala Global e local (IPCC, 2007), no ciclo global de carbono e emissões de metano (RICHEY *et al.* 2002; MELACK *et al.* 2004); além de ser plano de fundo para importantes processos biogeoquímicos;
- II. Grande parte da energia consumida no Brasil é de origem hidráulica, superior a 80% (EPE¹, 2016), e a expansão desse sistema passa pelo inventario e aproveitamento dos rios amazônicos, como é o caso do Rio Xingu, que até hoje é foco de grande polêmica em função dos impactos socioeconômicos e ambientais resultantes da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, que são superiores aos que foram previstos;
- III. Observou-se na Amazônia de maneira geral o aumento da magnitude das cheias e secas em muitos dos seus tributários, com ocorrência de importantes eventos hidrológicos extremos como as cheias de 2009 (CHEN *et al.* 2010) e até mesmo secas como a de 2010 (ESPINOZA *et al.* 2011 e MARENGO *et al.* 2011) que causam grandes impactos a população Amazônica que depende dos recursos hídricos para produção de alimentos, transporte doméstico e comercial. Portanto, um conhecimento qualitativo e quantitativo sobre a hidrografia e hidrologia que dará suporte à prevenção dos impactos dos eventos extremos;
- IV. Outro aspecto é o maior conhecimento sobre as Áreas úmidas (AUs), das áreas alagadas na Amazônia (HESS *et al.* 2008; PAPA *et al.* 2010; MELACK e HESS, 2010) e ao longo do médio Xingu, que ainda é uma lacuna a ser preenchida (CUNHA, PIEDADE e JUNK, 2015), onde o escoamento de água apresenta elevada complexidade, em virtude de extensas planícies de inundações, diversidade de ecossistemas, como

¹ Empresa de Pesquisa Energética. Balanço energético nacional. **Relatório Final**. Ano base 2015. Empresa de Pesquisa Energética. 2016. Rio de Janeiro. 292p,

lagoas interconectadas (OLIVEIRA e ROCHA, 2015), e igapó de vários tipos (PRANCE, 1980) que tem grande relevância na dimensão socioeconômica e ambiental na Amazônia;

A pesquisa também apresenta relevância para Cidade de Altamira, que é representa recorte espacial da pesquisa, em três dimensões: socioeconômica, hidrodinâmica, e ordenamento territorial:

- a) **Sócio-econômico:** As planícies de inundação dos três igarapés Ambé, Altamira e Pannels abrangem bairros populosos de Altamira, ocupadas por casas do tipo subnormais, conhecidas popularmente como palafitas. Segundo os prognósticos dos relatórios EIA/RIMA de Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte a instalação do empreendimento resulta em perda de área dos bairros do açaiçal, Aparecida e Sudam I (Baixão do Tufi), até mesmo bairro histórico como centro em que a população atingida foi indenizada, remanejada ou retirada². Entretanto, observa-se a existência de uma área representativa no limiar topográfico entre o Planalto e a Planície que apresentam cotas próximas a cota 100 (definida como cota de segurança), onde são desenvolvidas varias atividades que dependem desta faixa de terras, a exemplo, a atividade oleira, áreas comerciais tradicionais (peixarias), atividade pesqueira, e a atividade próprio lazer dessa população em balneários integrados as planícies de inundação os três igarapés;
- b) **Hidrodinâmico:** permitirá maior conhecimento do comportamento hidrológico do rio Xingu no trecho onde está localizado o Município de Altamira, bem como, magnitude, periodicidade dos eventos extremos, frequência e duração dos fluxos, além de fornecer subsídio para o entendimento do comportamento hidrodinâmico das planícies de inundação que são ecossistemas de transição entre meio aquático e terrestre. Essa caracterização, portanto, representa uma valiosa contribuição no sentido de preenchimento de uma lacuna científica sendo essencial também para compreensão do comportamento hidrodinâmico do médio curso do Rio Xingu, e permitirá monitoramento do rio após o funcionamento da barragem, e maior entendimento de rios de águas claras como o Xingu e de ecossistemas amazônicos importantíssimos como os igapós;

²Em alguns casos onde não se enquadraram no grupo dos indenizados e remanejados foram retirados via mandato judicial respaldado na dimensão do Projeto de Desenvolvimento Nacional de natureza Federal.

c) Ordenamento territorial: Apesar das diretrizes apresentadas no Plano Diretor (ALTAMIRA, 2010) que delimitam áreas de indução de desenvolvimento, distribuídas em varias categorias como: *áreas industriais, áreas habitacionais* (área central destinada à habitação subdividida em áreas de Preservação Histórica e de Regularização fundiária), *áreas de interesse ambiental, categoria uso do solo comercial e prestação de serviços, e uma categoria uso de interesse institucional*, associado ao Mapeamento e delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa em Altamira realizada pela Defesa Civil, Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2012) em ambos os relatórios observam-se alguns problemas como a indicação de questões ambientais em um cenário anterior aos impactos após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, além de um mapeamento de áreas de risco a inundações realizada pela Defesa civil, excluiu a bacia do Igarapé Painelas onde atualmente observam-se os maiores conflitos ambientais com ocupação de áreas de preservação permanente. Ressalta-se, portanto, nesta proposta de tese que o recorte temporal da pesquisa permitirá caracterizar o estágio anterior ao empreendimento, e também permitirá prever impactos que podem emergir após a mudança do curso do Xingu, da elevação do nível da linha d' água nos três igarapés, e da ocupação acelerada de áreas inadequadas a habitação. Espera-se que a caracterização do Regime Hidrológico do Xingu subsidie políticas públicas para a região.

A problemática científica que baliza a pesquisa direciona-se em três questões centrais: a) As conseqüências futuras da pressão antrópica sob o uso do solo no médio Xingu, estimulada pela construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte; b) Na dificuldade de delimitação e quantificação das áreas de planícies de inundações do Xingu e afluentes na área urbana de Altamira no período anterior a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte; c) Do elevado nível de integração da planície de Inundações com o regime hidrológico do Xingu, e os possíveis impactos a dinâmica hidrológica por alterações na morfologia do canal principal, da modificação na cota fluviométrica, e desconhecimento do principio da vazão ecológica³ que segundo Estudos de Impactos

³ A vazão ecológica ou vazão ambiental descreve a quantidade, sazonalidade e qualidade de águas necessárias para manter ecossistemas de águas interiores, além de comunidades e bem estar humano, os quais dependem desses ecossistemas. Portanto, da identificação de um sistema quali - quantitativo de vazões que conserve os ecossistemas geradores de serviços que sustentam a sociedade. Entretanto, a seleção das atividades que devem ser conservados e dos que devem ser preteridos em prol do desenvolvimento

Ambientais seria garantiria uma redução nos impactos ambientais na área urbana de Altamira.

De acordo com Trancoso *et al.* (2005) a bacia do rio Xingu possui uma enorme importância socioambiental e cultural para o Brasil pela diversidade étnica em função de um número ainda considerável de populações indígenas que habitam o seu interior, e dependem dos recursos naturais. As maiores terras indígenas do Brasil estão inseridas na área drenada pela bacia como o Parque Nacional do Xingu, que juntas perfazem um total de 38,5% da bacia. Suas cabeceiras drenam a região norte do Mato Grosso, que nos últimos anos estão sendo perturbadas pela expansão da fronteira agrícola, motivada principalmente pela cultura da soja. Este fato vem gerando sérios problemas hidrológicos, como o assoreamento e a redução da vazão dos rios (Figura 01a).

O trecho do Médio curso do Rio Xingu, onde esta inserida a cidade de Altamira que é o recorte espacial da pesquisa (Figura 01b), está ultimamente em maior evidência e foco de preocupação da opinião pública e sociedade civil pela instalação da Hidrelétrica de Belo Monte que abrange terras dos municípios de Vitória do Xingu e Altamira. Historicamente na Amazônia, o caso mais impactante referente à instalação de hidrelétricas foi a Usina Hidrelétrica de Tucuruí que de acordo com Queiroz e Veiga (2012) inundou o dobro da área (3.513 km²) que foi projetado no estudo de viabilidade (1.630 km²), elevou o nível de pobreza entre as populações localizadas à jusante da barragem, elevou as taxas de desocupação do município que no ano 2000 atingiu quase 17%, e intensificou a migração do campo à cidade, provavelmente pelos efeitos das transformações territoriais de ocupação e de uso ocorridas no entorno da UHE Tucuruí.

Em relação à Usina Hidrelétrica de Belo Monte o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu (BRASIL, 2009) os três maiores impactos provocados pela construção da Hidrelétrica de Belo Monte são: a) Inundação provocada pelo reservatório e canal de derivação, que manterá constante a inundação, hoje sazonal, dos igarapés Altamira, Ambé e Panelas que cortam a cidade de Altamira; e inundará parte da área rural do município de Vitória do Xingu; b) A Redução da água a jusante do barramento do rio, na Volta Grande do Xingu. (Este trecho, denominado Trecho de Vazão Reduzida, terá 100 quilômetros de comprimento, medidos ao longo da calha do rio Xingu e, c) Deslocamento involuntário de população urbana e rural.

socioeconômico de atividades fora do corpo d'água apresenta um caráter subjetivo resultando de um processo técnico, científico e social (SOUZA, 2009; p. 20).

Figura 1a: Localização da bacia Hidrográfica do Rio Xingu, com ênfase no trecho estudado no perímetro urbano de Altamira (ponto rosa no mapa) e a Usina Hidrelétrica de Belo Monte (ponto verde no mapa).

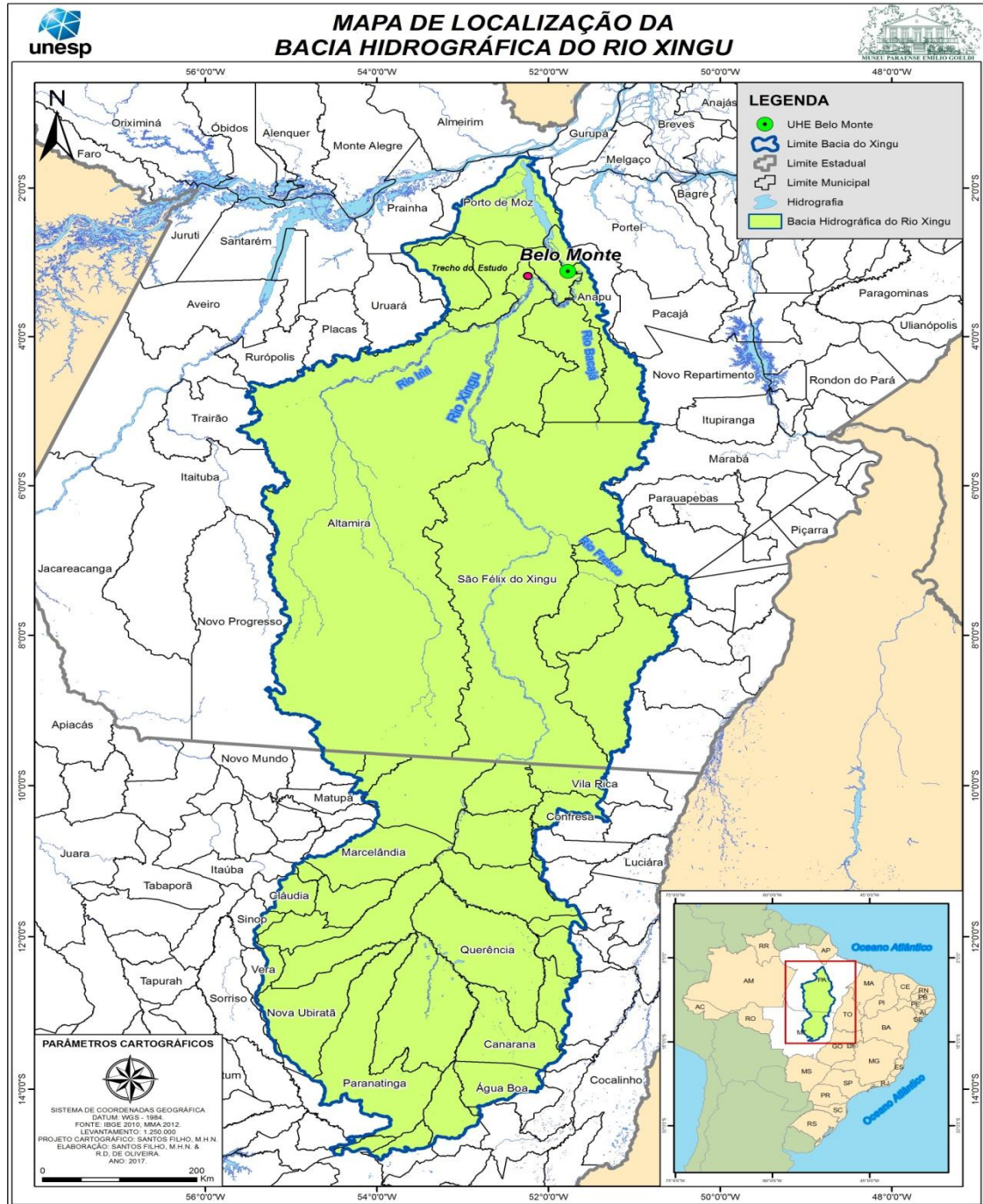


Figura 01b: Recorte Espacial da Pesquisa – Médio Curso do Rio Xingu – Perímetro urbano de Altamira – Sub- bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas



No caso específico dos três igarapés Ambé, Altamira e Panelas a hidrodinâmica local (relação cheia e vazante) será profundamente alterada. Excetuando os relatórios dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e dos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, pouco se conhece sobre as interações entre o rio Xingu e os pequenos igarapés que o bordejam o rio principal. A área urbana de Altamira é predominantemente ocupada pelas planícies fluviais do Rio Xingu e de igarapés de menor magnitude. Infelizmente, informações detalhadas dessas sub-bacias ainda são escassas ou confidenciais uma vez que se trata de áreas estratégicas para o Estado.

Um problema que de certa maneira tornou-se histórico diz respeito às inundações que tem atingido a área urbana de Altamira, que empiricamente relacionam-se as cheias anuais do rio Xingu, ou a causas naturais como as precipitações. Entretanto, cabe nesta pesquisa averiguar se unicamente a dinâmica hidrológica, é suficiente para entender a gênese desse fenômeno, uma vez que os riscos de inundação relacionam-se a vários elementos naturais e sociais, a exemplo o uso do solo.

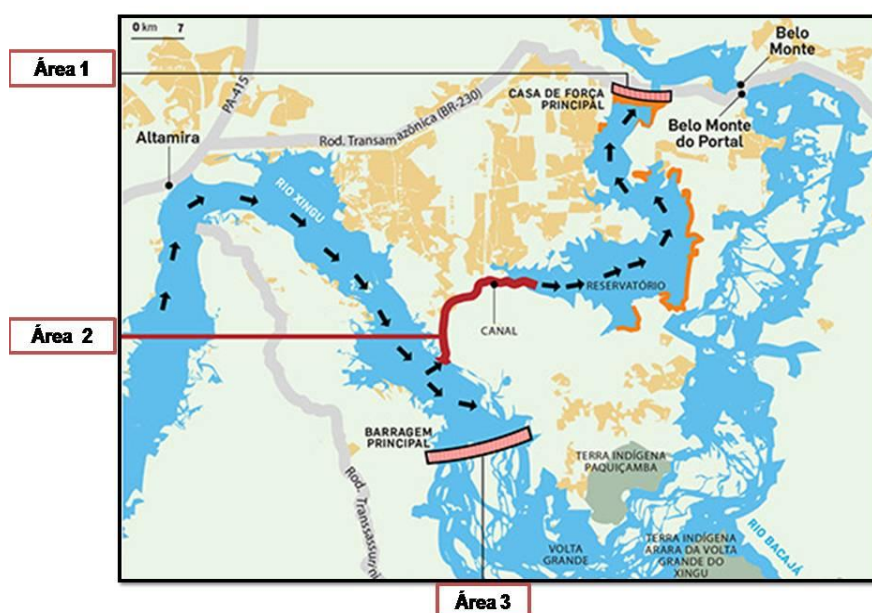
A Usina Hidrelétrica de Belo Monte foi instalada em um trecho denominado de Médio Curso do Rio Xingu, que se destaca pela ocorrência de setores encachoeirados com elevada geodiversidade (SILVA, 2012), impactando áreas dos municípios de Vitória do Xingu, Altamira e Brasil Novo. De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental do Empreendimento Belo Monte o projeto original apresentou o arranjo da UHE Belo Monte sendo composto por duas casas de força – a Principal e a Complementar; dois reservatórios – o Reservatório do Xingu e o Reservatório dos Canais, dois canais de derivação, dois vertedouros e vários diques de contenção (BRASIL, 2009).

Atualmente, o projeto é constituído de uma barragem principal no Rio Xingu, localizada a 40 km da cidade de Altamira, no Sítio Pimental, formando o Reservatório do Xingu. A partir deste reservatório, parte da água é desviada por um canal de derivação de 20 km de comprimento e 200m de largura para um reservatório intermediário. No projeto original estavam previstos dois canais de derivação, entretanto, em 2009 foi modificado para apenas um canal⁴.

⁴ Revista “O empregado”. **Barragem terá apenas 35 m de altura.** 21 de outubro de 2011. Disponível em: <http://www.revistaempregado.com.br/Publicacoes/>. Acesso em: 28-08-2016 às 19: 52 hs.

Didaticamente, divide-se a infra- estrutura do empreendimento em três áreas conforme figura abaixo: a) **Área 1** - Sítio Belo Monte – onde esta localizada a casa de força principal com 20 turbinas para gerar 11MW; **Área 2** – Sítio Pimental – o canal de derivação desviou a água do Rio Xingu para o reservatório intermediário da casa de força principal e, **Área 3** – Sítio Bela Vista a 40 km de Altamira onde esta localizado o vertedouro e a casa de força complementar (Figura 02).

Figura 02: As três principais áreas da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.



Fonte: Adaptado de O Estado de São Paulo⁵ (2015; p. 29)

O trecho do rio Xingu localizado entre a barragem do Sítio Pimental e a casa de força principal (Sítio Belo Monte) vai ter a quantidade de água diminuída por causa do desvio das águas para a formação do Reservatório. Este trecho, denominado Trecho de Vazão Reduzida, terá 100 quilômetros de comprimento, medidos ao longo da calha do rio Xingu. Para garantir as condições necessárias para a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente, com navegação na época de seca e manutenção da vida aquática, foi definido que esse trecho do rio deverá ser mantido com uma quantidade mínima de água (BRASIL, 2009).

⁵ O Estado de São Paulo. **Hidrelétrica de Belo Monte divide Aldeias no Xingu.** 04 de janeiro de 2015. p. 29.

A UHE Belo Monte foi concebida para operar a fio d'água, ou seja, utilizando a vazão natural do rio Xingu. A área total dos reservatórios é de 516 km², sendo que 382 km² compõem o Reservatório do Xingu, dos quais 228 km² pertencem à calha original rio e 134 km² no Reservatório dos Canais (BRASIL, 2009). Outro aspecto interessante é que a altura do barramento é de apenas 35 metros, bem menor que a observada em outras grandes usinas hidrelétricas. Isso ocorre porque o projeto Belo Monte aproveita característica natural do Rio Xingu, na região da Volta Grande do Xingu, que apresenta, entre o barramento principal, no Sítio Pimental e a casa de força principal, no Sítio Belo Monte, um declive de 90 metros, enquanto outros projetos hidrelétricos exigem a criação artificial de queda d'água para a geração de energia (O EMPREITEIRO⁶, 2011).

De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte a cidade de Altamira esta inserida na AID – *Área de Influência Direta* que correspondem às áreas vizinhas que ficam em volta do AHE Belo Monte e do reservatório. Elas incluem não só as terras que vão ser ocupadas pelas obras e pelo reservatório, mas também aquelas que vão sofrer interferências diretas, negativas ou positivas, do empreendimento (BRASIL, 2009; p.31).

Na área urbana de Altamira, chamam atenção três sub-bacias Ambé, Altamira e Pannels que apresentam particularidades pelo grau de intervenção antrópica. O igarapé Altamira em trecho de jusante caracteriza-se quanto ao uso do solo por uma elevada ocupação desordenada, onde se concentra uma população de baixa renda na planície de inundação, com graves problemas relacionados à falta de saneamento básico, coleta de lixo eficaz, com elevada proliferação de doenças de veiculação hídrica (ALONSO e CASTRO, 2006), enchentes sazonais potencializadas pelas limitações no escoamento superficial. O igarapé Ambé agrega o uso do solo marcado pela exploração mineral de argila exaurida para atividade oleira e pela ocupação desordenada, que nos últimos anos esta sendo gradativamente expandida para o igarapé Pannels propiciando o surgimento de feições tecnogênicas (OLIVEIRA e SANTOS, 2011).

No âmbito da problemática área inundada *versus* número de famílias atingidas de acordo com Instituto Socioambiental existe um enorme déficit entre ao número de casas e o número de famílias assentadas. O empreendedor da UHBM, inicialmente cadastrou

⁶ Revista “O empreiteiro”. **Barragem terá apenas 35 m de altura.** 21 de outubro de 2011. Disponível em: <http://www.revistaoempreiteiro.com.br/Publicacoes/>. Acesso em: 28-08-2016 às 19: 52 hs.

5.141, contratou a construção de apenas 4.100 residências, sendo que apenas 3000 no início de 2015 estavam assentados nos novos loteamentos, sem contar com as famílias que deixaram de ser cadastrados (ISA, 2015; p.12).

Os objetivos centrais desta pesquisa perpassa da definição das áreas inundáveis na área urbana. Segundo a Eletronorte a topobatimetria e os níveis de água nos três igarapés (Ambé, Altamira e Panelas) são suficientes para delimitar as áreas inundáveis, definindo a cota 100m como cota de segurança.

Discordando das áreas inundadas apontadas pela Eletronorte após a instalação do reservatório Belo Monte, o relatório elaborado pela Universidade Federal do Pará Duarte *et al.* (2010) a pedido do Ministério Público, considerando a demarcação da cota 100m, obteve um espraiamento da linha da cota 100 m de altitude, com variação média de 3 a 70 metros, chegando a crescer em determinados pontos 110 metros de extensão lateral.

Assim, o numero de impactados aumentou consideravelmente. Observou-se um acréscimo de 35%, para imóveis não residenciais (234 imóveis a mais que o levantado pelo RIMA); 37% imóveis residenciais (1.778 a mais que os levantados pelo RIMA) e no numero de pessoas em torno de 55% (9.028 a mais que os levantados pelo RIMA). Portanto, de acordo com Duarte *et al.* (2010; p.25) divergência entre os dois levantamentos supõe que um dos dois levantamentos estejam equivocados ou o da UFPA ou do RIMA em função da variação de 0,65 cm a mais de 1m na topografia.

Nesse sentido, esta pesquisa busca compreender a dinâmica de inundações das planícies ao longo dos três igarapés e quais suas conexões com o rio Xingu sobre o viés teórico dos sistemas complexos dinâmicos e não lineares, apresentar a análise das variáveis de forma integrada, em que se considera a topografia apenas uma dessas variáveis, e não a de maior relevância como tem observado.

Existem outras questões relevantes o fato do município está sujeito a riscos de inundações rápidas o que torna mais complexo a análise do risco, após o completo funcionamento da Hidrelétrica de Belo Monte. Para tanto serão consideradas o regime hidrológico do rio Xingu e sua relação com a precipitação local, a morfologia do relevo, substrato geológico, hipsometria e rede de drenagem, uso e ocupação das terras e as grandes unidades de solo apoiados em técnicas complementares como relatos orais, registro histórico e micromorfologia dos solos.

HIPÓTESE

A hipótese levantada nesta pesquisa é que as inundações na área urbana de Altamira respondem a ritmos da natureza e a ritmos sociais, resultam da interação de diversas variáveis que atuam também do médio Xingu e assumem em alguns momentos características catastróficas sugerindo a presença de sistemas complexos e com multiestabilidades.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Caracterizar o comportamento hidrológico do rio Xingu e os processos históricos de ocupação das planícies fluviais no recorte espacial urbano do município e as possíveis influências da implantação da UHE Belo Monte sobre a dinâmica de inundações urbanas em Altamira-PA.

Objetivos específicos:

Dois questionamentos um direto e outro indireto permeiam a delimitação dos objetivos específicos nesta pesquisa. O primeiro está relacionado à extensão da planície de inundação nas três sub-bacias: Ambé, Altamira e Panelas que o alcance dessas planícies seja superior do que se estimou no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA) do Empreendimento Belo Monte.

Desde a década de 70 as planícies vêm sendo ocupadas intensamente. De acordo com EIA da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (2009) apenas as áreas com cota inferior a 100m serão inundadas. Nesse sentido, fez necessário um levantamento histórico da ocupação das planícies urbanas, averiguando até que ponto a morfologias originais foram alteradas, e qual a relação com as enchentes urbanas, e futuramente como a interação dessas variáveis podem potencializar os impactos na área urbana.

O segundo questionamento é qual o grau de conectividade entre o Xingu e seus afluentes que mesmo após tantas fases de modificações na área urbana do município. Como os ecossistemas alagados (lagoas marginais) e de transição podem comunicar com o sistema fluvial do rio Xingu antes e depois da operação do reservatório da UHE Belo

Monte. Diante das questões apresentadas propõem-se executar os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o processo de expansão urbana em Altamira no período antes e durante a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte;
- Levantar o histórico dos eventos de inundações de Altamira e Região;
- Descrever, interpretar e analisar o regime hidrológico do Rio Xingu;
- Classificar o relevo quanto sua morfologia e morfometria na área urbana e das sub-bacias Ambé, Altamira e Panelas no entorno do Município de Altamira e afluentes do rio Xingu;
- Correlacionar regime hidrológico do rio Xingu na região do estudo, com variáveis de relevo, cobertura da terra, rede de drenagem e urbanização para compreensão das inundações na área urbana de Altamira;
- Definir níveis de estabilidade (Evolução dos sistemas) nas planícies de inundação antes e durante a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Capitulo I: Referencial Teórico e roteiro metodológico da Pesquisa

1.1 - Referencial Teórico

1.1.1 - Paradigma Holístico: base para uma proposta metodológica de compreensão inundações em Altamira e bacia do Rio Xingu.

A idéia central deste capítulo é explicar que a proposta de tese, é fundamentada por um “Outro paradigma da ciência”, denominado de Paradigma da Complexidade ou Holístico. Dentro deste paradigma insere-se a teoria dos sistemas, mais precisamente, dos sistemas complexos dinâmicos não lineares. Assim, propõe-se apresentar um referencial coerente no ramo da geomorfologia e hidrologia venha colaborar a compreender o fenômeno das inundações em Altamira.

A teoria dos sistemas atualmente é bastante utilizada na ciência geográfica principalmente, no ramo da geografia física, entretanto, neste capítulo tentaremos demonstrar o como essa teoria faz parte de um pensamento integrador do paradigma holístico, que considera diversas variáveis ou elementos que interagem mutuamente entre si.

De acordo com Wiel (1990) o “paradigma *Holístico*” pode ser considerado como paradigma considera cada elemento de um campo como um evento que reflete e contem todas as dimensões do campo (cf. a metáfora do holograma). É uma visão na qual o todo e cada uma de suas sinergias estão estreitamente ligadas, em interações constantes e paradoxais

A noção de totalidade fica evidente, a ainda a interação entre as várias partes estabelecem interações constantes e complexas. Assim as mudanças de paradigmas compõem as chamadas revoluções científicas.

De acordo com Capra (1996; p.16) as novas concepções da física têm gerado uma profunda mudança em nossas visões de mundo; da visão de mundo mecanicista de Descartes e de Newton para uma visão holística, ecológica.

Ao paradigma científico mecanicista definido também por Morin (2011) como “*paradigma da simplificação*”; transformou-se em paradigma social⁷ é resumido por Capra como:

Esse paradigma consiste em várias idéias e valores entrincheirados, entre os quais a visão do universo como um sistema mecânico composto de blocos de

⁷Capra em sua obra a teia da vida (1996) difere paradigma científico de paradigma social segundo o autor, o paradigma científico é definido como Thomas Kuhn como "uma constelação de realizações — concepções, valores, técnicas, etc. — compartilhada por uma comunidade científica e utilizada por essa comunidade para definir problemas e soluções legítimos". Seguindo esse pressuposto o autor define assim o termo paradigma social como "uma constelação de concepções, de valores, de percepções e de práticas compartilhados por uma comunidade, que dá forma a uma visão particular da realidade, a qual constitui a base da maneira como a comunidade se organiza".

construção elementares, a visão do corpo humano como uma máquina, a visão da vida em sociedade como uma luta competitiva pela existência, a crença no progresso material ilimitado, a ser obtido por intermédio de crescimento econômico e tecnológico, e — por fim, mas não menos importante — a crença em que uma sociedade na qual a mulher é, por toda a parte, classificada em posição inferior à do homem é uma sociedade que segue uma lei básica da natureza (CAPRA, 1996; p.16).

Conforme análise do trecho acima, o paradigma simplificador trouxe inúmeras conseqüências para a ciência, sociedade e especialmente para a natureza que passa ser vista como uma fonte de recurso inesgotável, sendo entendida de forma compartimentada, matematizada gerando inúmeros impactos ambientais.

Segundo Morin (2005; p.60) no final do século XX, as ciências repousavam sobre três pilares da certeza: O primeiro pilar era a *regularidade*, a constância e, sobretudo, o determinismo absoluto. O segundo pilar era a *separabilidade*, onde para conhecer um objeto basta isolá-lo conceitual e experimental, extraindo de seu meio de origem para examiná-lo num meio artificial e, finalmente, o terceiro pilar era o valor da prova absoluta *por indução e pela dedução*, é por esses três princípios aristotélicos que se estabelecem a unicidade da identidade e a recusa da contradição.

Tal conhecimento, necessariamente baseava seu *rigor* e sua operacionalidade na medida e no cálculo. Cada vez mais a matematização e a formalização desintegravam os seres e os entes para apenas considerar como únicas realidades, as fórmulas e equações que governam entidades quantificadas. Enfim, esse pensamento simplificador é incapaz de conceber a conjunção entre o uno e o múltiplo (*Unitat Multiplex*). Ou ele unifica abstratamente ao anular a diversidade, ou justapõe a diversidade sem conceber a unidade. Segundo Morin ter-se-ia a “*inteligência cega*” que destrói os conjunto e as totalidades, isola sem objetos do seu meio ambiente (MORIN, 2011; p.12).

De acordo com Gonsalves (2013; p.33) dois aspectos interessantes são inseridos para compreensão da natureza com introdução da filosofia cartesiana que marcam a modernidade: *o caráter pragmático e o antropocentrismo*. O primeiro ver a natureza como um recurso, bem expresso no Dicionário Aurélio é um meio para atingir um fim; e *antropocêntrismo* em que homem passa a ser visto como o centro do mundo, o sujeito que se opõem a natureza, assim torna-se possuidor da natureza.

Segundo Moreira (2012; p.58) a natureza assume características de natureza insensível, mecânica, morta e objetiva, em que o homem não faz parte, é externa, ou seja, excluem e se opõem.

A idéia de natureza objetiva e exterior ao homem, que fortalece a idéia de homem não natural cristaliza-se com a civilização industrial inaugurada pelo capitalismo. As ciências da natureza se separam das ciências sociais. A geografia física, obviamente, da segunda metade do século XIX, que difere da geografia Holística de *Hitter e Humboldt*, fundamenta-se no ideário de particularidade, especialidades e de um conhecimento fragmentário de uma natureza inorgânica baseada na relação utilitária. A consequência disso são geografias físicas fruto de uma ciência fragmentada, especializada e ramificada a exemplo, a geomorfologia, a hidrografia, biogeografia e climatologia.

Por outro lado, o paradigma complexo que se propõem aplicar fundamenta-se em três princípios de acordo com Morin (2005)

I. O primeiro princípio é definido circuito recursivo ou autoprodutivo rompe com a causalidade linear, esse circuito implica num processo no quais efeitos e produtos são necessários à sua produção ou sua própria causação, sendo a causalidade sendo representada por uma espiral e não mais linear;

II. O segundo princípio é a dialógica sendo necessário segundo o autor juntar princípios, idéias e noções que parecem opor-se uns aos outros; e por fim;

III. O terceiro princípio denominado de hologramático, referencia ao ponto do holograma que contém quase a totalidade da informação na figura representada, ou seja, a parte esta no todo, e o todo esta na parte (MORIN, 2005; 65-67).

Quanto à aplicabilidade do pensamento complexo nos estudos hidrológicos destaca-se a necessidade de abrangência conceitual, que envolva não somente análise de aspectos quantitativos, mas especialmente qualitativos, que faça refletir na inserção de novas metodologias que correspondam à complexidade do objeto de estudo. Conforme Mediondo e Tucci (1997; 62) cinco elementos qualitativos contribuiriam para tal pensamento: complexidade, discreto; relativista; dominante; sistêmico; transdisciplinar (Quadro 01).

Quadro 01: Análise complexa com base em análise qualitativa.

Elementos	Características
<i>Complexidade</i>	Nos sistemas dinâmicos não lineares (como os processos hidrológicos que ocorrem na bacia) existem componentes que interagem localmente e produzem um comportamento divergente, tratados através de equações bem simples, e denominado de <i>complexidade determinista</i> . As propriedades locais fazem surgir uma ordem global, que por sua vez retroalimenta o comportamento das componentes da qual tem emergido (LEWIN, 1993). Isto explica as interações dinâmicas tanto dentro da bacia (exemplo de domínio único) como da relação da bacia com o clima (exemplo de dois domínios diferentes).
<i>Discreto</i>	Esta característica colocada por Klemes (1983) é um axioma de como o ser humano percebe os diferentes sistemas naturais, nas suas diferentes escalas. Isto tem a ver com nosso tipo de raciocínio, que geralmente intui que um objeto, sistema ou corpo é constituído por <i>partes</i> ou componentes separadas, formando <i>agregados</i> diferentes.
<i>Relativista</i>	Em um sistema qualquer, a desordem perfeita, absoluta na micro-escala de estudo, pode numa escala macroscópica, ser considerada uma ordem perfeita, porque todos os seus pontos têm as mesmas propriedades observáveis.
<i>Dominante</i>	Existem diferentes <i>forças atuantes</i> que tendem a dominar os processos nos vários níveis de escala, impondo limitações sobre a validade das relações matemáticas com base na evidência empírica observada numa dada escala (KLEMES, 1983). São definidos dois domínios bem característicos, sendo um deles um domínio pouco hierarquizado, onde existe uma predisposição para os fluxos interagir <i>através</i> dele, e outro domínio, bem hierarquizado, onde existe uma preferência pela condução dos fluxos de energia <i>por meio dele</i> denominados de <i>fluxos verticais e fluxos horizontais</i> .
<i>Sistêmico</i>	Essa concepção parte da idéia de <i>diversidade</i> quando se refere à natureza de múltiplas variáveis que influem nas respostas dos sistemas naturais. Parte do princípio que o sistema todo representa <i>mais</i> que a simples soma de suas partes. Enfatiza, assim, as interações das componentes, levando a uma noção de natureza multivariada de processo.
<i>Transdisciplinar.</i>	A formação de profissionais é compartimentada, enquanto os processos na micro, meso e macro escala envolvem diferentes disciplinas do conhecimento.

Fonte: Adaptado de Mediondo & Tucci (1997)

No quadro adaptado de Mediondo e Tucci (1997; p.62) levanta-se questões relevantes no caso de bacias hidrográficas extensas são macro sistemas, que em muitos casos atravessam domínios climáticos, geológicos diferenciados. Outro aspecto interessante é a chamada natureza multivariada dos processos, a exemplo das precipitações pluviométricas em escala local, são influenciados por fenômenos que atuam em escala regional (meso escala) como anomalias de Temperatura superficial dos Oceanos Pacífico e Atlântico (FISCH, MARENO e NOBRE, 1998; NOBRE et al. 2009).

1.1.2 – Teoria dos sistemas e a análise da bacia hidrográfica

Christofoletti (1979) afirma que é possível compreender os sistemas como um conjunto de componentes heterogêneas que estabelecem inter-relações, e criam, portanto, dependência entre si, que garantem seu funcionamento por meio de matéria e energia conforme o trecho abaixo:

*[.....]Thornes e Brunsden (1977; 10) definem um sistema como um “conjunto de objetos ou atributos e das relações, que se encontram organizados para executar uma função particular”. Nessa perspectiva o sistema é um operador que em um determinado lapso de tempo que recebe o **input** e o **transforma em output**. Outra definição também foi delineada por Miller (1965:200), assinalando que um sistema é um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra conjunto implica que as unidades possuem propriedades comuns. “O estado de cada unidade é controlada, condicionada e dependente do estado das outras unidades”. Dessa maneira, o conjunto encontra-se organizado em virtude das **inter-relações** entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assumam a função de um todo que é maior que a soma das partes (CHRISTOFOLETTI, 1979; p.1).*

Segundo Almeida e Tertuliano (1999; p. 115) um sistema pode ser entendido como um conjunto de unidades com relações entre si. Essas unidades possuem propriedades comuns. O conjunto, na verdade, encontra-se organizado em virtude de inter-relações entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assumam a função de um todo que é maior que a soma das partes. Cada unidade tem seu estado controlado, condicionado pelo estado das outras unidades.

Esse sistema é caracterizado por: a) seus elementos ou unidades (Componentes); b) suas relações – os elementos dependem um dos outros, através de ligações que denunciam os fluxos; c) seus atributos – são as qualidades atribuídas a um sistema para que se possa dar-lhe características, tais como comprimento, área, volume, composição ou densidade dos fenômenos observados; d) entrada (*input*) ou aquilo que o sistema recebe; e) saída (*output*) ou aquilo que foi processado ou transformado e foi encaminhado para fora (CHRISTOFOLETTI, 1979; p. 2; LIMBERG, 2006; p.99).

Um sistema é composto por matéria, energia e estrutura (CHRISTOFOLETTI, 1979, p 8). A matéria se caracteriza pelo material que será mobilizado através do sistema, é aquilo que vai se movimentar. A energia se caracteriza pelas forças que fazem o sistema funcionar, “gerando a capacidade de realizar trabalho”. Já a estrutura é constituída pelos

“elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes” (CHRISTOFOLETTI, 1979; p. 13; LIMBERG, 2006; p.99).

Sobre as qualidades ou atributos dos sistemas Almeida e Tertuliano (1999) destacam que análise de atributos como área e composição dos fenômenos são indispensáveis nos sistemas ambientais:

[...] Os elementos integrantes dos sistemas encontram-se inter-relacionados, um dependendo do outro, através das ligações que indicam os fluxos. As qualidades que se atribuem aos elementos ou ao sistema a fim de caracterizá-los, denominam-se atributos. Eles podem se referir a área, ao volume, características da composição, densidade dos fenômenos observados e outros (ALMEIDA e TERTULIANO, 1999; p. 115)

Outro esclarecimento relevante é a noção de ambiente. Almeida e Tertuliano (1999; p.116) afirmam que os sistemas encontram-se incorporados em conjuntos maiores, mantendo conexões de matéria e energia, que constituem o seu ambiente. O ambiente do sistema é composto de todas as partes do mundo externo dentro do qual o sistema existe e que se integra com ele. A esse aspecto Christofolletti (1999; p.5) apresenta assim uma dificuldade na aplicação a perspectiva sistêmica esta em identificar os elementos, seus atributos (variáveis), suas relações a fim de delimitar com clareza a extensão do sistema em foco. Segundo o Christofolletti os sistemas envolvidos na análise ambiental funcionam dentro de um ambiente, fazendo parte de um conjunto maior denominado de universo⁸.

Dos tipos de sistemas com base na obra de Chorley estabelece comparação entre a bacia hidrográfica e um tipo de sistema aberto:

Um sistema aberto precisa de um fornecimento de energia para sua manutenção e conservação, e está em vigor mantida por uma constante fornecimento e remoção de materiais e energia. Assim, existem analogias diretas entre os sistemas abertos clássicos e as bacias de drenagem, elementos inclinação, segmentos de transmissão e todas as outras formas produzidas em uma paisagem.(CHORLEY, 1962; B3).

⁸O universo pode ser compreendido como o conjunto de todos os fenômenos e eventos que, através de suas mudanças e dinamismo, apresentam influências condicionadores no sistema focalizado, e também de todos os fenômenos e eventos que sofrem alterações e mudanças por causa do comportamento do referido sistema particular. No âmbito do universo podem ser classificados como sistemas antecedentes ou controlantes e subseqüentes ou controlados. Entretanto, através de mecanismos de retroalimentação ou *feedback* os sistemas subseqüentes podem exercer influências sobre os antecedentes CHRISTOFOLLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. Editora Edgard Blücher. 1ª Edição. 1999. p. 5.

Em tal arranjo, mudanças na oferta de matéria e energia de fora conduz a uma auto-adaptação do sistema para acomodar essas mudanças. De acordo com Chorley essas adaptações sofridas pela bacia de drenagem são discutidos no trabalho de Gilbert⁹ (1880).

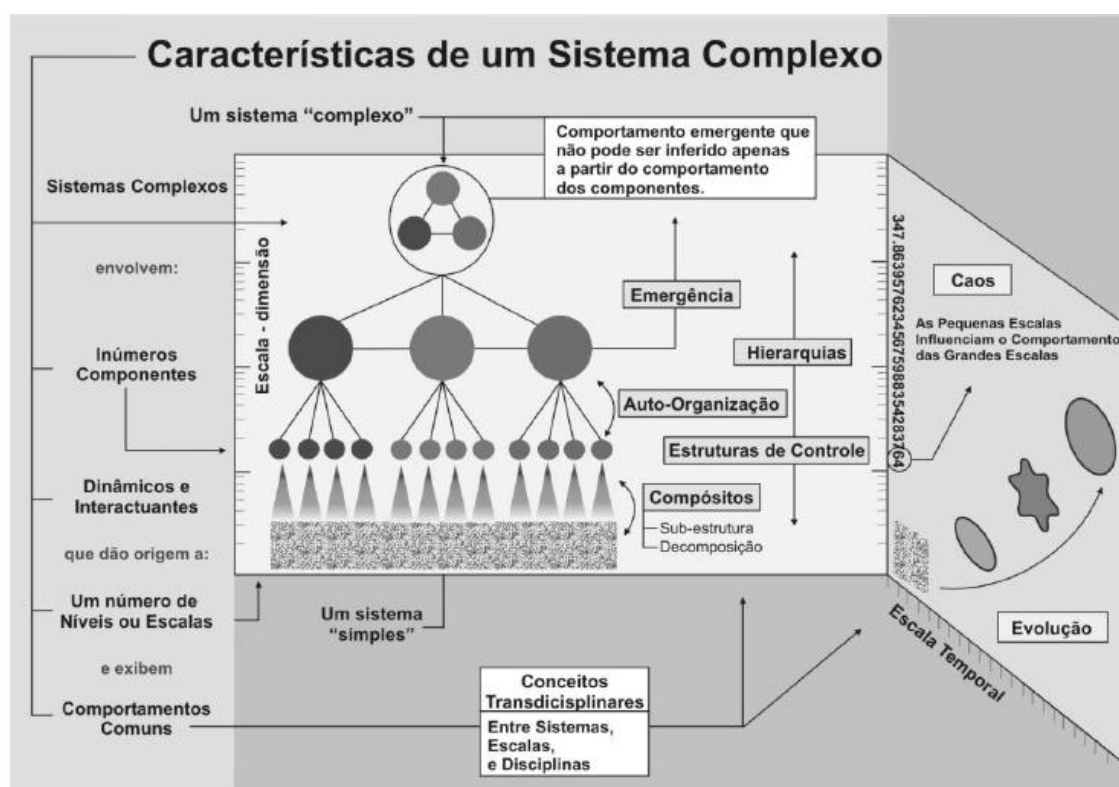
Peres Filho (2006; p. 335) a bacia hidrográfica pode ser considerada como um exemplo de sistema natural complexo, por apresentar todas as características inerentes a este tipo de sistema. Vista como uma *unidade organizada complexa*, a bacia hidrográfica é formada por subsistema, de cujas interações resultam a organização do sistema como um todo integrado. Para o autor a bacia jamais poderá ser entendida por meio de um estudo isolado de seus componentes: sua estrutura, funcionamento e organização de suas partes. Analisar simplesmente os processos que ocorrem nas vertentes e aqueles que acontecem nos canais fluviais são insuficientes para compreender como o sistema bacia hidrográfica funciona enquanto unidade organizada e complexa.

Diante da complexidade na análise da bacia hidrográfica, além de ser um sistema aberto, enquadra-se como um sistema dinâmico e complexo. Os sistemas dinâmicos podem ser classificados em simples e complexos. Os sistemas simples são compostos por um conjunto de componentes relacionados conjuntamente e agindo um sobre os outros sobre determinadas leis, que pode ser denominado de sistema linear (CHRISTOFOLETTI, 1999; CHRISTOFOLETTI, 2004; p.92).

Um sistema complexo (Figura 03) é qualquer um que envolva determinado número de elementos, organizados em estruturas que podem existir em diversas escalas. Estes sistemas passam por processos de transformação que não são passíveis de ser descritos por uma única regra, não podem, portanto, ser reduzidos a um único nível de explicação. Os sistemas complexos são muito mais que a soma das suas partes e, conseqüentemente, qualquer tentativa de modelar a sua estrutura é necessariamente parcial e incompleta. Assim, os modelos representam simplificações, em que os processos essenciais são simulados, o que nos leva a concluir que em cada sistema existem muitos modelos (ROCHA e MORGADO SOUSA, 2007; p. 2).

⁹Em cada bacia todas as linhas de drenagem unem-se em uma linha principal, e uma perturbação em qualquer linha é comunicada através dela para o linha principal e daí para cada afluente. E como um membro do sistema pode influenciar todos os outros, de modo que cada membro é influenciado por todos os outros. Existe uma interdependência ao longo do Sistema (Gilbert, 1880, p. 117-118). In: Gilbert, G. K., 1877, Report on the geology of the Henry Mountains: 2ª ed. 1880, Washington, D.C., Government Printing Office, 170 p.

Figura 03: Características de um sistema complexo.



Fonte: Tenedório et al. (2006)

No esquema apresentado acima o sistema complexo é formado por um grande número de componentes, com dinâmicas interatuastes, que dão origem a um número de níveis ou escalas e exibem comportamentos comuns. A limitação no estudo do sistema complexo atualmente é tentar delinear conceitos, escalas e disciplinas que apresentem caráter transdisciplinar, ou seja, não é a geografia, história, ecologia, geologia ou mesmo a engenharia que apresenta a melhor metodologia ou a melhor construção teórica para compreendê-lo, mas por meio da integração desses conhecimentos e de técnicas será possível pesquisá-lo. Das principais características destacamos a emergência de novo comportamento, a auto-organização e elevada hierarquização, e noção central de que os sistemas estão em plena evolução e que muitas vezes pequenas interferências na pequena escala pode provocar, alterações nas grandes escalas.

De acordo com Christofolletti (2004; p.92) os sistemas dinâmicos complexos são definidos como um conjunto de grande quantidade de componentes interligados, com capacidade de trocar informações com o seu entorno condicionante, possuindo a capacidade de adaptar sua estrutura interna como sendo conseqüências ligadas a tais

interações. Correspondem aos sistemas não – lineares, que são aqueles cuja resposta a um determinado distúrbio não é necessariamente proporcional à intensidade desse distúrbio sendo objeto de estudo da chamada teoria do Caos.

Considerando que as inundações nas áreas urbanas são resultantes de fenômenos naturais e socioeconômicos é possível afirmar que se comporta como um sistema dinâmico e caótico. Na seqüência um quadro de síntese das principais características dos sistemas complexos dinâmicos de acordo com Mattos & Perez Filho (2004): Não linearidade e retroalimentação, o todo é diferente da soma das partes, aninhamento hierárquico, presença de atratores e repulsores, afastamento do equilíbrio, auto-organização e fractais (Quadro 02).

Christofolletti (1979) afirma que a retroalimentação é conhecida também como *feedback* palavra proveniente da língua inglesa que quer dizer resposta a determinado estímulo, ou mesmo retorno ou conseqüências sobre o objeto ou fato inicial. Pode ser classificada em direta, em circuito, negativa e positiva e. Sobre as diferenças entre as duas últimas respectivamente o autor infere que:

A retroalimentação negativa é o tipo mais comum, ocorre quando uma variação externamente produzida leva a um estabelecimento de circuito fechado de alteração, que tem a função de arrefecer ou estabilizar o efeito da mudança original. Essa situação é indicada por um circuito com numero impares de sinais negativos de correlações. Os sistemas com retroalimentação negativa são relativamente instáveis e só modificam as suas características após um impulso exterior que altere a posição dos seus elementos. Havendo a modificação o sistema evolui para atingir um novo estado de equilíbrio entre as forças atuantes [...]. A retroalimentação positiva ocorre quando os circuitos entre as variáveis reforçam a ação, externamente produzida, ocasionando uma ação de “bola de neve” das alterações sempre no mesmo sentido da influencia original [...]. Geralmente esse tipo de retroalimentação não promove a estabilização do sistema mais ampliação do efeito cumulativo, em determinada direção e muitas vezes sua destruição (CHRISTOFOLETTI, 1979; p.23).

Quadro 02: Características dos sistemas complexos dinâmicos.

<i>Característica</i>	<i>Descrição</i>
1. Não linearidade e retroalimentação	<i>Os elementos que compõem o sistema interagem de maneira não linear, o que leva a retroalimentação negativa e positiva, que controlam os estados do sistema. Assim a resposta do sistema não é uma relação simples de causa e efeito. Como não há relação de causa e efeito entre os elementos, a resposta de perturbação é desproporcional à magnitude dessa perturbação: a existência de mecanismo de retroalimentação negativa garante minimização dos efeitos provocados por essa perturbação, enquanto em circuitos em retroalimentação positiva levam a ampliação desses efeitos.</i>
2. O todo é diferente das somas das partes	<i>A inter-relação entre os elementos permite o surgimento de novas características que inexistiriam caso esses elementos fossem considerados isoladamente. São chamados de características emergentes, da qual deriva o famoso enunciado “O todo é superior a soma das partes” por outro lado, restrições são impostas ao sistema: nem todas as potencialidades que poderiam exibir isoladamente são exercidas quando elas estão agrupadas e interagindo para formar o sistema que leva a outro enunciado conhecido como: “o todo é inferior a soma das partes”¹⁰.</i>
3. Aninhamento hierárquico	<i>Um sistema é formado por inúmeros subsistemas, ao mesmo tempo em que integra sistemas de ordem hierárquica superior. Os sistemas complexos se organizam de uma forma aninhada a sistemas dentro de sistemas dentro de sistemas. Um exemplo bem simples podemos afirmar que a sub-bacia compõem a bacia do Xingu, integra um sistema maior que é a bacia do Amazonas¹¹.</i>
4. Atratores e repulsores	<i>A evolução do sistema complexo pode ser graficamente representada em um espaço de fase que consiste em um gráfico não dimensional no qual cada eixo representa uma variável do sistema. Medindo-se essas variáveis ao longo tempo e colocando esses dados neste gráfico, descreve-se uma trajetória do sistema representa a tendência de evolução do sistema: as regiões do gráfico onde os resultados se concentram representam os atratores do sistema e, os repulsores aqueles que tendem a fugir durante a evolução do sistema.</i>
5. Sistemas abertos afastados do equilíbrio	<i>Os sistemas complexos permanecem em um estado de não equilíbrio recebem fluxo de energia do ambiente e mesmo assim conseguem manter um baixo nível de entropia interna durante sua evolução. A auto-organização permite o aparecimento de estruturas dissipativas, que expulsam a entropia do interior do sistema ao mesmo tempo em que usam a energia captada do meio para aumentar sua organização.</i>
6. Auto-organização	<i>A organização do sistema e a dinâmica que garante a estruturação e organização e o funcionamento do sistema como um todo integrado. Ela é quem dita como os elementos dispõem-se e inter-relacionam em função do todo.</i>

¹⁰Para Edgar Morin discutir o sistema é preciso conceber que a diversidade organiza a unidade que organiza a diversidade num circuito ativo, o caráter complexo dessas relações permitem formular três enunciados desenvolvidos detalhadamente em MORIN, E. **Ciência com consciência**. Ed. revista e modificada pelo autor-12ª Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2008. p. 261, que descreve três enunciados: **1º enunciado**-“O todo é mais que as somas das partes” (princípio bem explícito, e bem reconhecido em todos os níveis macroscópicos), visto que em seu nível surgem não só uma macrounidade, mas também emergências que são propriedades novas; **2º enunciado**: “O todo é menos que a soma das partes” (porque elas, sob efeito das coações resultantes da organização do todo, perdem ou vêm inibirem-se algumas de suas qualidades ou propriedades e, **3º enunciado** -“ O todo é mais que o todo” porque o todo enquanto todos retroage sobre as partes, que, por sua vez, reatragem sobre o todo (por outras palavras, o todo é mais que uma realidade global, é um dinamismo organizacional).

¹¹ Segundo Mattos e Perez Filho (2004) no caso de estudo de estabilidade dos sistemas a questão da escala apresenta-se fundamental, por exemplo, um sistema que esteja passando por um momento de instabilidade ainda sim pode apresentar núcleos de resistência, isto é, a subsistemas que conservam a estabilidade, ou instabilidade no sistema pode representar uma flutuação nos subsistema. Novamente, podemos inferir que na bacia do Xingu talvez não seja possível considerar a instabilidade instalada no macro sistema, entretanto, se aumentarmos a escala e delineamos nosso estudo em sub-bacias menores tal quais as três objetos de pesquisa deste estudo, talvez sejam possíveis identificar instabilidades pontuais.

7. <i>Fractais</i>	<i>Padrões, formas e estruturas são fractais quando a sua dimensão Hausdorff é maior do que a sua dimensão euclidiana. As superfícies, por exemplo, são fractais, se a sua geometria é complexa demais para ser descrito com uma diferenciável função, e quando $2 < H < 3$, onde H é a Hausdorff dimensão e 2 e 3 são as dimensões Euclidiana de uma superfície plana e de um volume. Fractal também é auto-similar ou auto-afim, tal que sua estrutura básica é escala-invariante. Fractais estatísticos são usados como um morfométrica descritor de muitas formas e padrões produzidos pelo complexo não-linear dinâmica, e são matematicamente ligados ao caos e outra formas de complexidade não linear.</i>
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Adaptado de Phillips (2003; p.3); Mattos e Perez Filho (2004; p. 13).

Nessa perspectiva avançaremos para o comportamento dos sistemas dinâmicos caóticos, marcado pela irreversibilidade, estado de não – equilíbrio, instáveis, imprevisíveis. De acordo com Phillips (2003; p.2) o estudo desses sistemas em inúmeras áreas de conhecimentos permitiu a aplicação de uma variedade de termos e fenômenos, surgimento de subculturas científicas, incluindo ciência não linear, sistemas dinâmicos não-lineares, ciência da complexidade, teoria da complexidade e auto - organização, caos e fractais. O autor acrescenta os efeitos de pequenas perturbações tendem a persistir e crescer ao longo do tempo, estão desproporcionalmente grande e de longa duração em comparação com a perturbação inicial típico do *caos determinístico*.

Na geomorfologia Phillips (2003; p.5) chama atenção à supervalorização da modelagem e experimentos de laboratórios no que se refere à teoria da complexidade. Entretanto, destaca a necessidade de se conectar a não-linearidade a fenômenos observáveis superfícies da terra, o que determina necessariamente uma ênfase no trabalho com uma componente empírica.

A interpretação da evidência histórica dinâmica não-linear complexas pode complicar os esforços para interpretá-la tais como estratigrafia, paleossolos e dados paleoclimáticos. Por causa da instabilidade dinâmica e do caos, pequenas perturbações ou distúrbios de curta duração, em vez de maior mudança ambiental pode ser responsável por alterações ou mudanças. Devido a múltiplos equilíbrios, pode não haver uma correspondência de *um para um* entre os estados do sistema e controles ambientais (PHILLIPS, 2003; p.5).

Phillips (2003; p. 6) cita o estudo realizado por Knoxe Kundzewicz¹² (1997) sobre a revisão dos indicadores *paleoflood (paleoplanície)* que mostra que as mudanças

¹²KNOX, J.C. and KUNDZEWICZ, Z.W. **Extreme hydrological events, palaeo -information, and climate change.** *Hydrological Sciences Journal* 43, 1997. 765–69.

climáticas modestas (variabilidade) podem ter desproporcionalmente grandes impactos sobre a magnitude e frequência de inundações extremas (uma característica da instabilidade dinâmica não-linear). Isto coloca limitações óbvias para o uso de paleohydrological indicadores de mudança climática. A vantagem interpretativa de uma perspectiva não linear, não está sempre associada com complexidades não-lineares, por si só, mas tal perspectiva pode resultar no desenvolvimento de hipóteses testáveis.

Em geomorfologia do solo, por exemplo, é comum observar variações fundamentais na morfologia do solo e estratigrafia em curtas distâncias e áreas pequenas que não são atribuíveis a qualquer variação mensurável ou observável nos fatores de formação do solo. Em alguns casos de instabilidade dinâmica e caos não só fornecer uma explicação plausível para esta complexa variabilidade espacial, mas pode ser demonstrado com provas de campo e ligados a disparadores específicos, tais como bioturbação ou variação microtopográficas (PHILLIPS, 1993a, 1997; PHILLIPS et al., 1999). Além disso, em alguns casos, as dinâmicas não lineares complexas podem ser ligadas a processos específicos, tais como distribuição de pedofórmicas argilúvias e os seus efeitos sobre a penetração de umidade, truncamento de perfil de erosão e o crescimento de horizontes eluviais em detrimento dos horizontes adjacentes (PHILLIPS, 1993b, PHILLIPS et al., 1999; PHILLIPS, 2000;.).

Sobre as pequenas variações que podem ter correspondência amplificada de acordo com Camargo e Guerra (2007) com base nas ideias de Prigogine¹³ (1993) apresentam as principais características dos sistemas caóticos:

1. *Sistemas caóticos são sensíveis às suas condições iniciais, e uma pequena mudança pode causar uma enorme diferença em sua previsibilidade inicial, apresentando um grau aleatório nas respostas a longo prazo.*
2. *Sistemas caóticos não ocorrem com apenas duas variáveis, eles só existem a partir de três variáveis, e quanto mais complexo for maior a possibilidade de caos.*
3. *O início do processo caótico inicia-se com uma bifurcação.*
4. *Sistemas caóticos possuem previsibilidade zero em seu ponto de partida;*
5. *Eles ocorrem em um espaço limitado (CAMARGO E GUERRA; 2007; p.141).*

¹³ PRIGOGINE, I. **Les Lois du Chaos**: França: Champs/Flammarion, 1993. 125p.

1.1.2.1 – Mudança e dinâmica evolutiva dos sistemas: Equilíbrio, Estabilidade e resiliência.

A noção de equilíbrio dinâmico foi apresentada inicialmente por Gilbert (1877) no intuito de compreender a evolução do relevo. Apesar de praticamente sua publicação está a quase um século na frente de John T. Hack (1960) é evidente sua visão integradora ao apresentar as correlações entre a taxa de erosão - declividade, textura da rocha e clima. Além da relação entre transporte - fragmentação, declividade e quantidade de água; corrosão *versus* transpote, declividade e quantidade de água e outras. E principalmente por apresentar a discussão de estabilidade e instabilidade das linhas de drenagem.

O conceito de equilíbrio dinâmico foi aperfeiçoado de John T. Hark (1960) avançou por constituir-se uma perspectiva acíclica. Segundo o autor o equilíbrio dinâmico não deve ser visto com um modelo por si só, fazendo referência ao modelo proposto por Davis - Ciclo Geográfico (DAVIS, 1899), sendo relevante o conceito de *ciclos múltiplos e da herança das formas na paisagem*. (HARK, 1960; 1975). A entrada de energia (interna ou externa) promove alterações no sistema, manifestada através da matéria, onde os elementos da morfologia tendem a se ajustar as modificações impostas pela geodinâmica e pelo intemperismo, sem necessariamente um aplainamento ao final do ciclo, pois o equilíbrio ocorre em variáveis níveis topográficos.

De acordo com Schumn and Lichty (1965) no artigo *Time, space, and causality in geomorphology* a distinção de causa e efeito e as variáveis geomórficas variam com o tamanho da paisagem e com o tempo. Considerado o total de componentes o equilíbrio pode ser resultado de eventos passados e de agentes erosivos modernos em um estágio de um *ciclo de erosão*. Aplicado a bacia de drenagem multiplas componentes são avaliadas em escala de tempo e espaço: 1- tempo, 2, geologia, 3. Clima, 4. Vegetação (tipo e densidade), 5. Relevo, 6. Paleohidrologia, 7. Dimensão do vale, 8. Descarga média de água e sedimento, 9. Morfologia do canal, 10. Descarga de água e sedimento observada, 11. Fluxo observado (velocidade, turbulência etc.) em uma escala de tempo (geológico, moderno e presente) e de equilíbrio dinâmico (cíclico, gradual e estável) .

Outra contribuição importante foi a noção de *quase-equilíbrio* apresentada por Langbein e Leopold (1964) a forma dos canais foi descrita como um estado quase equilibrado que, representa estado em oposição à tendência. Essas tendências são

promovidas por processos de ajustes internos relacionados à deposição da utilização de energia. Os aspectos de vários tipos de sistemas fluviais podem ser explicados pelo uso desses princípios, incluindo o perfil longitudinal, a mudança a jusante da geometria do canal e outras.

O equilíbrio de um sistema representa, portanto, o reajustamento complexo de suas variáveis internas às condições externas. Isso significa que as formas e seus atributos apresentam valores dimensionais de acordo com a influência exercida pelo ambiente, que controla a quantidade e a qualidade de energia (ALMEIDA E TERTULIANO, 1999; p. 116).

Segundo os autores quando as condições externas permanecem imutáveis, o equilíbrio dinâmico pode chegar ao estado que melhor exprima a organização interna em função das referidas características exteriores, chegando a obter a condição estática de máxima entropia. Esse estado constante ou de estabilidade é atingido quando a importação e a exportação de matéria e energia forem equacionadas por meio dos ajustamentos das formas do próprio sistema, permanecendo constantes enquanto não se alterem as condições externas. Assim sendo, o estado de estabilidade é independente do tempo, e as suas formas e organização não se modificam pelo transcorrer da variável temporal.

Para discutir estabilidade os autores apresentam dois temas importantes: a) características dos fluxos; b) mecanismos de ajustamento das variáveis. Das características dos fluxos é de fundamental importância a descrição dos eventos que expressam o fornecimento de matéria e energia e que regulam o funcionamento e organização do sistema.

Cada evento fornece determinada quantidade de matéria e energia e regula o funcionamento do sistema, o valor dessa quantidade representa a magnitude (intensidade ou grandeza). Geralmente, os eventos de menor magnitude apresentam maior frequência, e ao contrário os eventos de maior magnitude apresentam menor frequência causam características assimétricas.

No tratamento dos fluxos pelos sistemas em seqüência em todos os subsistemas há transformações entre o padrão e qualidade da entrada recebida e o padrão e qualidade de saída. Essas transformações são responsáveis pelo surgimento de novos processos e de novas formas.

No que se refere ao ajustamento do sistema. Um sistema é capaz de absorver até determinada variação sem que ocorram alterações. No caso dos eventos de baixa frequência e alta magnitude muitas vezes provocam a ultrapassagem de absorção e provocam modificação interna do sistema.

Os sistemas ambientais as flutuações no fornecimento de matéria e energia, promove uma ajustagem automática interna dos mesmos e permite que haja absorção, das flutuações dentro de determinada amplitude sem que o estado seja modificado, encontra-se em um estado estacionário (*Steady state*). Portanto, quando um evento ultrapassa limiar compatível com a organização do sistema, ocorre profunda alteração e um reajuste do mesmo, podendo voltar a um estado semelhante a do primeiro ou atingir um estágio estacionário.

De acordo com Christofolletti (1979, p.71) e Almeida e Tertuliano (1999; p.120) o tempo de adaptação de um sistema com base nos estudos de Chorley e Kennedy (1971):

- A resistência oferecida às mudanças pelos componentes individuais do sistema, com seus diferentes tempos de reação e readaptação;
- A complexidade do sistema, envolvendo o número de componentes e a frequência e a natureza de seus relacionamentos;
- A magnitude e a direção do evento, entrada que pode reforçar a tendência de mudança existente no próprio sistema ou ser contrário a ela;
- O ambiente de energia do evento entrada oferecido ao sistema. As rápidas flutuações ocorridas no evento podem ser filtradas por subsistemas do ambiente, a fim de manter tendências mais simples no decorrer do fluxo.

Outro aspecto interessante a ser analisada vinculada a idéia de complexidade é a estabilidade e a resiliência. Um sistema é considerado mais estável à medida que apresentar a menor flutuação e ou recuperar-se mais rapidamente. Assim define estabilidade como:

É a capacidade do ecossistema de se manter ou retornar as suas condições originais provocadas por um distúrbio natural ou provocado pela ação humana (CHRISTOFOLETTI,1999; 113).

Partindo da noção de estabilidade, o autor estabelece a diferença entre duas condições do ecossistema resistência e resiliência. A primeira pode ser definida como:

A resistência é a capacidade do sistema em permanecer sem ser afetado pelos distúrbios externos sendo também chamada de inércia (CHRISTOFOLETTI, 1999;113).

Christofoletti define a resiliência como:

É a capacidade do sistema em retornar às condições originais após ser afetado pela ação dos distúrbios externos (CHRISTOFOLETTI, 1999; 113).

De forma mais ampla o primeiro autor a definir resiliência foi Holling¹⁴ (1973; 1976). Entretanto, segundo Farrall (2012; p.50) ao discutir estabilidade apresenta duas vertentes acerca da concepção de resiliência:

Nesse contexto, a resiliência é definida como o tempo necessário para um sistema regressar a um estado de equilíbrio após uma perturbação (de entre os defensores desta visão destacam-se DeAngelis, 1980; Pimm, 1984; Tilman e Downing, 1994; Lugo et al., 2002).

De acordo com Christofoletti (1999; 114) é importante estabelecer a distinção entre dois conceitos de resistência e resiliência. A primeira corresponde à capacidade do sistema em permanecer sem ser afetado pelos distúrbios externos, denominada também de inércia. O segundo reflete a capacidade do sistema em retornar as suas condições iniciais após ser afetado por distúrbios externos.

As condições longe de qualquer ponto de equilíbrio, onde a instabilidade pode deslocar o sistema para outra região controlada por um conjunto distinto de variáveis e caracterizada por uma arquitetura sistêmica diferente (nesta linha destacam-se

¹⁴ HOLLING, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4: 1–23. Para o autor “a persistência de relações num sistema; uma medida da capacidade dos sistemas em absorver alterações das suas variáveis de estado, das suas variáveis determinantes e dos seus parâmetros, continuando a perdurar no tempo”.

HOLLING, 2001; GUNDERSON 2000; HOLLING e GUNDERSON, 2002; WALKER *et al.*,2004).

Folke *et al.* (2010) apresenta um quadro resumido com os principais termos utilizados em artigos sobre a resiliência (Quadro 03). Farrall (2012; p.51) afirma que parece existir um consenso entre especialistas sobre dois aspetos importantes:

- I. A resiliência é mais uma "capacidade" ou um "processo" do que um "resultado";
- II. A resiliência está mais associada à adaptabilidade do que a estabilidade.

Na perspectiva da dinâmica de sistemas e aprofundando o conceito de "resiliência" como capacidade do sistema Farrall (2012; p.51) defende que a estrutura de um sistema resiliente pode depender de alguns aspectos o qual nos interessa a “multiplicidade de escalas e de interações entre elas – os sistemas ecológicos e os sistemas sócio ecológicos formam uma estrutura multihierárquica, dependente da escala e por ela “interligada” (HOLLING *et al.*, 2002).

Quadro 03: Principais termos sobre resiliência e seu significado.

Termos	Significado
Transformação ativa	A iniciação deliberada de uma introdução faseada de uma ou mais novas variáveis de estado em escalas mais baixas, embora mantendo a resiliência do sistema em escalas mais altas à medida que a transformação prossegue.
Adaptabilidade (capacidade de adaptação).	A capacidade dos atores de um sistema influenciar a resiliência.
Ciclo Adaptativo	Um modelo heurístico que retrata um ciclo de quatro fases endogenamente conduzido de sistemas complexos e adaptativos. A trajetória comum é de uma fase onde os recursos estão livremente disponíveis e há alta resiliência (r fase), Acumulação de capital em uma fase de rigidez gradual, onde a maioria dos recursos está, há pouca flexibilidade ou novidade, e baixa resiliência (fase K), daí por meio de um colapso repentino em uma fase de liberação de dinâmica caótica em que relações e estruturas são desfeitas (Ω), em uma fase de reorganização onde a novidade pode prevalecer. A dinâmica de r-K reflete uma fase menos previsível, relativamente lento " <i>foreloop</i> " e a dinâmica representa um caótico, rápido " <i>Backloop</i> " que influencia fortemente a natureza do próximo <i>foreloop</i> . Escala externa ou superior essas influências podem causar um movimento de qualquer fase para qualquer outra fase.
Transformação forçada	Uma transformação imposta de um sistema sócio-ecológico que não é introduzido deliberadamente por atores.
Resiliência geral	A resiliência de qualquer e todas as partes de um sistema para todos os tipos de choques, incluindo os novos.
Panarquia	A dinâmica interativa de um conjunto aninhado de ciclos adaptativos.
Regime	conjunto de estados do sistema dentro de uma paisagem de estabilidade

Mudança de regime	Uma alteração num estado do sistema de um regime ou domínio de estabilidade para outro
Resiliência	A capacidade de um sistema de absorver distúrbios e reorganizar-se enquanto sofre mudanças, de modo a ainda reter essencialmente a mesma função, estrutura e feedbacks e, portanto, identidade. É, a capacidade de mudar para manter a mesma identidade.
Sistema Social-ecológico	Sistema integrado de ecossistemas e sociedade humana com feedback recíproco e interdependência. O conceito enfatiza a perspectiva dos seres humanos na natureza.
Resiliência especificada	Resiliência de alguma parte específica de um sistema, relacionada ao particular, a um ou mais tipos de choques identificados.
Domínio de estabilidade	Uma bacia de atração de um sistema, na qual as dimensões são definidas pelo conjunto de variáveis que têm níveis de limiar (equivalente a um regime de sistema).
Paisagem de estabilidade	A extensão dos possíveis estados de espaço do sistema, definida pelo conjunto de variáveis de quais domínios de estabilidade são incorporados
Limiar (também conhecido como transição)	Um nível ou quantidade de uma variável de controle, muitas vezes lentamente variável, na qual ocorre uma alteração num feedback crítico, fazendo com que o sistema se auto-organize ao longo de uma trajetória diferente, isto é, para um atrator diferente.
Transformação	A capacidade de transformar a própria paisagem de estabilidade para se tornar um tipo diferente de sistema, para criar um sistema fundamentalmente novo quando as estruturas ecológicas, econômicas ou sociais tornam o sistema existente insustentável.

Fonte: Adaptado de Folke *et al.* (2010)

Sobre metodologias de enquadramento em níveis de estabilidade duas referências clássicas norteiam esta pesquisa A Paisagem e a geografia física global: um esboço metodológico de Georges Bertrand (1968) e a Ecodinâmica Tricart (1977) publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Entretanto, deu-se especial atenção a perspectiva de Tricart pela aplicabilidade do equilíbrio Dinâmico conforme ressalta (FIERZ, 2016).

De acordo com Bertrand (1968) é de grande valia se estabelecer as tipologias das paisagens, entendida como “dinâmica” que representa o nível de evolução do sistema (regressiva, progressiva e estabilidade) sendo inspirada na teoria de bioestasia de H. ERHART. Foram distinguidos sete tipos de geosistemas, reagrupados em dois conjuntos diferentes (Quadro 04). Nesses conjuntos dinâmicos os diferentes níveis serão definidos, muitas vezes, pela vegetação correspondente, que corresponde muitas vezes à melhor síntese do meio, em que se pode reter o nome do clímax e seu traço ecológico essencial.

Quadro 04: Dinâmica dos geossistemas.

Grupos de Geossistemas	Características	Subgrupos de Geossistemas	Características
<i>Geossistemas em Biostasia</i>	Nestas paisagens a atividade no relevo é fraca e o potencial ecológico é mais ou menos estável. Neste sistema de evolução dominam os agentes e os processos bioquímicos: pedogênese e concorrência entre as espécies vegetais, etc. A intervenção antrópica nunca compromete gravemente o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica.	<i>Geossistema climáticos (plesioclimáticos (Ou subclimáticos)</i>	Correspondem a paisagens onde o clímax é mais ou menos bem conservado. A intervenção humana de caráter limitado, não compromete o equilíbrio de conjunto de geossistema. No caso de um desmatamento ou mesmo de um acidente “natural” observa-se bem rapidamente uma reconstrução da cobertura vegetal e dos solos, onde o potencial ecológico não é modificado.
		<i>Geossistema paraclimáticos</i>	Surgem no decorrer de uma evolução regressiva, geralmente de origem antrópica, logo que se opera um bloqueamento relativamente longo, ligado a uma modificação parcial do potencial ecológico ou da exploração biológica. Assim, sua evolução apenas pode prosseguir artificialmente.
		<i>Geossistemas degradados com dinâmica progressiva</i>	Corresponde a áreas que foram territórios rurais cultivados passam ao abandono sendo reconstituídas por capoeiras, e retornam a um estado florestal que é diferente da floresta-clímax.
		<i>Geossistemas degradados com dinâmica regressiva</i>	Neste geossistema não há modificação importante do potencial ecológico apesar de representam paisagens fortemente humanizadas. A vegetação é modificada ou destruída, os solos São transformados pelas práticas culturais e pelo percurso dos animais. No entanto, o equilíbrio

			ecológico não é rompido malgrado um início de “ressecamento ecológico”
Geossistemas em resistasia	A geomorfogênese domina a dinâmica global das paisagens. A erosão, o transporte e a acumulação dos detritos de toda a sorte (húmus, detritos vegetais, horizontes pedológicos, mantos superficiais e fragmentos de rocha <i>in loco</i>) levam a uma mobilidade das vertentes e a uma modificação mais ou menos possante do potencial ecológico.	<i>geossistemas com geomorfogênese “natural”.</i>	Em certas áreas a erosão faz parte do “clímax”, isto é, ela contribui a limitar naturalmente o desenvolvimento da vegetação e dos solos.
		<i>Os geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica.</i>	Dividido em três casos: - Geossistemas em resistasia bioclimática cuja geomorfogênese é ativa pelo homem. - Geossistemas marginais em “mosaico”, isto é, com geofácies em resistasia com geofácies em biostasia, caracterizados por certo desequilíbrio e certa fragilidade natural.e; - geossistemas regressivos e com potencial ecológico Degradado que se desenvolvem por intervenção antrópica no seio das paisagens em plena biostasia.

Fonte: Adaptado de Bertrand (1968).

Tricart (1977) estabelece três estágios de estabilidade dos meios ambientes: meios estáveis, meios intergrades e meios instáveis (Quadro 05). A cobertura vegetal exerce um papel fundamental na manutenção da estabilidade, pela sua função de anteparo a radiação solar e as gotas da chuva e pelo efeito frenador sobre o vento (TRICART, 1977; p.31). Para a Amazônia, os terrenos neogenos são estáveis, mas, seu relevo resulta de um período de instabilidade anterior, devido à oscilação climática. Entretanto no meio desse conjunto fitoestável os fundos de vale constituem faixas mais ou menos instáveis pelas grandes variações dos cursos d água (instabilidade hidrológica) e pela dinâmica dos leitos (mudanças de cursos, migrações e recortamento de meandros) (TRICART, 1977; p.39) (quadro 05).

Nesta pesquisa o conceito de instabilidade ecológica provocado pelo regime hidrológico em planícies de inundação foi indicado por Tricart. Durante as fortes cheias a distribuição da vegetação é determinada pelo regime hidrológico que determina o

regime hídrico, as áreas permanentemente inundadas não aparecem plantas terrestres. Os braços de enchentes permitem o aparecimento de um ambiente de mata complexa adaptada a essas flutuações.

Quadro 05: Principais características dos meios quanto a sua estabilidade aplicada ao modelado.

Meios	Características
<i>Meios estáveis</i>	<p>Lenta e constância na evolução, resultante na permanência no tempo de combinação de fatores. O sistema morfogenético não apresenta manifestações catastróficas, assim as condições aproximam-se do clímax.</p> <p>Tais condições são realizadas em regiões que apresentam as seguintes características: cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento de processos mecânicos da morfogênese; Dissecação moderada, sem incisão violenta dos cursos d' água, sem sapeamentos vigorosos dos rios, e vertentes de lenta evolução e; Ausência de manifestações vulcânicas capazes de provocar paroxismo morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos.</p> <p>De forma geral, uma dissecação moderada afeta diretamente regiões tectonicamente calmas desde longo tempo, que favorece a pedogênese, no balanço morfogênese/pedogênese dando origem a solos profundos. Nas áreas quentes e úmidas dão origem a solos ferruginosos denominados de Oxissols ou Latossolos, associados a formações antigas que datam o Plioceno ou início do Quaternário (áreas de inundação, terraços, cones de dejeção em suas partes pouco dissecadas).</p>
<i>Meios intergrades</i>	<p>Correspondem à ambientes de transição, com mudança gradual de meios estáveis para instável. O balanço entre pedogênese e morfogênese pode favorecer a primeira ou a segunda (mais sempre de maneira sensível), que variam de forma quantitativa e qualitativa. A aplicação do conceito pedogênese/morfogênese é aplicável desde que se trate de uma ablação do solo superficial. Não obstante o conceito aplica-se aos movimentos de massa que afetam o solo em toda a sua espessura. Estes removem o solo e processam com intensidades diferentes, segundo a profundidade, eles entram a diferenciação do solo em horizontes. Os meios intergrades são zonas de transição biogeográficas são cambiantes, especialmente sensíveis a influências que modificam localmente, por vezes a alguns metros de distância. São delicados e sujeitos a fenômenos de amplificação transformando em meios instáveis cuja exploração fica comprometida.</p>
<i>Meios fortemente instáveis</i>	<p>Forte predominância da morfogênese é elemento predominante na dinâmica natural. Vários fatores são responsáveis por essa predominância:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geodinâmica interna da terra de características catastróficas: - Deformações tectônicas que intervêm os processos que intervêm na gravidade, favorecendo a dissecação de áreas elevadas com incisão de cursos d'água, mesmo sob florestas densas, encostas relativamente íngremes tornam-se instáveis. A cobertura vegetal intervém introduzindo uma influência direta do clima. As manifestações meteorológicas extremas que

	<p>caracterizam tais climas oferecem um material energético considerável cujo rendimento é elevado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A degradação antrópica se acrescenta as causas naturais, particularmente eficazes nas regiões acentuadas onde o clima opõe fatores limitantes severos à vegetação. Podem também acentuar retroações positivas, suscetíveis de provocar uma verdadeira euforia dos processos de degradação, a brusca ativação, morfodinâmica pode levar a uma degradação rápida dos solos. - As oscilações climáticas naturais não provocam excepcionalmente, fenômenos semelhantes, pois são menos brutais, seus efeitos são menos radicais. - A tendência a evolução das paisagens é fundamental: se a rede de ravina aumenta passa para meios instáveis, não produtivo, ocasionando transtorno para as regiões a jusante como torrencialidade no escoamento e contribuição de materiais estéreis Se as ravinas se estabilizarem com a vegetação que retornou o meio pode evoluir novamente para um meio intergrade. Esses dois últimos itens são muito importantes para compreensão das inundações do tipo rápidas ou bruscas.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Adaptado de Tricart (1977).

1.1.3- Padrões de Drenagem e padrões de canais

A morfologia de canais e o arranjo geral da rede de drenagem pode fornecer informações relevantes sobre a probabilidade de inundações.

De acordo Bigarella, Suguio e Becker (1979; p. 3) geomorfologicamente o rio é um corpo de água corrente confinado em um canal. Portanto, são cursos naturais de água doce com canais definidos e fluxo permanente ou sazonal, para oceano, lago ou outro rio.

Em função de sua capacidade de erosão, transporte e deposição os rios são os principais agentes de transformação da paisagem, agindo continuamente no modelado do relevo (RICCOMINI, GIANNINI e MANCINI, 2000; p.192). Além de serem agentes geológicos e geomorfológicos os autores destacam sua importância, também como, um ecossistema (TUNDISI & TUNDISI, 2008):



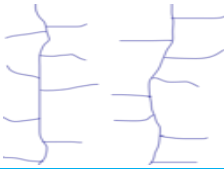



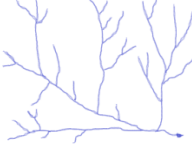
Os rios são ecossistemas aquáticos de fluxo permanente, com interação também permanente – e intensa – com as bacias hidrográficas nas quais se inserem, e com a fauna dominada por invertebrados bentônicos e peixes (TUNDISI & TUNDISI, 2008; 355).

Os rios e sua rede de drenagem recebem diversas classificações como tipos de canais dentre estes retilíneo, anastomosado, meandrante e entrelaçados, padrão de escoamento, gênese e em função da geometria. Cada uma dessas fisionomias possui uma dinâmica peculiar das águas correntes, associada a uma geometria hidráulica específica,

gerada pelos processos de erosão, transporte e deposição dos sedimentos fluviais (CUNHA, 1995; 2010).

A drenagem fluvial é constituída por um conjunto de canais de escoamento, interconectados uns com os outros formando o que chamamos de *rede de drenagem*. A área abrangida por um rio ou por um sistema fluvial, composto por um curso principal e seus tributários sendo definida como *bacia hidrográfica* (BIGARELLA, SUGUIO e BECKER, 1979; p.13). Os rios estão organizados em rede de drenagem, o arranjo espacial dos cursos fluviais, que pode ser influenciada em atividade morfogenética, pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável (Quadro 06). A aplicação de equações, por meio da análise morfométrica, pode fornecer interpretações relevantes sobre o comportamento hidrológico da bacia, especialmente, quanto à probabilidade de ocorrência de enchentes e inundações em Altamira (Quadro 07).

Quadro 06: Principais padrões de drenagem.

<p>Dendrítico</p> 	<p>Pode ser denominado de arborescente, por sua configuração assemelhar-se a ramos de uma árvore. Esse padrão desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou rochas estratificadas horizontais. A presença de confluência em ângulos retos, como no padrão dendrítico retangular, constitui anomalia que freqüentemente pode ser atribuído a fenômenos tectônicos.</p>
<p>Retangular</p> 	<p>É uma variação da drenagem treliça, caracterizado pelo aspecto ortogonal, em função de inúmeras alterações. Devido à brusca mudança em ângulo reto nos cursos fluviais. Este padrão é consequência de influencia exercida por falhas ou sistema de diaclasamentos.</p>
<p>Treliça</p> 	<p>Os rios principais consequentes correm paralelamente e recebem rios subsequentes, que fluem transversalmente aos primeiros. Os rios subsequentes, por sua vez, recebem afluentes obsequentes e ressequentes. O controle estrutural sobre este padrão de drenagem é muito acentuado devido à desigual resistência das camadas inclinadas que afloram em faixas estreitas e paralelas. O padrão em treliça é encontrado em estruturas sedimentares homocliniais, em estruturas falhadas e nas cristas de anticliniais.</p>
<p>Paralela</p> 	<p>Caracteriza-se por cursos de água que fluem paralelamente uns aos outros, em extensão considerável de terreno. Devido a sua disposição recebem também o nome de rabo de cavalo. Este tipo de drenagem localiza-se em área onde há presença de vertentes com declividades acentuadas ou onde existam controles estruturais.</p>
<p>Radial</p> 	<p>É formada por correntes fluviais que se apresentam como raios de uma roda em relação a um ponto central. Ela pode ser do tipo centrífuga quando os rios divergem a partir de um centro mais elevado. Este tipo desenvolve-se em áreas de domos, cones vulcânicos, morros isolados etc. No tipo centrípeto, os rios convergem para um ponto central mais baixo, como as drenagens de crateras vulcânicas, depressões topográficas, etc..</p>
<p>Anelar</p> 	<p>Representa um padrão formado por anéis concêntricos. É típico de áreas dômicas profundamente entalhadas em estruturas formadas por camadas moles e duras.</p>
<p>Pinado</p> 	<p>Constitui uma modificação da drenagem dendrítica propriamente dita. Na verdade os rios principais são consequentes</p>

Fonte: Adaptado de Bigarella, Suguio e Becker (1979) e imagens capturadas do dicionário livre de geociências. **Disponível em:** www.dicionario.pro.br/index.php/Padrão_de_drenagem

Quadro 07: Parâmetros morfométricos de uma bacia Hidrográfica.

N.	PARAMETROS	EQUAÇÃO	DESCRIÇÃO	IMPORTANCIA PARÂMETRO NA ANÁLISE DE ENCHENTESE INUNDAÇÕES
1.	ÁREA DA BACIA	A	Corresponde a toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial. Determinado o perímetro da bacia, a área da bacia poderá ser determinada utilizando softwares específicos, fornecida em M ² ou Km ² .	Quanto maior for à área da sub-bacia, maior será o volume de água que passara pelo seu exutório, incrementando o efeito das enchentes no interior da bacia e a jusante da mesma.
2.	FORMA DA BACIA		Normalmente o sistema ambiental apresenta uma forma, costuma-se atribuir uma forma de figura geométrica: círculo retângulo, quadrado. Atualmente o estudo da formada bacia tem avançado para mensuração mais complexa no âmbito das fractais mas na Amazônia essa aplicação ainda é muito insipiente (ASSIS et al. 2008; VESTENA e KOBIYAMA, 2010)	
2.1	ÍNDICE DE CIRCULARIDADE	$I_c = \frac{A}{A_c}$	É a relação entre a área da bacia é um círculo de mesmo perímetro (MILLER, 1953). Onde I _c é índice de circularidade; A é a área da bacia e A _c é a área do círculo de igual perímetro. O valor máximo obtido é igual a 1,0, e quanto maior o valor mais próximo da forma da bacia circular se encontra a bacia	A forma da bacia influencia na retenção da água das chuvas. Quanto mais circular, maior a retenção de água na bacia, aumentando à suscetibilidade as enchentes reduzindo os efeitos a jusante.
2.2	ÍNDICE ENTRE O COMPRIMENTO E A ÁREA DA BACIA (I_{co})	$I_{co} = \frac{D_h}{A}$	Pode ser obtida dividindo o diâmetro da bacia pela raiz quadrada da área. Onde I _{co} é o índice entre o comprimento e a área, D _h é o diâmetro da bacia e, A é a área da referida bacia.	A informação é de área efetivamente ocupada pelos canais de drenagem.

Continuação.....

3.	AMPLITUDE ALTIMETRICA DA BACIA (H)	H= AN-AF	Diferença entre os valores altimétricos máximo e mínimo dentro da bacia. Geralmente corresponde à diferença de altitude entre o ponto mais alto (NA) e a altitude da desembocadura (AF).	A amplitude altimétrica é um parâmetro importante, pois, fornece a declividade da bacia hidrográfica, quanto maior a amplitude, maior a possibilidade de inundações rápidas e bruscas em uma situação de extremo climatológico. Vale ressaltar que de forma grosseira pode dar uma noção do perfil longitudinal e do gradiente do rio que é a representação gráfica da variação da declividade do canal (gradiente); desde a nascente até a foz nível de base formando uma linha irregular côncava para cima com gradiente maior em direção a nascente do que a foz (MACHADO & TORRES, 2012).
4.	COMPRIMENTO DA BACIA (Lb)	Lb	Distancia em linha reta entre a foz e o ponto mais distante no divisor de água.	O comprimento da bacia é importante fornecer um importante parâmetro acerca da geodiversidade da bacia hidrográfica. A rede de canais pode abranger diferentes condições ambientais (clima, geologia, geomorfologia e pedologia) e de atividades socioeconômicos culminando com um comportamento variável no rio principal.
5.	COMPRIMENTO TOTAL DOS CANAIS DA BACIA(Lt)	Lt =L1+L2+L3	Somatória do comprimento de todos os rios contidos na bacia hidrográfica.	O comprimento total dos canais da bacia permite delimitação da planície de inundação. Em uma análise simples é possível deduzir que quanto maior a largura e comprimento dos canais, maior a área de inundações associadas.
6.	QUANTIDADE DE RIOS DA BACIA	NI	A quantidade de rios correspondente ao numero de nascentes ou de canais de primeira ordem, considerando a ordenação de Strahler (1952).	Reflete a natureza do substrato rochoso, que tem implicação direta nas diferenças de declividade, vazão, fluxo e dinâmica fluvial. Quanto maior o numero de afluentes maior a vazão do rio principal.
7.	DENSIDADE DE DRENAGEM (Dd)	$\frac{Dd =Lt}{A}$	Este parâmetro foi proposto por Horton (1945). Corresponde ao comprimento dos canais, por unidades de área, considerando o comprimento dos canais e área da bacia.	Quanto maior a densidade de drenagem, maior e a velocidade com que a água atinge o rio, incrementando o efeito de enchentes a jusante da bacia. Em bacias com substrato rochoso mais permeável, a capacidade de formação de canais é reduzida, diminuindo a densidade de drenagem;

Continuação.....

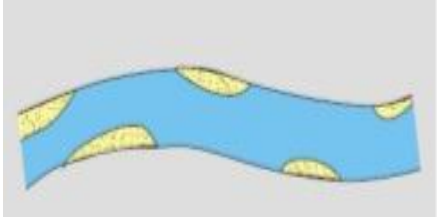
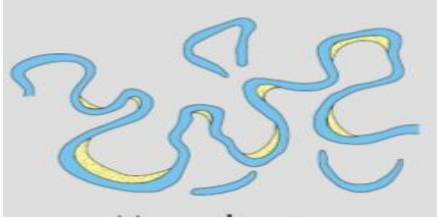
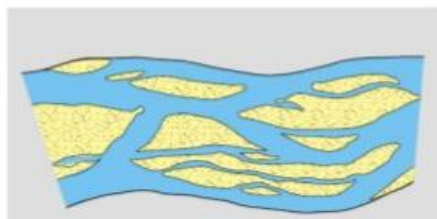
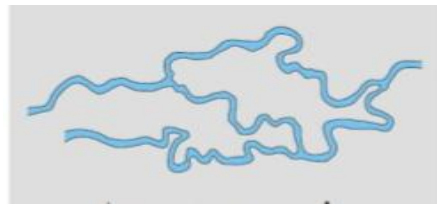
8.	DENSIDADE DE RIOS (Dr)	D	Corresponde à quantidade de rios por unidade de área, considerando o número de rios e a área da bacia.	A Densidade de rios relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica, expressa a magnitude da rede hidrográfica, indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água.
9	ÍNDICE DE RUGOSIDADE	Ir= H x Dr	O índice de rugosidade combina qualidade de declividade e o comprimento das vertentes e a densidade de drenagem. Expressando-se como valor que resulta do produto entre a amplitude altimétrica (H) e a densidade de drenagem (Dd), de modo que:	O índice de rugosidade é um importante parâmetro pois indica a possibilidade de ocorrência de erosão evidencia maior diversidade de ambientes e maior movimento do relevo, o que implica na variação das declividades e comprimento das vertentes, além da dimensão das drenagens. A declividade influencia na infiltração e nos processos erosivos, em função do escoamento superficial. Indica a dissecação do relevo. Quanto maior esse coeficiente, mais restritiva serão as possibilidades de uso. Pode indiretamente indicar a ocorrência de inundações bruscas.
10	ÍNDICE DE SINUOSIDADE	$\frac{IS= Lc}{dv}$	O índice de sinuosidade, proposto por Schumm (1963), relaciona o comprimento do canal principal com a distância vetorial entre os extremos do canal	Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os valores superiores a 2,0 indicam canais tortuosos e os valores intermediários sugerem formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica e estruturação geológica. Em canais mais tortuosos a velocidade de escoamento da água é menor que em canais retilíneos, favorecendo cheias. Assim, quanto maior o índice, menor a velocidade do escoamento e, conseqüentemente, maior retenção de água no interior da bacia.

Fonte: Adaptado de Christofolletti (2009)

Os canais exibem ao longo de seu perfil longitudinal quatro formas específicas: a) retilínea; b) meândrica, c) entrelaçado e, d) anastomosada (Quadro 08). Essa geometria específica que pode estar relacionados com o inter-relacionamento de descarga líquida, carga do fluxo e rugosidade do leito. As diferenças na sinuosidade do canal podem estar associadas ao tipo de carga detrítica, nos canais anastomosados, por exemplo, há o predomínio da fração areia. Outro aspecto levantado pelos autores é que durante o Período Quaternário, inclusive existem registros de mudança do padrão anastomosado para o padrão meandrante na região sul do Brasil e indicadores de Transgressão Marinha (BIGARELLA & BECKER, 1975; CARUSO JUNIOR, SUGUIO e NAKAMURA, 2000).

De acordo com Suguio *et al.*(1985) as flutuações do nível relativo do mar resultam das variações reais do nível marinho (eustasia)e das modificações do nível dos continentes (tectonismo e isostasia) (MARTIN, SUGUIO e FLEXOR, 1993) e afetam a configuração da rede de drenagem. Estudo detalhados na planície Bragantina costa do Estado do Pará realizado por Souza Filho e El – Robrini (1996) comprovaram que as falésias mortas situam-se à 25 km da linha de costa atual e são indicadoras do nível de mar mais alto do Holoceno, conhecido como Transgressão Holocênica (5.100 anos A.P.), responsável pelo afogamento de cursos fluviais, que evoluíram para estuários e pântanos salinos. Mendes e Oliveira (2011) identificaram presença de anomalias de drenagem ligadas ao tectonismo regional na bacia do Rio Marapanim, Nordeste do Estado do Pará.

Quadro 08: Tipos de canais fluviais e suas características gerais.

Tipos de canais	Características
<p style="text-align: center;">Retilíneo</p> 	<p>São pouco frequentes quando comparados aos outros padrões, possuem sinuosidade desprezível em relação a sua largura. No entanto, seu talvegue é geralmente sinuoso devido ao desenvolvimento de barra lateral dispostas alternadamente em cada margem.</p>
<p style="text-align: center;">Meandrante</p> 	<p>Caracteriza-se por um padrão assimétrico, bastante profundo e abrupto na margem côncava, ascendendo suavemente na margem convexa. O padrão meandrante é característico de rios com gradiente moderadamente baixo. Nestes rios a carga em suspensão e de fundo encontra-se em quantidades mais ou menos equivalentes. Os rios de canais meandrantes são caracterizados por fluxo contínuo e regular.</p>
<p style="text-align: center;">Entrelaçado</p> 	<p>Rios entrelaçados são caracterizados pela alta razão largura/profundidade do canal, normalmente maior que 40 e comumente excedendo 300. De acordo com a classificação de os rios entrelaçados são sempre caracterizados pela predominância de carga de fundo (RICCOMINIE COIMBRA, 1993).</p>
<p style="text-align: center;">Anastomosado</p> 	<p>Os rios de canais anastomosados caracterizam-se por sucessivas ramificações e posteriores reencontros de seus cursos, separados por ilhas assimétricas de barras arenosas. Estas barras de sedimentos que dividem o canal fluvial em múltiplos canais, durante os períodos de secas que podem ficar submersas em períodos de enchentes. Caracterizam-se por apresentar canais, largos, rápido transporte de sedimentos e contínuas migrações laterais ligam-se às flutuações na vazão líquida (descarga) dos rios.</p>

Fonte: Suguio e Bigarella (1979)

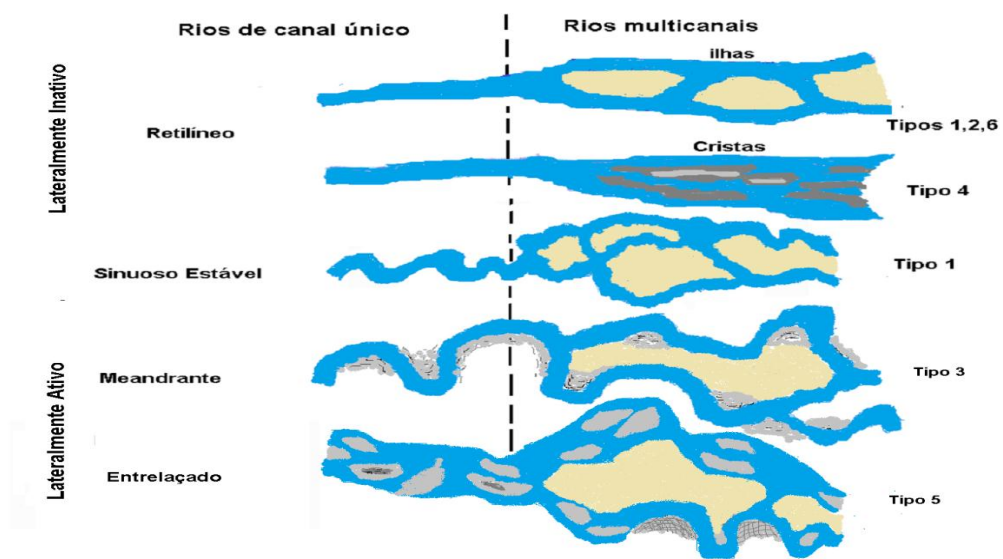
Recentemente, novas discussões sobre morfologia complexas de canais têm sido apresentadas como *multicanais* ou *anabranching* (NANSON e KNIGHTON, 1996). De acordo estes autores os rios multicanais são aqueles formados por um conjunto de

canais, interconectados separados por ilhas aluviais estáveis, com vegetação semipermanentes, que dividem o fluxo.

As ilhas são cortados por planície de inundação ou são construídos em canais, pelo aumento de sedimentos. *Anabranching* é bastante incomum, mas um padrão de canal generalizado que pode afetar rios em linha reta, sinuosos e canais trançados. Condições propícias para o desenvolvimento de anabranching incluem inundações frequentes, bancos de canais que resistem erosão, e mecanismos que bloqueiam ou restringem canais desencadeando avulsão (HUGGETT, 2007). Podem surgir em todos os tipos de ambientes e climas, sendo classificados em seis tipos principais, representados na figura 04.

Conforme apresentado Nanson e Knighton (1996) o rio multicanal apresenta seis tipos, sendo os três primeiros modelos de baixa energia lateral e os três últimos são de alta energia. No modelo (1) um é denominado de *anastomosado* podem apresentar-se com três subtipos: a) Sistemas orgânicos, são formados predominantemente por materiais orgânicos constituindo uma ampla planície de inundação; b) Sistema organo-clásticos, neste sistema podem ser identificados sedimentos orgânicos e clásticos, onde predominam na planície de inundação sedimentos finos; e finalmente, c) sistemas lamosos – ocorrem em ambientes dominados por lama, pouca carga de fundo, e a planície de inundação há presença de lama clástica coesiva.

Figura 04: Seis tipos principais de rios multicanais proposto por Nanson e Knighton (1996).



Fonte: Adaptado de Nanson e Knighton (1996).

O segundo modelo apresentado na figura acima apresenta um número considerável de ilhas, que originam outros canais, com presença marcante de sedimentos arenosos. O terceiro modelo é representado por rios com carga mista, com dinâmica de margens bem definidas, degradação e agradação.

No quarto modelo os rios apresentam inúmeras barras arenosas com disposição paralela e longas. O quinto modelo representa uma transição entre o sinuoso e o trançado com fração granulométrica maiores, a exemplo do cascalho, surgem em áreas topográficas privilegiadas como áreas montanhosas. O último modelo a carga sedimentar predominante é o cascalho, são típicos de bacias pequenas e íngremes.

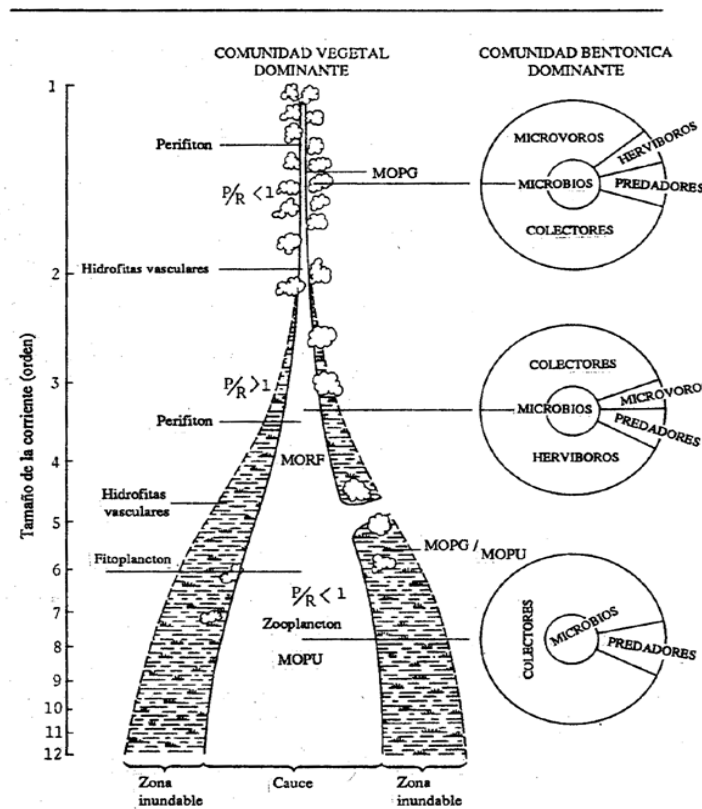
1.1.4-Conectividade de Rios

Alguns trabalhos científicos têm demonstrado a relação estabilidade rio ao longo curso e estrutura e funcionalidade das comunidades fluviais. O primeiro conceito importante refere-se ao *Continuum fluvial* (VANNOTTE *et. al.* 1980) salienta as mudanças espaciais ao longo do sistema, considerando a hierarquia da ordenação fluvial. Assinala que os sistemas fluviais florestais possuem uma estrutura longitudinal formada pelo gradiente dos processos físicos que influenciam a importância relativa das três fontes primárias de energia: Inputs locais de matéria orgânica provenientes da vegetação terrestre (Inputs alóctones), produção primária dentro do canal (Inputs autóctones), e transporte do material orgânico provindo da montante. A estrutura e função das comunidades bióticas ao longo do continuum procuram se estabelecer em equilíbrio dinâmico com as condições ambientais físicas. Três zonas básicas podem ser distinguidas correlacionadas com três zonas geomorfológicas.

Os canais da primeira a terceira ordem geralmente são sombreados pela presença da mata ripariana e a fonte de energia primária é a serrapilheira terrestre, que é processada pelos grupos de invertebrados retalhadores e coletores. O médio curso com rios de quarta a sexta ordem são amplos e rasos, e a iluminação e nutrientes favorecem o crescimento de algas no leito do canal que é consumida pelos grupos de invertebrados rastejantes e pelos coletores. Nos rios de larguras amplas, as variações nas condições ambientais (fluxos e temperaturas) são relativamente lentas e predizíveis; os longos prazos de travessia, mistura de diferentes fontes advindas de diversos pontos da bacia hidrográfica e os grandes volumes hídricos possuem efeito de compensação. Nos setores.

A estabilidade do ecossistema é conseguida por um equilíbrio dinâmico entre forças contribuindo para a estabilização como por meio de barragens de detritos, alimentadores do filtro, e outros dispositivos de retenção: ciclagem de nutrientes, e aqueles que contribuem para a sua instabilidade, a exemplo das inundações, temperatura flutuações, epidemias microbianas. Em sistemas com uma estrutura física altamente estável, a diversidade biótica pode ser baixa e ainda a total estabilidade do fluxo do ecossistema ainda ser mantida. Em contraste, os sistemas com elevado grau de variação física podem ter alta diversidade de espécies, ou de alta complexidade em menos espécies que atuam para manter a estabilidade (VANNOTTE *et al.* 1980) (Figura 05).

Figura 05: Modelo de *Continuum fluvial*



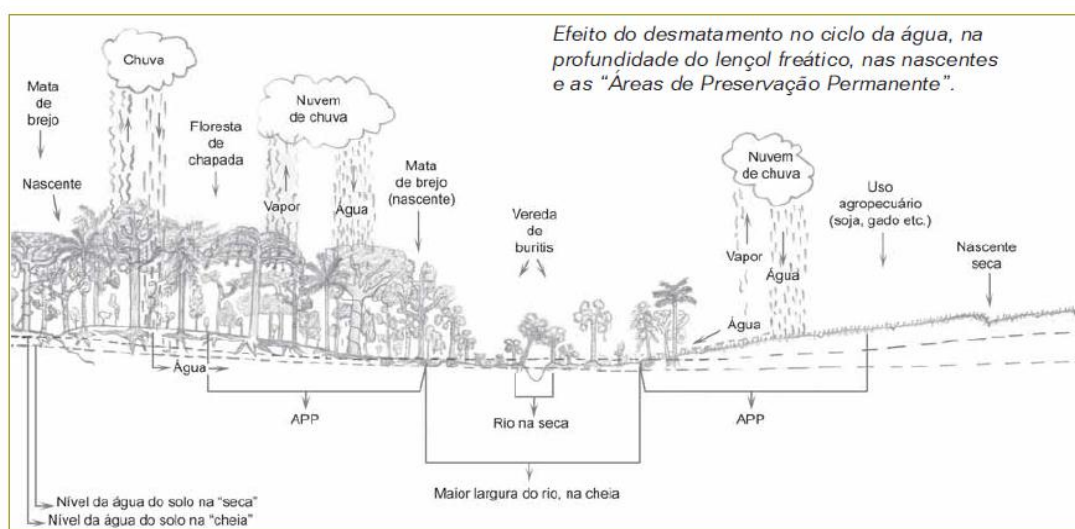
Fonte: Adaptado Vannotte *et al.* (1980)

O modelo apresentado por Vannotte *et al.* (1990) é importante uma vez existem cidades com mais de um século de ocupação na Amazônia, esse funcionamento foi imensamente se auto-ajustando, as intervenções do setor 3, em que naturalmente a vegetação atinge o ápice de seu desenvolvimento são retiradas e exploradas por populações humanas, culminando com *inputs* alóctones, de material vindo da montante e

inputs autóctones, dentro do próprio canal. Rezende¹⁵ (2006) demonstra como a conquista e ocupação da Amazônia Brasileira deram-se ao longo das desembocaduras e confluências de rios. No Rio Xingu teve grande relevância Gurupá e Porto de Moz que no século XVII surgem como as primeiras missões e localizam-se a Jusante do canal.

Outro aspecto interessante, apresentados pela pesquisa desenvolvida pelo Instituto Socioambiental intitulado *Cuidando das águas e matas do Xingu* enfatiza o avanço e as conseqüências do desmatamento sob áreas de Preservação Permanente culminando com intensas alterações sob o ciclo hidrológico na bacia hidrográfica do rio Xingu, estimulando o uso de antigas áreas de florestas por pastagem o desaparecimento de nascentes e reduzindo o nível de água no solo (JUNQUEIRA, CAMPOS FILHO, PENNEREIRO, 2006 p.12) (Figura -06).

Figura 06: Ilustração do ciclo hidrológico alterado na Bacia hidrográfica do Xingu.



Fonte: JUNQUEIRA, CAMPOS FILHO, PENNEREIRO (2006) p.12.

Na cidade de Altamira a maior problemática apresentada por Pinto (2004) esta relacionada à construção da Hidrelétrica de Belo Monte, na Volta Grande do Xingu, com desnível em torno de 90 metros, quase 20 metros superior à hidrelétrica de Tucuruí, essa cota da barragem provocaria uma inundação em grande escala na área urbana de Altamira localizada a montante da Barragem (PINTO, 2004; p.52). Essa intervenção antrópica no

¹⁵ REZENDE, T.V.F. de. **A conquista e a ocupação da Amazônia Brasileira no período colonial: a definição das fronteiras. 2006.** Tese de doutoramento em História econômica da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. 353p.

rio Xingu provocará reorganização da zona urbana e rural de Altamira e Vitória do Xingu, além de alterações hidrodinâmicas e em ecossistemas de Igapó.

Outro questionamento apresentado Sevá Filho¹⁶ (2009) por ratificado por Pinto (2012) é quanto à redução significativa da área de inundação do reservatório e da viabilidade econômica do empreendimento. Sem retenção de água, a usina passará a funcionar com água corrente. Como no verão a vazão do rio é mínima, a hidrelétrica ficará paralisada durante três ou quatro meses. Com isso, a média de energia que poderá gerar estará abaixo de 40% da sua capacidade nominal. Agregado a essas questões, um complicado sistema de diques terá que ser construído para manter a vazão lateral do rio até a casa de força, onde estarão as vinte enormes turbinas. Diante da complexidade do desafio, ninguém poderá garantir que não haverá vazamento.

Neste sentido, é prudente inserir nesta análise *The Serial Discontinuity Concept* (SDC) ou Descontinuidade Fluvial concepção teórica desenvolvida por Ward e Storford (1983; 1995) para represamentos, reservatórios, a exemplo de Belo Monte, vistas como grande ruptura de gradientes de recursos longitudinais ao longo dos cursos dos rios. O conceito contribui para discussão na ruptura do *continuum* no sentido montante e Jusante, e dependem bastante da posição do reservatório ao longo do rio.

De acordo com o Rocha (2011) o conceito de SDC, originalmente, não considerou interações entre o rio e suas planícies de inundação. Posteriormente, pesquisadores estenderam o modelo do SDC, apresentando uma perspectiva que abrangeu a dinâmica dos sistemas rios-planícies de inundação aluviais dentro do modelo, usando a caracterização de três trechos longitudinais: trechos de cabeceira de drenagem (canais encaixados); trecho entrelaçado e trecho meandrante. Interações laterais entre o canal e a planície de inundação são críticas para um entendimento holístico de ecossistemas fluviais naturais e as alterações induzidas pela regulação do fluxo (Figura 07).

¹⁶ SEVÁ FILHO, A.O. **Prevalecerão a Ética e a Lógica? Razões para ser bloqueado juridicamente o processo de licenciamento do projeto de hidrelétrica Belo Monte, ora em curso perante o IBAMA.** In: MAGALHÃES, S. M. S. B.S. e HERNANDEZ, F.DEL M. Painel de Especialistas Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. 2009, 129-132p.

Figura 07: Seqüência longitudinal de sistemas fluviais e prováveis feições gerais que distinguem os trechos. As setas indicam a relativa intensidade das interações (conectividade) longitudinais (seta horizontal), verticais (seta vertical) e laterais (seta oblíqua).



Fonte: Adaptado de Ward & Stanford (1995).

Os sistemas fluviais estruturam-se em quatro dimensões: *longitudinal*, *lateral*, *vertical* e *temporal*. A dimensão longitudinal segue a direção do fluxo da nascente, com canal confinado constituindo a zona erosiva, com débito menor quando comparado jusante, declives erosão elevados, até a jusante em que o canal apresenta-se mais sinuoso, com aumento da deposição de sedimentos.

Na dimensão vertical o canal, planície de inundação e as vertentes, significantes variações ocorrem entre os tipos de canais, mas um padrão comum inclui o canal, as partes mais profundas (o talvegue), as partes baixas (a planície de inundação) que são inundadas freqüentemente, as partes mais altas de planícies inundadas menos freqüentemente, os terraços, que são planícies de inundação abandonadas

Na dimensão lateral, destaca-se a dinâmica de gênese das planícies de inundações, ou seja, as interações que se processam entre a superfície das águas dos canais e rios e o lençol subterrâneo, que em relação ao rio Xingu, nos fornecerá reflexões importantes sobre a fluviometria no Médio Xingu, que apresentado com considerável variabilidade anual e sazonal (MELO, ROLIM e ROCHA, 2004).

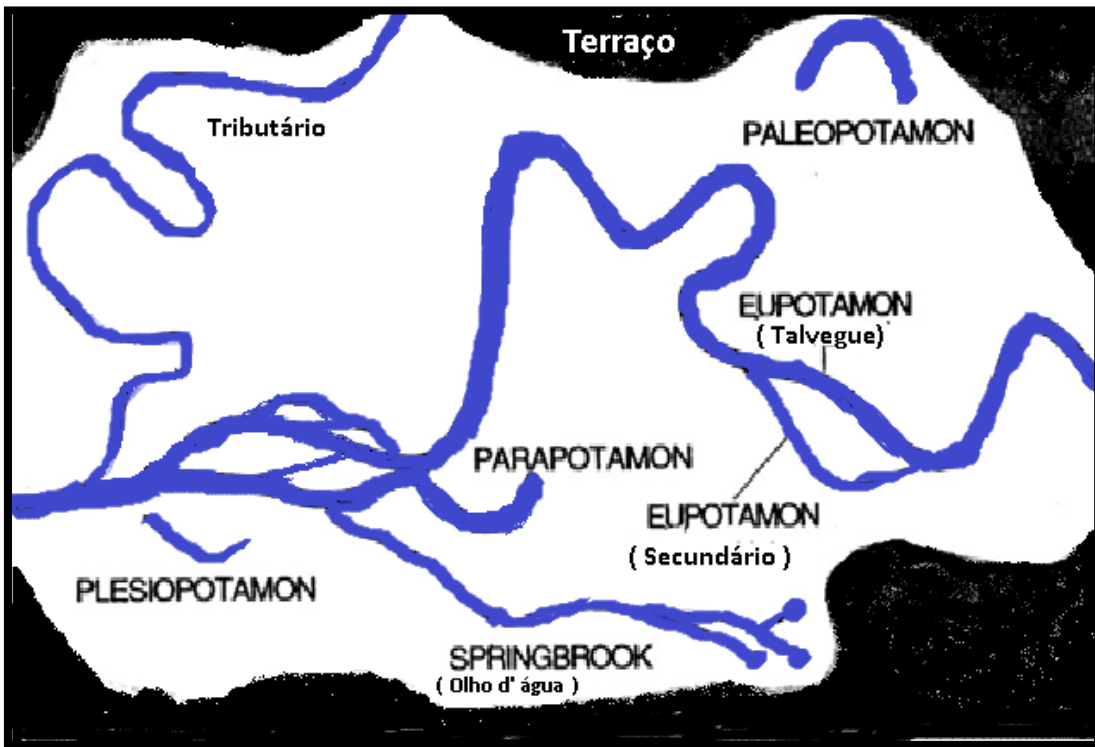
O *efeito esponja* das planícies aluviais é um fator de grande relevância em uma avaliação ambiental, dependendo do intervalo de tempo entre duas cheias, ou duas vazantes, o nível de ressecamento dos ambientes aquáticos e transicionais irão variar conforme a capacidade de armazenamento dos depósitos, dada principalmente pela composição sedimentar e influenciada pela orientação estratigráfica dos mesmos. É de fundamental importância avaliar o comportamento da planície de inundação, após a instalação de reservatórios, em que haverá tempo maior de disponibilidade.

A noção de conectividade é muito importante para entender conectividade, estabilidade e equilíbrio dos sistemas. Ward & Stanford afirmam que as planícies de inundação contêm uma variedade de biótopos lóticos e lenticos, incluindo o rio e os seus canais laterais, olhos d'água emergentes chamados pelo autor de *springbrooks*, canais tributários e segmentos de canais abandonados (WARD & STANFORD, 1995; p. 108).

Neste estudo os autores atribuem várias definições às feições geomorfológicas que surgem da conectividade entre rio e planície de inundação.

O rio principal e seus canais secundários são designados "*Eupotamon*". "*Parapotamon*" refere-se a braços mortos que retêm uma conexão com o canal ativo somente em sua extremidade de jusante. "*Plesiopotamon*" são antigos segmentos de sistemas de multicanais que se tornaram desconectados do canal do rio principal. "*Palaeopotamon*" são formados por curvas de meandros que tornaram-se desconectados, conhecidos como meandros abandonados e paleomenadros. (Figura 08). Os Corpos d'água "*Plesiopotamon*" têm maior conectividade com o ativo canal do que as *palaeopotamon* (lagoas marginais).

Figura 08: Conectividade entre rio e a planície de inundação de acordo com Ward & Stanford (1995).



Fonte: Adaptado de Ward & Stanford (1995)

Plesiopotamon são menores habitats mais rasos, que rapidamente podem submeter terestrealização e, geralmente ocorrem perto do canal ativo, enquanto o *palaeopotamon* são maiores, mais profunda e longa, são habitats aquáticos que podem ser situados a grande distância do canal ativo.

Durante o período de cheias, o nível de água aumenta durante o pulso de inundação, as extremidades a montante de habitats *parapotamon* são reconectados com o canal ativo. Com altura de inundação adicional os *plesiopotamon* retornam a ser um personagem água corrente. Na altura da inundação todos os organismos aquáticos, incluindo o *palaeopotamon*, são inundados.

1.1.5- Ambientes Fluviais: conceitos importantes

Nanson e Croke (1992; p. 460) admitem que a existência de uma diversificada e ambígua terminologia sobre *planícies de inundação* que representa inclusive um obstáculo a sua classificação. Para os hidrólogos a planície de inundação considerada como a superfície ao lado do canal que é inundado uma vez durante um determinado período independentemente da superfície apresentar aluvião.

De acordo com esses autores esse comportamento esta associado a hidraulica da *planície de inundação*, sendo a história geomorfica não desempenham relevancia em sua definição. Por outro lado, uma definição mais contemporanea é o termo *várzea* definida como a dimensão horizontal das formas aluviais localizadas ao lado de um canal e constituído por sedimentos transportados pelo regime de cheias.

A várzea pode ser compreendida pela concepção do pulso de inundação (dinâmica de cheias e vazantes dos rios) que poderão ser diários ou sazonais. Neste caso, no médio Xingu o ciclo de enchente e vazante na área de estudo é anual, porém, a partir da Vila de Belo Monte observa-se as duas dinâmicas - diária e sazonal. As diferenças entre essas duas formas de várzeas são apresentadas por Almeida, Amaral e Silva, (2004):

As várzeas amazônicas podem ser divididas em dois grupos de acordo com o sistema hídrico (PRANCE, 1979). As várzeas de marés, que estão sujeitas aos pulsos de inundação diária; e as várzeas sazonais, que são submetidas ao ciclo anual de enchente e vazante [.....]. Nas várzeas sazonais a altura de inundação é maior (5-10 m) e os ciclos de enchente e vazante apresentam aproximadamente um período de seis meses cada (ALMEIDA, AMARAL e SILVA, 2004; p. 514).

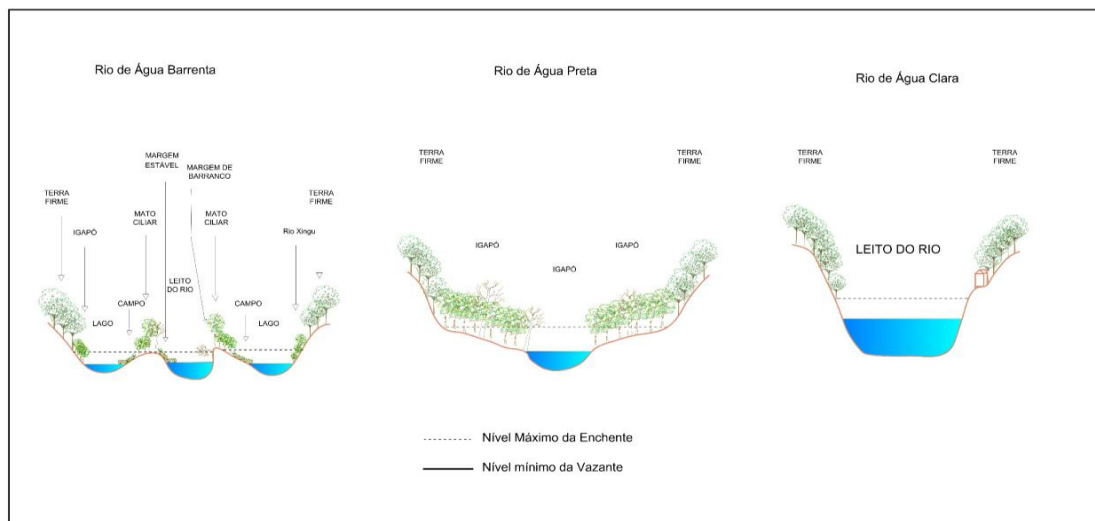
Apesar de Nanson e Croke (1992) reafirmarem a dimensão hidráulica, geomorfológica e climática consolidada existe outras dimensões que devem ser avaliadas principalmente em caso de bacias hidrográficas urbanas (CHIN, 2006) entre essas, a social e econômica.

No quadro abaixo são apresentados alguns autores que abordam essas características que qualificam a planície de inundação. Entretanto, ressaltam-se as múltiplas características das áreas inundáveis na bacia do Rio Amazonas, uma vez que atuam intrinsecamente diversos elementos como teor de sedimentos, intensidade das inundações influencia de marés, regime pluviométrico e desmatamento compreendendo assim um *Sistema Complexo* (LOPES, 2007; p.30).

O quadro abaixo revela uma perspectiva bem mais ampla do termo planície de inundação que se apresenta como uma unidade da paisagem indispensável para entender a conexão entre o rio Xingu e suas sub-bacias urbanas, não perdendo de vista a forma de ocupação e apropriação dessa unidade por se tratarem de bacias urbanas.

Em função da carga de sedimentos que transportam os rios da Amazônia seriam classificados em: rios de águas brancas, rios de águas escuras e rios de águas claras. A figura abaixo demonstra três modelos ideais de corte transversal (SIOLI, 1951) respectivamente de um rio de água barrentas, águas pretas e rio de águas claras (Figura 09).

Figura 09: Perfil transversal ideal para rios da Amazônia.



Fonte: Modificado de Sioli (1951)

Quadro 09: As inúmeras dimensões da planície de inundação e suas características.

Autores	Dimensão	Características da planície de inundação
Leopold, Wolman e Miller (1964; p. 317)	Hidrogeomorfológica	Segundo os autores a planície deve apresentar: 1) canal do rio; 2) lagoas marginais; 3) Barras em pontal sobre o lado convexo das curvas do rio; 4) meandros abandonados, resultado da migração lateral do canal; 5) Sloughs (brejo, lamaçal, pântano ou igapó); 6) Diques naturais; 7) Backswamp deposits - A seção de uma planície de inundação, onde os depósitos de sedimentos finos e argilosos se acumulam após inundação; 8) Sand Splays – depósitos de areia grossa.
Suguio & Bigarella (1979)	Geomorfológica	A planície de inundação é denominada de <i>várzea</i> . A <i>várzea</i> é parte integrante do plano aluvial (valey flat) forma fundamental da erosão lateral. Aspectos importantes são apresentados: a) a <i>várzea</i> constitui um aspecto deposicional dos vales dos rios, associado ao clima e regime hidrológico dos rios; b) Um rompimento nas condições de equilíbrio da <i>várzea</i> incluindo mudanças tectônicas ou no regime hidrológico, ou mudança na carga de sedimentos e água, resultando na agradação ou degradação da <i>várzea</i> .
Christofolletti (1981; p. 244)	Geomorfológica	Planície de inundação corresponde à faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais, bordejando o curso d água, e periodicamente inundada pelas águas de transbordamento proveniente dos rios. A planície de inundação em trechos de canais meândricos apresenta diversas unidades topográficas e estruturas deposicionais: a) canal meândrico; b) as migrações das curvas meândricas originam cordões marginais convexos e meandros abandonados. Das formas resultantes do processo de sedimentação na planície estão: diques marginais, sulcos, depósitos de recobrimento e as bacias de inundação.
Sioli (1951) Sioli & Kingle (1964)	Limnológica	Sioli (1951) apresenta uma classificação dos rios e, por conseguinte, do tipo de planície associado aos mesmos. Os rios de águas brancas desenvolvem na planície uma atividade extraordinariamente acentuada, que modifica constantemente os seus cursos, em forma de sedimentação e erosão intensiva e simultânea. Ao contrário, os rios de águas claras possuem um leito fluvial estável. Suas cabeceiras se encontram em regiões geologicamente mais antigas e onde a planificação já está em grande parte concluída. Por isso, pouco material de solo, suspensivo e transportável, está à disposição de tais rios. Todas estas circunstâncias contribuem para que estes rios não criem uma <i>várzea</i> na parte principal dos seus cursos; a terra firme, coberta de floresta alta, avança em geral até a margem do rio. O fenômeno mais notável no ambiente dos rios de água preta são os largos vales que eles elaboraram no terreno, pelo menos em certos trechos; o fundo destes vales é então coberto por uma floresta característica de inundação, o chamado "igapó", pelo qual o verdadeiro leito fluvial se estende, ora em meandros, ora numa largura formidável de muitos quilômetros.

Continuação.....

Junk (1980) Junk (1989)	Ecológica	Junk (1980) apresenta estudo básico sobre compreensão dos ecossistemas amazônicos a partir da triade: rio (água corrente), lago de várzea (água parada) e áreas inundáveis (várzea). Em sua definição ecológica reconhece que a planície de inundação provoca impacto perceptível na biota. Para Junk (1989) as planícies de inundações são áreas periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos, e ou por precipitação direta ou, as águas subterrâneas. Da físico-química resultante no ambiente faz com que a biota respondam morfológica, anatômica, fisiológica, fenológica que produz característica estrutural da comunidade (JUNK, 1989; p.112).
Lopes, 2007	Socioeconômica	O autor apresenta uma visão integrada e intrínseca entre a várzea e o varzeiro. Assim, a várzea é a designação usual para definir as grandes faixas marginais aos rios da planície de inundação de águas brancas (rios, furos e igarapés) do estuário amazônico, um ecossistema aberto que corresponde a maior porção de florestas inundáveis ocupando 3% da área da Amazônia. O varzeiro é aquele que vive as margens inundáveis dos rios, combinando estratégias de sobrevivência e produção, como agricultura familiar, extrativismo vegetal, criação de gado, extração madeireira, pesca, cultura de auto-consumo e sobrevivência
Fearnside, 2005	Socioeconômica	A agricultura na várzea está sujeita a limites de diferentes tipos, entre estes, a imprevisibilidade das inundações. A variabilidade no tempo do meio físico na várzea é um problema fundamental que afeta todo sistema agrícola neste ambiente. Tanto a variação ao longo do ciclo anual (com extremos de fartura e de escassez) como a variação entre anos são importantes (FEARNSIDE, 2005).

Fonte: Organizado pelo Autor

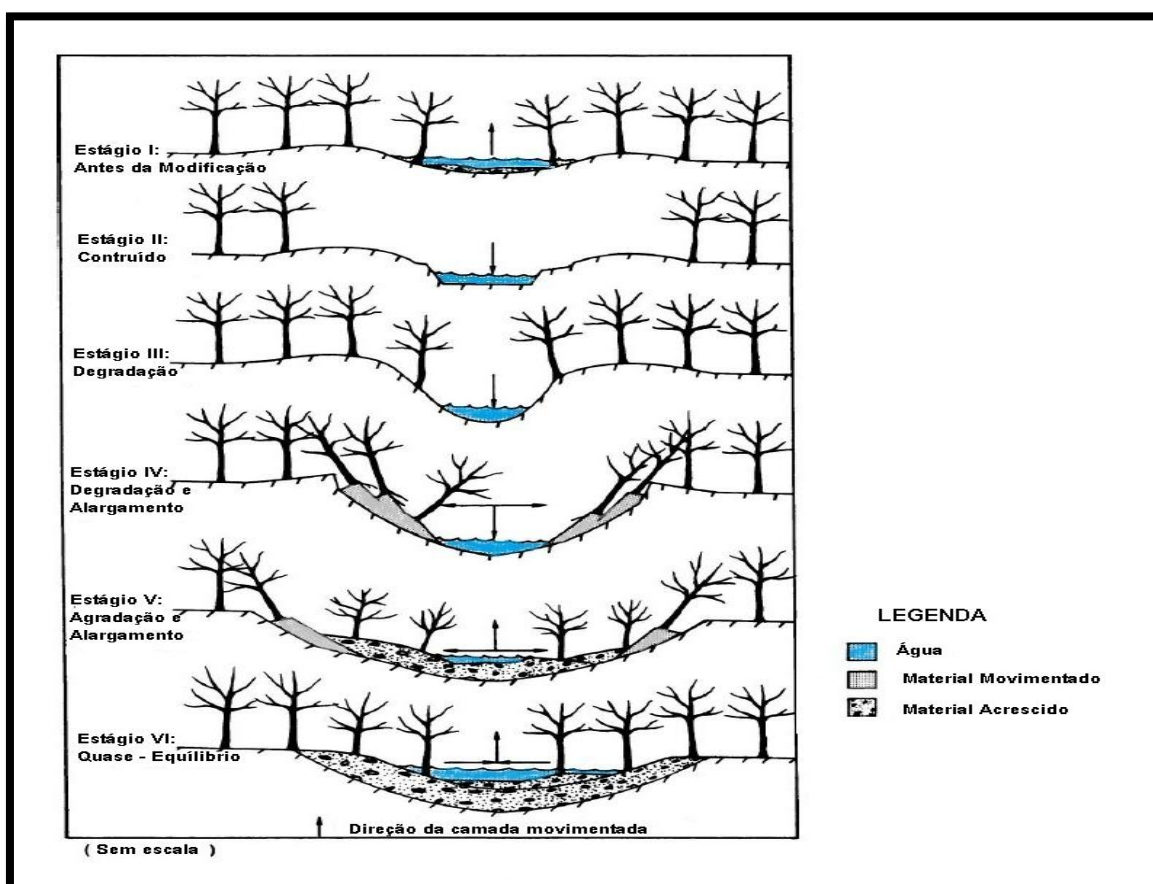
Prance (1980; p.495) atribui o termo várzea e igapó para tipos de florestas inundáveis na Amazônia brasileira, sendo o uso do termo, pelos limnologistas e botânicos, é diferente. Várzea para o limnologista são terrenos inundados periodicamente pelos rios da Amazônia, excluindo áreas inundáveis dos rios de águas claras e pretas. O termo “*planície de inundação*” será mantido neste trabalho, uma vez que existe uma divergência quanto à utilização do termo várzea, sendo exclusivo aos rios de águas barrentas (JUNK, 1983; p. 50), portanto, para o médio Xingu, na Altura de Altamira é mais adequada a utilização do termo *Igapó permanente e estacional*.

De acordo com Sioli (1951) os rios de águas claras, como o Rio Xingu, nascem no Maciço do Brasil central, cortam um substrato geológico relativamente mais antigo, por isso apresentam um leito fluvial mais estável, com atividade erosiva baixa, assim não possuem várzea, uma vez que a terra firme estende-se até a margem do rio, sua correnteza é relativamente forte não permitindo sedimentação. Ao contrario dos rios de águas barrentas apresentam ambiente de transições bem marcadas, como é o caso as várzeas permitindo maior avanço horizontal das águas dos rios na época das cheias, associado à deposição de sedimentos mais finos que originam as várzeas enriquecidas e as ilhas.

Em áreas urbanas a canalização é um procedimento comum projetado para controlar inundações e drenagem das zonas úmidas, que afeta quase todas as formas hidrogeomorfológicas e os processos no interior do canal, a montante, e a jusante, e leva a degradação e erosão sobre o leito do canal, até que um novo “*quase-equilíbrio*” seja atingido (SIMON e HUPP, 1992).

Um ciclo, da erosão, aumento, e retorno ao equilíbrio, que é amplamente baseado em observações canais modificados no oeste Tennessee é descrito em um seis estágio modelo de processos geomorfológicos. A fase de erosão do ciclo muitas vezes remove toda a vegetação lenhosa. No final deste refúgios fase ocorrem em áreas protegidas, normalmente a jusante movimento de massas nas margens (HUPP, 1992) (Figura 10).

Figura 10: Diagrama de seis estágios modelo de evolução do canal de Simão e Hupp (1987). Degradação e a incisão do canal inicia-se no estágio 3, continua no estágio 4, associado ao alargamento do canal, alargamento continua na fase 5, até chegar no estágio 6 que corresponde ao um quase equilíbrio. Fluxo inicialmente reage através processos verticais (setas) após canalização em seguida, ambos processos verticais e laterais operar, terminando com uma mudança à dominação processo lateral e assoreamento suave



Fonte: Adaptado de Hupp (1992)

O regime hidrológico é essencial na gênese das planícies é sustentabilidade das planícies de inundação. De acordo com Poff¹⁷ et al. (1997) o regime de inundação natural ou o regime hidrológico pode ser entendido como:

¹⁷Na carência de dados em longo prazo a frequência das inundações de grande magnitude pode ser estimado por estudos paleohydrologicde detritos deixados pelas enchentes (HUPP e OSTERKAMP 1985).

Um fluxo natural das águas que varia em escalas de tempo de horas, dias, estações, anos e mais. Muitos anos de observação de um medidor de vazão são geralmente necessários para descrever o padrão característico de fluxo de um rio quantidade, tempo e variabilidade das águas fluviais (POFF et. al, 1997, p.770).

Assim, o *pulso de inundação* é a principal função de força nos grandes sistemas de vales de inundação e das várzeas amazônicas. Essas funções de força promovem condições ambientais diversas, alterações periódicas nas comunidades vegetais, animais, múltiplas e intensivas alterações entre as fases aquáticas e terrestres com processos bióticos de produção de matéria orgânica, decomposição, deposição de sedimentos, com alta diversidade de espécies. A conectividade entre áreas alagadas, canais naturais, lagos, rios e pântanos apresenta um gradiente de interações diretas e indiretas de grande importância ecológica e econômica, com reflexos no ciclo hidrossocial¹⁸(TUNDISI, 2007, p. 112).

De acordo com Junk (2014) e Cunha, Piedade e Junk (2015) a três tipos de pulso de inundação, considerando magnitude e frequência: a) Pulso monomodal, b) Polimodal e, c) Plurimodal (Quadro 10).

Quadro 10: Tipos de pulsos de inundação e zonas úmidas afetadas.

Previsibilidade	Frequência	Amplitude	Tipo de área úmida
Previsível	Monomodal	Alto	Áreas úmidas em torno dos grandes rios
		Baixo	Grandes zonas húmidas interfluviais , zonas húmidas em planícies de areia costeiras (por exemplo, os Lençóis Maranhenses).
Previsível	Polimodal	Variável	Zonas úmidas de maré
Imprevisível	Polimodal	Variável	Zonas úmidas ao longo dos <i>rios de baixa ordem</i> em depressão, e em planícies de áreas costeiras.
Imprevisível	Plurimodal	Baixo	Zonas úmidas em zonas semi- áridas do nordeste do Brasil

Fonte: Junk et. al (2014) e Cunha, Piedade e Junk (2015).

¹⁸Segundo JUNK, (2000) os ciclos hidrossociais e hidroeconômicos nas áreas de várzea são de grande importância na exploração humana das várzeas. Os diferentes tipos de várzea e o gradiente ecológico-social na Amazônia impulsionam quatro principais atividades econômicas na várzea: pesca, exploração florestal, aquicultura e pecuária.

A ordem do pulso monomodal previsível é separada em duas subordens: monomodal com amplitude alta, e monomodal com amplitude baixa. Sendo considerada como áreas úmidas extremamente complexas.

Segundo Junk *et. al* (2015) as inundações podem ser provocadas pelo transbordamento dos rios, pelo excesso de água de chuva, ou pela oscilação do lençol freático superficial. O hidrograma de um rio é representado em função da sua ordem. Rios de ordens inferiores mostram um hidrograma irregular, fortemente influenciado pelas chuvas locais. Com o crescente tamanho dos rios, indicado pela ordem crescente do rio e seus afluentes, o hidrograma fica mais regular, sendo os hidrogramas dos rios de ordens muito altas os mais regulares.

Muitos rios de ordem superior a cinco mostram um pulso monomodal, com uma fase de enchente/cheia e outra de vazante/seca. As áreas úmidas ligadas aos rios são influenciadas pela *amplitude, duração e frequência* de seus pulsos hidrológicos. Portanto, se as áreas são suficientemente grandes, o pulso é monomodal e previsível. Em áreas pequenas, ele é polimodal e imprevisível, porque cada chuva torrencial inunda a área e depois de poucas semanas sem chuva, ela seca.

De acordo com Cunha, Piedade e Junk (2015) no que se refere ao Xingu, conforme o mapa a seguir. O termo várzea não pode ser empregado. O termo Várzea restringe as áreas alagáveis ao longo dos rios de água branca, a maioria de origem andina e pré-andina. Igapós são as áreas alagáveis ao longo dos rios de água preta e clara (PRANCE, 1979, IRMLER 1977, KUBITZKI, 1989, JUNK 2000)

No caso específico de Prance (1979; p.497) a inundação por ciclos anuais regulares dos rios, com Floresta periodicamente inundada por rios de água branca é denominado *Várzea estacional*, e a Floresta periodicamente inundada por rios de águas pretas e claras compreendem o *Igapó estacional*. Floresta permanentemente inundada por rios de água branca é denominada de Floresta de pântano permanente, e a Floresta inundada por rios de águas pretas ou claras é denominada de *Igapó permanente*, e por fim as Florestas inundadas por chuvas irregulares, configurando uma inundação rápida compreendem a Floresta de planícies inundáveis.

Essas classificações baseiam-se principalmente, na qualidade dos sedimentos e da água, sendo as várzeas muito mais ricas em nutrientes do que os Igapós, que resultam em

consideráveis diferenças das comunidades de plantas e animais, e da produção primária e secundária.

Em estudo sobre a evolução das florestas de igapós no Rio Negro, Rio Tarumã - Mirin foram obtidos resultados interessantes sobre a gênese dessas áreas (IRION e ADIS, 1979). A sucessão mineralógica indica que a área onde esta instalada a floresta desenvolveu-se durante o ultimo período inter-glacial anterior há 100.000 anos, durante o Pleistoceno. Durante o Pleistoceno o nível das águas da Amazônia central foi afetado pela mudança de nível do mar. Durante as fases glaciais os rios aprofundavam no sedimento mole. Por outro lado, na fase inter-glacial, com o mar alto na Amazônia tivemos duas condições ambientais, nos rios de águas brancas, ricos em sedimentos em suspensão, os vales eram preenchidos por sedimentos. Enquanto, que nos rios de água preta e clara, pobres em matéria em suspensão, os vales eram parcialmente preenchidos, que conduziu a formação de “lagos de ria” no curso inferior dos rios.

Kell e Prance (1979) identificaram predomínio da espécie *Myrciaria Durbia* (*Myrtaceae*), embora as espécies demonstrem zonação, as transições não são abruptas, essa distribuição esta relacionado à diferença de tolerancia das especies a inundaçao e incidencia de luz.

Segundo Junk *et. al* (2014) a classificações dos habitats das classes dos Igapós Amazônicos são ainda uma lacuna a ser preenchida. Na figura 11, observa-se que apenas o alto Xingu apresenta-se relativamente delineado com presença áreas úmidas na forma de igapós.

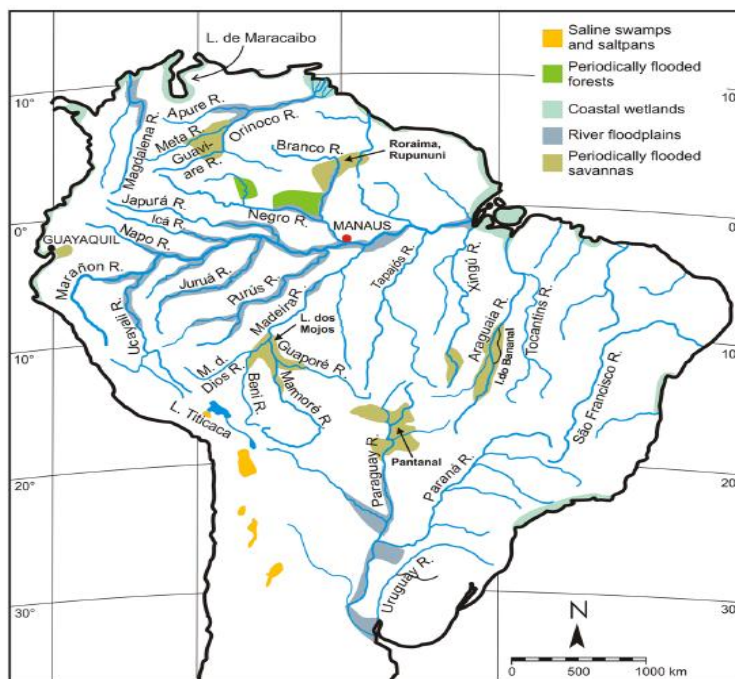
As formas resultantes da dinâmica do Rio Xingu foram estudadas por Miranda, Miranda e Santos (1989) dos principais habitats terrestres e aquáticos destaca: rio principal, furos, paranás, igarapés, afluentes, cachoeiras e corredeiras, lagos de ilha, os lagos de várzeas, lagos endorreicos, ilhas em diacrise, ilhas de acúmulo detrítico classificadas em ilhas de boca de rio e ilhas de afluente; bancos de areia, praias de ilhas, praias fluviais, banco de areia de várzea, margem de barranco abrupto, planície Aluvial, terraços, terras firmes, topos aplainados e futuras ilhas e seus possíveis impactos após a construção da Hidrelétrica de Belo Monte.

Tanto para Miranda, Miranda e Santos (1989) com análise hidrogeomorfológica como para Salomão *et. al* (2007) com análise botânica a várzea e o igapó ocorrem no Médio Xingu. De acordo com Salomão *et. al* (2007) Floresta Ombrófila Aluvial ou

Florestas inundáveis de várzea e igapó são florestas que sofrem inundação periódicas que ocorrem as margens do rio Xingu.

Em alguns trechos, aparecem formações com as palmeiras jauari (*Astrocaryum jauari*), açáí (*Euterpe oleracea*) e caranã (*Mauritiella armata*) nas zonas mais rebaixadas do relevo. No entanto, não chegam a configurar um elemento de paisagem. São florestas localizadas na planície de inundação, com desnível variando entre 4 e 8 m nos picos anuais de enchente e vazante.

Figura 11: Mapa das principais áreas úmidas da América do Sul inundadas



Fonte: Junk (2012).

O quadro 11 apresentado abaixo demonstra a complexidade e diversidade de formas e ecossistemas associados à dinâmica fluvial, onde na área urbana de Altamira muitas delas foram sendo apropriadas gradativamente pelos grupos humanos que foram ocupando a região. Na área urbana, por exemplo, são identificados igarapés como Ambé, Altamira e Pannels, lagoas marginais, planície aluvial, furos, canais de drenagem, terraços, praias fluviais, bancos de areia etc...

Quadro: 11 Principais unidades hidrogeomorfológicas do médio Xingu.

Habitats Terrestres e Aquáticos	Características	Impactos
Rio principal - Xingu	O trecho do médio Xingu compreende uma interface entre porção Planáltica (Planalto Sul Amazônico) e a Planície Amazônica, o contato de sedimentos paleozóicos do geossinclinal Amazônico e sedimentos terciários, dando origem, a cachoeiras e corredeiras, canyons, apresentando trechos com padrão de drenagem retilíneo demonstrando controle estrutural.	Mudança de padrão de drenagem, desaparecimento de habitats pelo aumento da lâmina d água e barramento do canal, redução da área do canal.
Furos	Pequenos canais que ligam rio principal a aflente; entre lagos de várzea. Constitui uma anastomose fluvial, resultado da ruptura de interflúvios das várzeas altas que drenam as cheias nas planícies fluviais.	Desaparecimento total dos furos na área de instalação da hidrelétrica.
Paraná	Palavra derivada do Tupi em que Pará significa mar e na significa semelhante. Portanto, são canais largos, profundos, braços de grandes rios. Corresponde a cursos complementares a drenagem principal. Na planície de inundação formam grandes ilhas. Sua origem esta associada à expansão do leito menor sobre a planície aluvionar abandonados como segmentos fluviais marginais;	Na área da barragem esses habitats tendem a desaparecer, apesar de sua grande representatividade.
Igarapé	Palavra derivada Tupi em que Igará significa canoa e pé significa caminho. São cursos d'água de pequena extensão e reduzida largura, com bacias bem definidas. Sua presença é marcante da drenagem do platô terciário do que propriamente da várzea. Possuem fauna e vegetação específica.	Redução de biodiversidade e do trabalho erosivo nos platôes. Apresentam representatividade elevada nas duas margens do Rio Xingu.

Continuação.....

Afluentes	Rios de vazão intermediária aos rios e igarapés. Maior concentração próxima à desembocadura dinâmica comandada pelo rio principal	Redução do índice de sinuosidade que em geral é superior a 2 para 1. Redução da diversidade nas ofertas de biótopos, um exemplo, desses afluentes estão o Rio Bacajá que apresenta considerável extensão.
Cachoeiras e Corredeiras	Correspondem a desníveis resultantes de contato litológico diferenciado. Originam zonas de alta oxigenação hídrica.	Na área de implantação do lago desaparecerão totalmente, portanto, dos habitats associados. Esses habitats são muito presentes a montante e jusante do Bacajá.
Lagos de várzea	São depressões lacustres no interior das planícies aluvionares, que abrigam lençóis de água em processo progressivo de colmatagem sazonal. São corpos d'água de com profundidade variável sazonal, nas cheias apresentam profundidade de 3 a 6 metros e nas vazantes de 1 a 3 metros. Sua origem esta associada a meandros abandonados, barrados por bancos de areia. Apresentam importantes funções ecológicas como reservatório de parte da descarga fluvial durante as cheias.	Com desaparecimento de alguns dessas unidades, a função de descarga fluvial durante as cheias.
Lagos endorreícos	Sistema lacustre marcada pela deposição detrítica dos tabuleiros, transportadas pelos igarapés. Sua gênese pode esta vinculada a rede de fraturas ou por <i>transgressões marinhas</i> .	Perdas irreparáveis a esses ecossistemas, que podem fornecer importantes informações sobre paleoambientes.

Continuação.....

<p>Ilhas em diáclase</p>	<p>São elaboradas a partir da erosão diferencial. Sendo delimitadas por braços de leitos que isolam material emerso rochoso ou recoberto por sedimentos. Encontra-se em áreas de escoamento fluvial rápido, devido a contatos litológicos distintos.</p>	<p>Aumentarão após a construção da hidrelétrica de Belo Monte, com nova dinâmica hídrica distinta da atual.</p>
<p>Ilhas de acúmulo de detritos</p>	<p>Formas topográficas que aparecem no interior do canal, elaborados pelo fluxo de água e de sedimentos. São constituídas de material areno-cascalhenta, intercalados por material fino como argila e silte. Estão relacionadas a feições morfogenéticas anastomosadas ou barramento litológico ao longo do leito. Grande parte das ilhas é de acúmulos detríticos.</p>	<p>Essas feições são abundante no Rio Xingu, existindo tendência de desaparecimento das mesmas na área da barragem. São feições de elevada mutabilidade, portanto, mais vulneráveis a alterações. Essas ilhas desaparecerão.</p>
<p>Ilhas de boca de rio</p>	<p>Formadas por material detrítico inconsolidado, elaborados pela diferença local na velocidade do fluxo entre o rio principal seu tributário</p>	<p>Ocorrem especialmente relacionado ao rio Bacajá, sendo assim desaparecerão totalmente.</p>
<p>Ilhas de afluente</p>	<p>São situadas nos rios tributários do Xingu, formadas da mesma maneira que as ilhas detriticas, apresentando proporções menores. São típicas da jusante do destes afluentes, produto do gradiente mais lento, como também da redução da velocidade de fluxo provocado pelo nível base local.</p>	<p>Aparecem na jusante dos afluentes do Xingu. Tais unidades tendem a desaparecer na área da construção da hidrelétrica</p>

Continuação.....

Bancos de areia e barrancos de ilhas	Superfícies deposicionais fluviais, em níveis topográficos superiores as ilhas, provocado pela variação sazonal do leito fluvial. Nas cheias ocorre o acréscimo de materiais vertical e na vazante solapamento lateral.	Surgem em localizações e extensão variadas, quanto aos impactos destaca-se a numerosas espécies de fauna associado.
Praias de ilhas	Apresentam gênese e evolução parecidas com praias fluviais. São homologas a feições circunvizinhas como banco de areia em ilha e banco de areia em várzea.	Apresenta tendência de desaparecimento desses habitats.
Praias fluviais	Feições deposicionais de gradiente suave, localizadas as margens dos grandes rios, afluentes e igarapés. Apresenta composição granulométrica de areia finas e grossas com cascalho resultante da sedimentação recente da carga detrítica não solúvel no fluxo.	Perda areal desses ecossistemas.
Bancos de areia de várzea	Acréscimos de sedimentos em áreas mais elevadas da várzea que formam cordões ou áreas mais extensas, podem apresentar formas semicirculares. Durante o período de estiagem podem sofrer erosão, sendo criadas formas em depressão que abrigam lagos e furos.	Desaparecimento total desses habitats que são comuns na margem esquerda do rio Xingu

Continuação.....

<p>Ilhas em diáclase</p>	<p>São elaboradas a partir da erosão diferencial. São delimitadas por braços de leitos que isolam material emerso rochoso ou recoberto por sedimentos. Encontram-se em áreas de escoamento fluvial rápido, devido a contatos litológicos distintos.</p>	<p>Aumentarão após a construção da hidrelétrica de Belo Monte, com nova dinâmica hídrica distinta da atual.</p>
<p>Ilhas de acúmulo de detritos</p>	<p>Formas topográficas que aparecem no interior do canal, elaborados pelo fluxo de água e de sedimentos. São constituídas de material areno-cascalhenta, intercalados por material fino como argila e silte. Estão relacionadas a feições morfogenéticas anastomosadas ou barramento litológico ao longo do leito. Grande parte das ilhas são de acúmulos detríticos.</p>	<p>Essas feições são abundante no rio Xingu, existindo tendência de desaparecimento das mesmas na área da barragem. São feições de elevada mutabilidade, portanto, mais vulneráveis a alterações. Essas ilhas desaparecerão.</p>
<p>Ilhas de boca de rio</p>	<p>Formadas por material detrítico inconsolidado, elaborados pela diferença local na velocidade do fluxo entre o rio principal e seu tributário</p>	<p>Ocorrem especialmente relacionado ao rio Bacajá, sendo assim desaparecerão totalmente.</p>
<p>Ilhas de afluente</p>	<p>São situadas nos rios tributários do Xingu, formadas da mesma maneira que as ilhas detríticas, apresentando proporções menores. São típicas da jusante do destes afluentes, produto do gradiente mais lento, como também da redução da velocidade de fluxo provocado pelo nível base local.</p>	<p>Aparecem na jusante dos afluentes do Xingu. Tais unidades tendem a desaparecer na área da construção da hidrelétrica</p>

Continuação.....

Margem em barranco abrupto	São áreas marginais com mergulho abrupto de vertente, afunilando canais fluviais. É uma feição típica de cabeceiras dos igarapés ou em regiões afuniladas das drenagens principais, variando de depósito coluvial espesso a corpo rochoso exposto conforme a declividade.	Desaparecimento parcial dessas áreas distantes do rio principal trata-se das cabeceiras.
Planície Aluvial	Sua gênese está relacionada às sucessivas deposições de sedimentos em suspensão dos canais fluviais em fase de transbordamento nas enchentes. Apresenta um desorganizado sistema de drenagem, associado a uma vegetação típica, mesmo durante a vazante. No período da inundação apresentam um complexo sistema de drenagem como furos, lagos de colmatação e lagos de várzea.	Desaparecimento total na área da barragem na planície ao longo do rio principal.
Terraços	Localizados abaixo da terra firme, denominado de tesos, são paleoplanícies formadas no Pleistoceno e retrabalhadas no Holoceno por sedimentos colúvio - aluvionares.	Assim como as planícies essas unidades que estão entre 20 a 30 m acima da planície, sofrerão semelhante impacto. Especialmente, a margem direita do rio principal.
A terra firme	Terras onde as inundações periódicas não atingem. Podem ser de dois tipos em colinas convexas em rochas pré-cambrianas e tipo glaciais com declive suave em rochas sedimentares.	As terras firmes mais atingidas serão as glaciais, por apresentar topografias mais baixas.
Topos aplainados	Relevo residual com topos aplainados formados por carapaças lateríticas.	Áreas menos atingidas
Futuras ilhas	Terras emersas com dinâmica morfogenética própria	Muitas áreas de terra firme ficaram isoladas, constituindo novas ilhas. A subida do nível de base local provocará início a um grave processo erosivo

Fonte: Adaptado pelo autor de Miranda, Miranda e Santos (1989)

1.1.6 – Inundações, Enchentes e alagamentos: interações entre variáveis físicas e antropogênicas.

Os processos hidrológicos na bacia hidrográfica possuem duas direções predominantes de fluxo: vertical e longitudinal. O vertical é representado pelos processos de precipitação e evapotranspiração e o longitudinal pelo escoamento na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial e rios) e do subsolo (escoamento subterrâneo) (TUCCI & CLARCK, 1997; p. 136).

Tal qual relatamos o foco central de nossa pesquisa é entender o comportamento as inundações das planícies fluviais no período que antecede a construção da Hidrelétrica de Belo Monte, qual a relação do uso das mesmas e os alagamentos urbanos. Graciosa (2010.p.6) distingue os termos enchente, inundação e alagamento, como segue:

Cheia ou Enchente: é o aumento da vazão em decorrência do aumento do escoamento superficial, geralmente provocada por precipitação, mas pode ser provocada por outros fatores. A cheia é um fenômeno hidrológico natural que pode ou não provocar inundação.

*Inundação*¹⁹: é o extravasamento do canal para áreas marginais de modo que o escoamento atinge o leito maior do canal.

*Alagamentos*²⁰: é o fenômeno caracterizado pelo extravasamento das galerias de drenagem sem que tenha havido inundação do canal principal. O alagamento ocorre quando essas galerias não são capazes de veicular as vazões afluentes, resultando no extravasamento antes que o escoamento chegue ao canal principal.

As planícies são unidades geomorfológicas freqüentemente inundadas por ocasião das cheias dos rios. São áreas planas resultante de acumulação fluvial sujeita a

¹⁹ GOERL & KOBIYAMA (2005). Considerações sobre as inundações no Brasil. XVI simpósio Brasileiro de Recursos hídricos. João Pessoa. In: GRACIOSA, M.C.P. (2010). Modelo de seguro para riscos hidrológicos com base em simulação hidráulica – hidrológica como ferramenta de gestão de risco de inundação. 2010. Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pos - graduação em engenharia hidráulica e saneamento de São Carlos da Universidade de São Paulo.

²⁰ DEFESA CIVIL DO BRASIL. MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL BRASILIA- DISTRITO FEDERAL. Nota de recomendação sobre desastres. Publicada em website: WWW.defesacivil.gov.br apud Graciosa (2010).

inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial (IBGE, 2009; p. 32).

As enchentes e inundações são fenômenos naturais, porém, são acelerados e intensificados por meio da intervenção antrópica, cujas atividades promovidas pelo ser humano, principalmente devido à impermeabilização da superfície e a ocupação da planície de inundação aumentam o escoamento superficial, que atinge os cursos d' água acelerando o processo de enchente e inundação, podendo provocar alagamento, devido à ineficiência da drenagem urbana (PEDRO & NUNES, 2012; p.84).

Alguns estudos inundações urbanas foram desenvolvidos em Portugal e segundo Ramos²¹ (2000) algumas das principais causas: a) Cheias relacionadas ao transbordamento dos cursos d' água b) subida do lençol freático em áreas topograficamente deprimidas; c) interação rio oceano por meio da subida e descida do nível do mar; d) acumulação de águas em áreas deprimidas devido à reduzida permeabilidade do substrato ou impermeabilização do mesmo; e) sistemas de drenagem artificial de águas residuais e pluviais e inadequados ou insuficientes

Os parâmetros mais utilizados considerados na avaliação de uma inundação de acordo com Oliveira (2003) são geralmente são:

Data do acontecimento: permite a elaboração de uma lista de inundação e datas de ocorrência. Richter *et al.* (1996) destaca que o tempo de ocorrência determina requisitos para que se cumpra o ciclo da vida, influenciando no grau de stress e mortalidade associada às condições extremas como enchentes e inundações.

Frequência: é o aspecto físico da inundação que se relaciona com a percepção do risco. Ambos permitem definir os períodos e épocas mais afetados pelas inundações;

Altura da água: é importante definir a altura que a água atinge em determinados pontos de controle na cidade;

Magnitude: que se mede em m³/s ou alturas hidrométricas em metros a partir de certa referencia, sendo importante para avaliar a potencia da cheia e para o calculo do período de retorno (recorrência). Richter *et al.* (1996) destaca a importanciia do parametro sobre alteracoes nos ecossistemas sendo importante na mensuração ou delimitação

²¹ RAMOS, C. (2000). **Programa de Hidrogeografia, Departamento de Geografia.** FL.U.L.Lisboa .

habitats, na definição da área inundada, volume de habitat, a relação da linha d'água as zonas de plantas ciliares

Velocidade de propagação: permite definir os tipos de cheias. Cheias rápidas (*flash floods*) se forma em poucas horas em cursos d'água relativamente pequenos, com rápida elevação dos níveis das águas, pode atingir qualquer bacia indiscriminadamente qualquer bacia, pois ataca de forma fulminante e sem aviso prévio.

Duração: é outro parâmetro importante na avaliação de inundações. Segundo o autor é fácil detectar nos documentos, embora seja também muito importante para saber quanto tempo os grupos humanos levaram refazer seu sistema de produção danificado.

Precipitação: é o fator desencadeante das inundações são também analisados os parâmetros que as caracterizam. A intensidade das precipitações é o parâmetro que melhor reflete o caráter torrencial das chuvas.

Segundo os autores, de acordo com Poff *et al.* (1997) e Richter *et al.* (2006) os estudos sobre regime hidrológico e os processos ecológicos não devem negligenciado e incluem as componentes como: variação de magnitudes, duração, frequência e período de ocorrência de eventos (estiagens, cheias e inundações), além da taxa de variação de vazão entre eventos (de estiagem para cheia ou vice-versa) (Quadro 12).

Quadro 12: Relação entre sistema hidrológico e os processos ecológicos apresentando um quadro adaptado de Richter *et al.* (2006).

ESTIAGENS	SECA*	INUNDAÇÃO
<p>São suficientes baixas para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Concentrar presas, e assim, favorecer os predadores durante um período; ▪ Eliminar, ou reduzir a densidade de espécies invasoras; ▪ Expor bancos de areia e praias que são utilizados como locais para reprodução de répteis e/ou aves; ▪ Secar áreas de inundação temporária. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinam o tipo de sedimento do fundo do rio; ▪ Evitam a invasão do leito do rio por plantas terrestres; ▪ Renovam a água armazenada em lagos marginais, braços mortos do rio e em regiões de estuários. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modificam a calha do rio, criando curvas, bancos de areia, ilhas, praias, áreas de maior ou menor velocidade de água, e diversidade de ambientes; ▪ Inundam as planícies, depositando sedimentos e nutrientes necessários para a vegetação terrestre; ▪ Inundam e criam lagoas marginais na planície, criando oportunidades de reprodução e alimentação para peixes e aves; ▪ Indicam o início do período de migração ou de reprodução para algumas espécies de peixes;

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminam ou reduzem o número de espécies invasoras ou exóticas; ▪ Controlam a abundância de plantas nas margens e na planície; ▪ Espalham sementes de plantas pela planície.
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Adaptado de Richter et al. (2006)

Na Amazônia estudos sobre o regime hidrológico, inundações e intervenção antrópica ainda precisam mais explorados. Historicamente, em função da dificuldade de deslocamento via terrestre no bioma Amazônico e pela grande extensão, utilizou-se o rio como principal via de circulação e escoamento. Assim, grandes cidades como Belém e Manaus desenvolveram-se ao longo de grandes cursos d'água. No Rio Xingu no Estado Pará Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio e Porto de Moz estão em contato direto com o rio Entretanto, com crescimento desordenado das cidades, as áreas úmidas, foram sendo ocupadas trazendo prejuízos humanos e ambientais.

Dos primeiros trabalhos na Amazônia sobre inundações está o de Rocha (1987) relaciona o relevo e enchentes na Cidade de Belém-Pará. As principais conclusões apresentadas pelo autor estão que as enchentes em Belém estão ligadas principalmente as condições geomorfológicas do sítio – formas de relevo fluviais, baixa altitude e baixa declividade e a ocorrência de fenômenos climáticos de grande intensidade com altos índices pluviométricos. Cerca de 500 a 600 mm/mês e de fenômenos hidrológicos como marés que atingem cotas de 4,47 m de amplitude máxima e conjuga-se a um período de elevada pluviosidade.

De forma geral, a população de maior poder aquisitivo tendem a habitar os bairros geomorfologicamente mais estáveis, ao contrario, a população de baixa renda ocupa áreas de alto risco de inundação, provocando problemas sociais que se repetem por ocasião de cada cheia na região. De acordo com Tucci (2009; p.621) a ocupação das áreas urbanas impróprias podem ser evitadas através do planejamento do uso dos solos das várzeas, o qual deve ser regulado pelo Plano Diretor Urbano nas cidades.

As inundações são consideradas fenômenos naturais extremos, resultantes da interação de precipitações elevadas, com a dinâmica fluvial, provocando impactos diretos sobre as populações atingidas, sendo os seus efeitos súbitos e rapidamente perceptíveis. Apesar da força destruidora das inundações, estas contribuem de forma positiva para a

biodiversidade e sustentabilidade dos ecossistemas naturais e de também de algumas atividades humanas (RAMOS, 2005).

1.2 - Roteiro Metodológico da Pesquisa

A adoção do Pensamento do complexo (MORIN, 1977; 2008; 2011), como modelo interpretativo da pesquisa permitiu uma flexibilidade na adoção de técnicas aplicadas nas Ciências humanas e Ciências da Terra.

A cidade de Altamira, como a maioria das cidades Amazônicas foi instalada as margens de um grande curso d'água, o rio Xingu. Este Núcleo apresenta praticamente um século de existência de colonização Luso-Brasileira, não considerando a colonização Pré-Colombiana que ainda é marcante no Alto e Médio Xingu, com populações indígenas remanescentes até a presente data (MÜLLER, 1995; HECKENBERGER, 2011; SARAIVA, 2005; SILVA, 2009, SILVA, 2009).

Antes de detalhar como foi desenvolvida a metodologia desta pesquisa. É válido apresentar o porquê da adoção ou da própria construção da mesma. Nesse sentido apresento o tripé que contribuiu para a adaptação de alguns procedimentos:

a) A construção da Tese parte dois questionamentos de que as inundações na área urbana de Altamira teriam como principais causas a ocupação desordenada das planícies de inundações e as cheias sazonais do Rio Xingu. Pelo fato da área urbana de Altamira esta amplamente alterada surge à possibilidade de analisar o que foi proposto por Capra (1996) aplicável a um sistema natural ambiental denominado de *realimentação* (*opinião loops*). Entende-se que a componente A pode afetar o componente B; B pode afetar C; e C pode "realimentar" A e assim fechar o circuito. Quando esse sistema sofre um impacto, causado por múltiplos fatores que podem ampliar-se reciprocamente através de laços interdependentes de realimentação (CAPRA, 1996b; p. 248), que se configura em um estado não linear. Outro aspecto que se apresenta como uma lacuna a ser preenchida na Amazônia é discutir "*estruturas dissipativas*". Essas estruturas químicas dissipativas exibem a dinâmica da auto-organização em sua forma mais simples, manifestando a maioria dos fenômenos característicos da vida — *auto-renovação, adaptação, evolução*. Desta forma, conceitos como resiliência, conectividade, evolução

dos ecossistemas, estágios de instabilidade que tem apresentado algumas aplicações em publicações internacionais (PHILLIPS, 1993a, 1997; PHILLIPS et al., 1999).

b) *Inserir técnicas interdisciplinares para entender o fenômeno das inundações* – Para analisar o núcleo urbano de Altamira faz-se necessário a inserção técnicas interdisciplinares, uma vez técnicas comumente adotadas nas ciências da terra, como o geoprocessamento, sensoriamento remoto, estatística aplicada a Hidrologia e Levantamento Topográfico foram exaustivamente trabalhados no Estudo de Impacto Ambiental (ELETROBRAS, 2009), e também foram questionadas (SEVA, 2005; MAGALHÃES e HERNANDEZ, 2009); questões como a viabilidade hídrica do Rio Xingu para instalação de empreendimentos Hidroelétricos, onde os valores de vazão médios estão longe de representar uma aproximação com a realidade, dada a variabilidade intranual e interanual apresentada em alguns trabalhos (MELO, ROLIM e ROCHA, 2004; FRANCO et al. 2015).

c) Tendo em vista o paradigma da complexidade, ao se considerar o Médio Xingu abriga ecossistemas de comportamento complexo, deve-se entender que a ocorrência de uma dada fisionomia nesta área é decorrente das inter-relações de aspectos (Figura 12):

-**Geológicos e pedológicos** (contato entre bacia Amazônica com rochas de natureza sedimentar e substrato cristalino do embasamento – Domínio Bacajá), dando origem a solos de diferentes propriedades como texturais, profundidade e fertilidade;

-**Geomorfológicos** (como forma do relevo, declividade e posição topográfica da área);

- **Hidrológicos** (vazão do rio, condições de drenagem do solo, e nível da água subsuperficial).

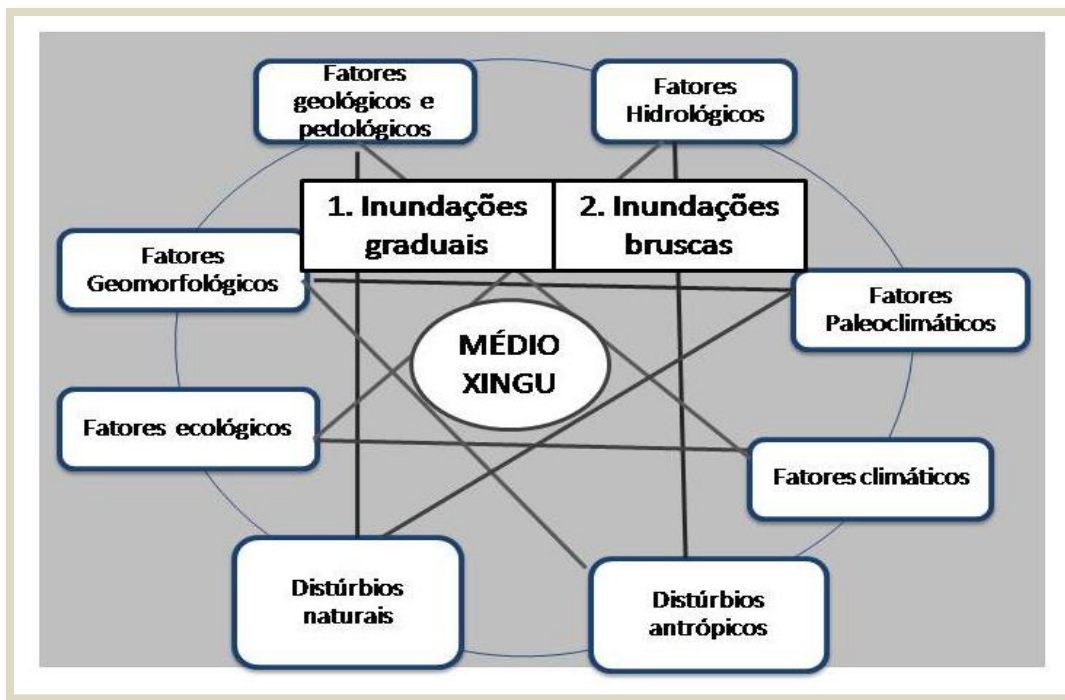
- **Ecológicos** (reprodução do igapó por meio do pulso de inundação e fauna endêmica);

- **Climáticos** (Distribuição anual sazonal das precipitações, e ocorrência de eventos extremos);

- **Paleoclimáticos** (responsáveis por períodos regressivos e transgressivos permitindo formações de ambientes específicos como lagoas, grutas e caverna);

- **Relativos à frequência e magnitude de distúrbios naturais e antropogênicos** (Ocupação histórica das planícies de inundação e construção da Hidrelétrica de Belo Monte).

Figura 12 – Representação esquemática das inter-relações dos fatores atuantes na configuração das diferentes tipos de inundações em Altamira.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Diante da argumentação seguiu-se o seqüenciamento:

A análise do processo de expansão urbana em Altamira no período que antecede e durante a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte (1911-2014) foi realizado por meio da compilação dos dados elaborados do Relatório do Plano Diretor, Volume II, no período de 1911-2002, (TECHNUM CONSULTORIA, 2010) e em algumas publicações sobre expansão urbana de Altamira.

A expansão observada a partir de 2002 foi obtida na análise das imagens de *Landsat* ano 2014, com objetivo de identificar as áreas de expansão urbana durante a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte: Loteamentos Privados, Áreas de Reassentamentos urbanos Coletivos (RUCs) e ocupações espontâneas. Foram coletados relatos orais conforme os procedimentos descritos Manual de História Oral ALBERTI (2005) durante pesquisa de campo no ano de 2014 e 2015, e registros fotográficos atuais das novas áreas de ocupação. Posteriormente, esses dados foram espacializados em um mapa de evolução urbana que abrange os anos de 1912 a 2014. As informações georreferenciadas foram manipuladas em ambiente SIG (Sistema de Informação

Geográfica), para o desenvolvimento dos dados utilizou-se o software livre QGIS 2.8 e o Software ArcGis 10.1 da ESRI.

O levantamento Histórico das inundações foi realizado com base em informações de relatórios da Defesa Civil Estadual (2004; 2007; 2009; 2012; 2014). Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), referente à inundação do ano de 2009, Prefeitura Municipal de Altamira, ano de 2009, e acesso a reportagens dos principais jornais da época como Folha do Norte, A província do Pará e O liberal as pesquisas constaram desde o início do século XX até o ano de 2016, e recentemente a reportagens disponíveis em forma digital *On Line* dos Jornais O liberal e Diário do Pará. Essa etapa da pesquisa foi também apoiada em análise de fotografias antigas disponíveis em exposição permanente na Casa de Cultura de Altamira e no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, coleta de relatos orais sobre a ocupação do núcleo urbano de Altamira com moradores antigos, e subsidiadas também obras históricas de viajantes (D'ACUNHA, 1639; NORONHA, 1763; NORONHA, 1682; STEINEN, 1884; CONDEAU, 1896; ADALBERTO, 2002) como e pesquisas arqueológicas e antropológicas desenvolvidas na bacia do Xingu e, especificamente (VILLAS- BOAS e VILLAS- BOAS; 1990; MÜLLER, 1992; BECQUELIM, 1993; SILVA, 2002; FAUSTO, 2005; SCHMIDT e HECKENBERGER, 2009; SILVA, 2009; HECKENBERGER, 2011; ANTUNES, SHEPARD JUNIOR, VENTICINQUE, 2014; SILVA e GARCIA, 2015; e obra clássica história de Altamira (UMBUZEIRO & UMBUZEIRO, 2012).

A Descrição, interpretação e análise do regime hidrológico do Rio Xingu foi realizado com base na análise dos dados de serie histórica dos dados de vazão da estação de Altamira (18850000), coordenadas geográficas S 3° 12' 53" e W 52° 12' 44" onde que serão analisados a serie histórica de vazão completa, a partir de janeiro de 01-01-1971 a 31-12- 2014, tendo em vista quatro parâmetros duração, frequência, magnitude e periodicidade (RICHTER *et. al*, 1997; POFF *et. al.*, 1997). Os dados foram obtidos junto a Agência Nacional das Águas (ANA) e SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia).

Em relação à magnitude das inundações (Vazão m³/s) inicialmente foram definidos três períodos hidrológicos distintos (1° 1971-1986; 2° 1987- 2002 e 3° 2003 a 2014). O primeiro e segundo períodos correspondem a períodos pré-barramento e o 3° período entendido como uma transição, pois se observa a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (2010-2014). Em seguida foram calculados os valores dos indicadores de

Alteração quais sejam a média, o desvio padrão, o mínimo valor e o máximo valor, com a finalidade de comparar magnitude das alterações observadas (RICHTER *et al.*, 1997)

A partir da análise das Vazões Máximas Diárias e o desvio padrão Máximo e Mínimo foi possível definir os anos de inundações que posteriormente foram descritos e analisados: 1º período com quatro anos analisados (1974, 1978, 1982 e 1985); 2º período com dois anos analisados (1989, 1995); e o 3º período com seis anos analisados (2004, 2006, 2007, 2009, 2012 e 2014) e os meses de maiores registros de inundações os meses Março e Abril. A análise das vazões máximas diárias foram apoiados as médias fluviométricas diárias (cota do rio) e nos valores de precipitação diárias obtidas junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia).

A Classificação do relevo quanto da morfologia nas sub-bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas na área urbana do Município de Altamira foram definidas de acordo com a metodologia Proposta pelo Projeto RADAMBRASIL (1974), com inserção de adequações na nomenclatura dos domínios apresentados em artigo de Dantas e Texeira (2013) e suporte nas com observações das paisagens e registro fotográfico em campo nos anos de 2015 e 2016. A morfometria das três sub – bacias seguiu os critérios apresentados no quadro 07 discutido subitem Padrões de Drenagem e padrões de canais e envolvem índices lineares, areais e hipsométricos.

As características morfométricas das três sub – bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas foram realizadas de acordo com os procedimentos de Horton (1945), Strahler (1952; 1957); Christofolletti (1980,1999). Dos parâmetros morfométricos analisados nas três sub- bacias foram: Ordem do rio principal, Padrão de drenagem, Densidade de drenagem, Sinuosidade do curso, Comprimento do canal principal, Comprimento total dos canais, Comprimento da nascente a foz, Área da sub-bacia, perímetro da bacia, altitude mínima, Altitude máxima, Amplitude Altimétrica, Índice de Cicularidade (Ic), Coeficiente de compacidade (Kc), Fator forma. O detalhamento das formulas e importância dos índices na análise de inundações são descritas na tópico referencial teórico.

A Classificação das lagoas segundo seu nível de estabilidade e os níveis de perturbação da na área urbana relacionada foi definidas com base nos trabalhos de campo

nos anos de 2014, 2015 e 2016, apoiadas a registro fotográfico, coleta de pontos, coordenadas Geográficas e altimetria em GPS (Sistema de Posicionamento Global) controle nas planícies de inundação dos três igarapés. Durante as pesquisas de campo foram coletados relatos orais de diversos grupos que sobrevivem que se apropriaram da planície de inundação dentre os quais: Oleiros, Carpinteiros Náuticos, Areeiros, Migrantes, comerciantes etc. Esses dados foram apoiados nos relatos orais sobre as inundações em Altamira.

A partir dos relatos orais e as observações empíricas do trabalho de campo em 2015 foram georreferenciados ecossistemas fluviais como lagoas marginais, definindo inicialmente três estágios de evolução: a) Preservadas- Ecossistemas Estáveis, b) Em estágio de intervenção – Ecossistemas Intergrades e, c) Extintas – Ecossistemas instáveis (OLIVEIRA, ROCHA e BARBOSA, 2015), aplicando níveis de estabilidade da Ecodinâmica de Tricart (1977).

Essa técnica de coleta de relatos é considerada nesta pesquisa como *complementar* ou metodologia de pesquisa de coleta de dados da História, denominada de história oral (ALBERTI, 2005) consiste na realização de entrevistas com indivíduos moradores da planície de Inundação, que participaram de, ou testemunharam acontecimentos *enchantes e inundações* no passado e no presente. A técnica visa reconstituir os acontecimentos e ajuda a complementar documentação, que até a década de 70 eram bem restritas. Dos sujeitos entrevistados estão oleiros, pescadores, barqueiros, pescadores, seringueiros etc.. Pela intensa alteração das áreas urbanas, essa técnica tem por objetivo complementar os dados históricos, uma vez metodologia semelhante tem conduzido a resultados bem interessantes como o mapeamento participativo (SANTOS, 2012), ou ainda a proposição sob a integração de dados ecológicos com sociais em escala regional (DEARING *et. al* 2015). A integração dos dados de expansão urbana, morfometria do sistema de drenagem, nível de estabilidade das lagoas marginais, morfologia e granulometria dos solos, e a vulnerabilidade das áreas a inundações sazonais e permanentes após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte permitiu elaboração de mapas apresentando níveis de perturbação da área urbana.

Figura 13: Roteiro fluvial para observar características dos ecossistemas que margeiam o Rio Xingu; (b) Coleta de pontos em GPS (Sistema de Posicionamento Global) sendo possível observar avanço das cheias do Xingu; (c) Coleta de amostra na Planície de inundação do igarapé Panelas e, (d) Coleta de amostra de folhelho no Reassentamento Urbano Coletivo Laranjeiras



Fonte: Pesquisa de Campo (2016)

A coleta de amostras de solo foi realizada em pontos em três grandes unidades lagoas marginais em vários de estágios de intervenção, terraços e Terra Firme. A Coleta de solo foi executada com utilização de trado holandês, e a coleta de sedimentos inconsolidados com trado de lama (Figura 13c). A descrição morfológica das amostras realizada segundo os procedimentos adotados por Lemos e Santos²² (2002) e as cores das amostras foram classificadas em comparação com *Munsell Soil Color Chart*. As amostras foram secas ao ar, destrorroadas, e peneiradas em peneira 2mm, obtendo-se Terra Fina

²² LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solono campo** / 4ªed. – Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 100p.

Seca ao Ar e posteriormente a análise granulométrica de acordo com método de pipeta descrito no *Manual de métodos de análise de solo* (EMBRAPA²³, 1997).

Foram realizadas microanálises de 10 amostras em Microscópio Eletrônico de Varredura pertencente ao Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (LABMEV) da Universidade Federal do Pará que permitiu obtenção de imagens de alta resolução de minerais de argila e fragmentos vegetais com possibilidade de ampliação de até 300.000 vezes. Inicialmente as amostras foram secas em estufa a 120 °C, posteriormente foram selecionados grãos de solo, fragmentos cerâmicos e Folhelho que foram metalizadas em ouro, sendo obtidas dessas amostras imagens de alta resolução e análises químicas semiquantitativas pontuais por meio de espectroscopia de raios-X por dispersão de energia (EDS), sendo definidos os percentuais dos elementos químicos predominantes como Oxigênio, Silício, Alumínio, Ferro, Enxofre etc. Com finalidade de definir feições morfológicas específicas, assinaturas geoquímicas de áreas inundáveis e indicadores de solos tecnogênicos.

As análises micromorfológicas foram completadas por análises de DRX realizadas no difratômetro de raios-X do modelo X'Pert Pro 3 MPD (PW 3040/60) PANalytical, com goniômetro PW3050/60(θ - θ) e com tubo de raios-X cerâmico de anodo de Cu ($K_{\alpha 1} = 1,540598 \text{ \AA}$) modelo PW3373/00, foco fino longo, filtro K_{β} de Ni, detector PIXCEL1D (*Real Time Multiple Scanning*) no modo *scanning*. Foram usadas as seguintes condições instrumentais: Varredura 4° a 70° 2 θ , 40 kV, 40 mA, passo 0,02° em 2 θ e tempo/passo de 20 s, fenda fixa 1/2 e anti-espalhamento 1°, máscara 10 mm.

O nível de intervenção nas unidades hidrogeomorfológicas provovou impactos ambientais que refletem em uma escala de risco e impactos ambientais sob a população urbana em Altamira (Quadro 13).

²³ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo* / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.

Quadro 13: Níveis de impactos a inundações e alagamentos em ecossistemas fluviais urbanos em Altamira antes e durante a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Níveis	Características
Nível I	<p>As áreas com nível de perturbação I, incluem áreas lagoas marginais e canais de drenagem extintos. Compreendem bairros centrais de ocupação mais antiga nos, em geral, apresentam mais de 20 anos de ocupação. Essas áreas apresentam elevados níveis de transformações incluindo vias urbanas consolidadas asfaltadas, com bairros residenciais em que predomina construção em alvenaria. Das conseqüências estão alagamentos crônicos durante as fortes chuvas e dificuldade de circulação na via. Nesta área observam-se relatos de pequenas rachaduras nas casas. Estas áreas adaptando a classificação de Tricart serão entendidas como instáveis, sem capacidade de recuperação do estágio de clímax inicial, Na classificação de Bertrand (1968) correspondem aos <i>geosistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica</i>. Outra característica dessas áreas é que durante as cheias anuais do Rio Xingu apresenta comportamento anômalo como afloramento de água sub superficial, pontos de alagamentos no interior dos imóveis, e com a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte essas áreas foram fortemente impactadas com afloramentos em alguns órgãos são constantes as reformas estruturais tentando minimizar o problema. O mais preocupante é que essa área abrange órgãos federais, estaduais e municipais e importantes vias de escoamento. Esses dois problemas já existiam antes da instalação da UHBM, mas agravaram-se posteriormente, apesar da área já ter atravessado vários estágios de aterramento.</p>
Nível II	<p>Neste nível de perturbação II, estão inseridas áreas de lagoas que apresentam estágio denominado de intergrades (TRICART, 1977). Ainda não foram totalmente transformadas, também, estão inseridas áreas em que ocorreram agravamentos das inundações sazonais ou áreas que foram inundadas permanentemente com a elevação do nível das águas do Rio Xingu, após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, ou ainda foram aterradas, com readequação de uso como é o caso de parte das planícies do igarapé Ambé e Altamira. São exemplos a porção insular de Altamira, as que passaram por transformações recentes no ano de 2016, como a ilha de Arapuja (ou ilha do Capacete), áreas de inundação permanente como setor da desembocadura do igarapé Ambé, que corresponde aos bairros de Aparecida, Boa Esperança, Invasão dos Padres, na bacia do igarapé Altamira como parte do Bairro Sudam I, Baixão do Tufi, bairro Açaisal.</p>
Nível III	<p>Essas áreas compreendem áreas de transição entre as áreas de Terra Firme Estas áreas compreendem terraços, antigas planícies de inundação, sendo identificados próximos a igarapés ativos e inativos, No caso de igarapés ativos correspondem a áreas de transição entre as terras firmes e os igapós estacionais e permanentes, que foram aterrados dentro do plano de requalificação urbana, Plano Básico Ambiental. Esses terraços estão mais expostos, e sujeitos a risco de deslizamentos. E terraços de colonização antiga, em que se identificaram solos de Terra Preta Arqueológica (TPA), que estão sendo apropriadas pela valorização dos terrenos próximos as margens do Xingu, e finalmente, terraços próximos a igarapés que foram extintos. O principal impacto identificado por meio da coleta de informações com moradores locais foi à contaminação das águas de subsuperficiais, varias residências extinguiram o uso da água para consumo humano. Outra observação importante quanto à ocupação dos terraços e que alguns apresentam textura arenosa, são ocupados totalmente por residências em áreas bastantes declivosas que associado a chuvas extremas pode provocar desbarrancamento e possíveis acidentes.</p>

<p>Nível IV</p>	<p>Abrange áreas com lagoas as margens do Xingu, essas áreas estão em transformação atual principalmente após a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte. Corresponde a uma área de importância notável na dinâmica do rio Xingu, uma vez que recebem o escoamento pluvial das áreas mais elevadas de bairros como Ibiza, Sudam II, que drenam água para essas lagoas e, além disso, o Rio no período das cheias anuais transborda para a planície de inundação. Atualmente a área esta sendo totalmente aterrada e também teve parte de sua área indenizada, uma vez que pertence a atividades vinculadas a criação de animais como cavalos, e ao lazer local. A previsibilidade dos impactos nestas áreas ainda é pequena uma vez que essas transformações nesta área são recentes, destacamos que esses setores que aparentemente não foram indenizados pela Norte Energia são foco de novas construções, e futuramente dependendo do tipo de construção e material utilizado em aterros são vulneráveis a perdas constantes com as inundações anuais no Xingu e pela dinâmica subsuperficial das lagoas marginais.</p>
<p>Nível V</p>	<p>Abrange áreas de lagoas que apresentam estágio denominado de intergrades (TRICART, 1977), entretanto, enquadradas no quinto nível por apresentar um comportamento caótico. Essas áreas tiveram ocupação acelerada desordenada, impulsionada por vários fatores: a) Elevada Especulação imobiliária durante a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte, reflexo do aumento no preço dos aluguéis, e no valor dos imóveis nas áreas próximas ao rio Xingu; b) Processo indenizatório incompleto ou avaliação dos imóveis abaixo de mercado local que pela Norte Energia que dificultou aquisição outros imóveis em Altamira, a comercialização de casas dos reassentamentos e compra de lotes mais baratas em nos trechos de lagoa; c) a chegada de migrantes a região de municípios próximos atraídos pelas novas oportunidades de trabalho nos canteiros de obra. Desta forma, as áreas de lagoas marginais, foram sendo gradativamente aterradas com entulhos, serragens, solos retirados de outras áreas. Seu tamanho foi sendo reduzida gradativamente em extensão e profundidade. E a dinâmica sazonal mantida com o Xingu, foi grandemente alterada uma vez que durante o período chuvoso as lagoas funcionam como receptoras de áreas pluviais e fluviais, a dinâmica de desova dos peixes e afetada além de que praticamente são extintas a espécies de flora e fauna incluindo os buritizais, que circundam. A mudança brusca de retirada da vegetação, tipo de sedimentos e ocupação desordenada em seu interior, provoca enchentes rápidas de alto poder de destruição. Esse setor foi anteriormente mapeado pela defesa civil e enquadrado como alto risco de enxurradas e movimento de massas ocorrendo convergência de águas pluviais das áreas privilegiadas topograficamente. Dos impactos observados está aumento da frequência nas enchentes, afloramento de água subsuperficial, desabamento de casas, retorno de água de esgoto, dificuldade de escoamento, contaminação de água dos poços e perda de bens materiais.</p>

Fonte: Elaborado pela autora com base na proposta de Tricart (1977).

Capítulo II: Bacia do Xingu: Complexidade natural e socioeconômica

2.0- Contextualização e caracterização do meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu:

No segundo capítulo foram discutidos aspectos naturais e socioeconômicos da bacia Hidrográfica do Xingu. De acordo com Reis²⁴ (2013; p.3) o rio Xingu é um dos principais tributários da bacia Amazônica e drena o Escudo Brasileiro, juntamente com o Tocantins, Araguaia, Tapajós e parte da bacia do rio Madeira. Na maior parte de seu percurso o rio Xingu corre sobre terrenos cristalinos de granito e também calcário, o que lhe confere uma quantidade de sedimentos carregados muito baixa e alta transparência. O clima nesta ecorregião é tropical, com precipitação média anual entre 1,500 e 2,500 mm e com estação de cheia entre novembro e abril e com temperatura do ar média entre 21,6 e 26,5°C.

O Rio Xingu possui a quarta maior bacia hidrográfica da Amazônia, cerca de 7% em área, e um dos maiores rio de águas claras que drena os platôs cristalinos e planícies sedimentares do Escudo Brasileiro, sendo responsável por cerca de 5% da vazão do rio Amazonas. A transparência de suas águas esverdeadas varia de 0,6 a 4 metros, com pH entre 4,5 e 7,8. Estima-se uma riqueza aproximada de 500 espécies de peixes para a bacia do rio Xingu, sendo que 25 espécies são de alta importância para a pesca esportiva.

A região do alto Xingu representa uma zona de transição entre a Floresta Amazônica típica e o Cerrado do Planalto Central, com uma composição florística própria. À medida que a floresta amazônica vai avançando para o sul, sua fisionomia também vai se modificando e originando uma Floresta Estacional, representando morfoclimaticamente uma área de transição para o Domínio do Cerrado. Apesar dessas especificidades da bacia hidrográfica do Rio Xingu diversas ameaças diretas e indiretas aos ambientes aquáticos e aos peixes do rio Xingu foram pontuadas por Reis (2013) pesca, coleta de peixes ornamentais, retirada de mata ciliar, uso de defensivos e fertilizantes agrícolas, com ação rápida diretamente sobre os peixes e, indiretas, como desmatamento extensivo, mineração no leito do rio, construção e operação de usinas hidrelétricas e mudanças climáticas problemáticas que repercutem sobre sobrevivência e reprodução da população indígena e grupos tradicionais inseridos em Assentamentos indígenas e Reservas Extrativistas.

²⁴ REIS, R.E. Projeto gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos transfronteiriços na bacia do rio Amazonas, considerando a variabilidade e a mudança climática. **Relatório Parcial – Produto 1 As cabeceiras do rio Xingu. Brasília, Brasil.** 2013. 31p.

Martins²⁵ et al. (2007) demonstram a pressão antropica sob a Reserva Extrativista Verde para Sempre localizada no município de Porto de Moz, desembocadura do Rio Xingu, por meio da abertura de estradas clandestinas, aumento do desmatamento e dos focos de calor nas áreas de entorno ligadas a exploração madeireira ilegal. Recentemente, a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte compromete duas grandes funções do Rio Xingu como “*Fonte de Alimento e Via de Acesso*”.

Patrício (2004) apresenta impactos sobre essas duas funções do Rio Xingu na Terra Indígena (TI) Arara da Volta Grande do Xingu localizada no município de Senador José Porfírio, entre os rios Bacajá e Bacajai obsevou que trajeto da aldeia Terra Wanga até a cidade de Altamira era realizado exclusivamente por embarcações fluviais, cujo acesso se faz pelo “rio” ou “canais do rio. Além disso, do Rio Xingu procede à principal fonte de proteína o pescado (*Tucunaré, fidalgo, pacu, curimatã, pescada, piau* e outras) da dieta alimentar do grupo e, a caça de inverno era realizada quase com exclusividade nas ilhas do rio Xingu. Portanto, até mesmo atividades extrativistas estão relacionadas ao uso dos rios e ao acesso as ilhas. A redução da vazão e as mudanças hidráulicas no rio Xingu no trecho da Volta Grande por meio de um hidrograma ecológico, o Trecho de Vazão Reduzida (TVR) perpassa por uma análise a curto e longo sobre forma de navegação dos grupos, sobre aproveitamento das amplas planícies, das ilhas e da própria disponibilidade de alimentos e água potável.

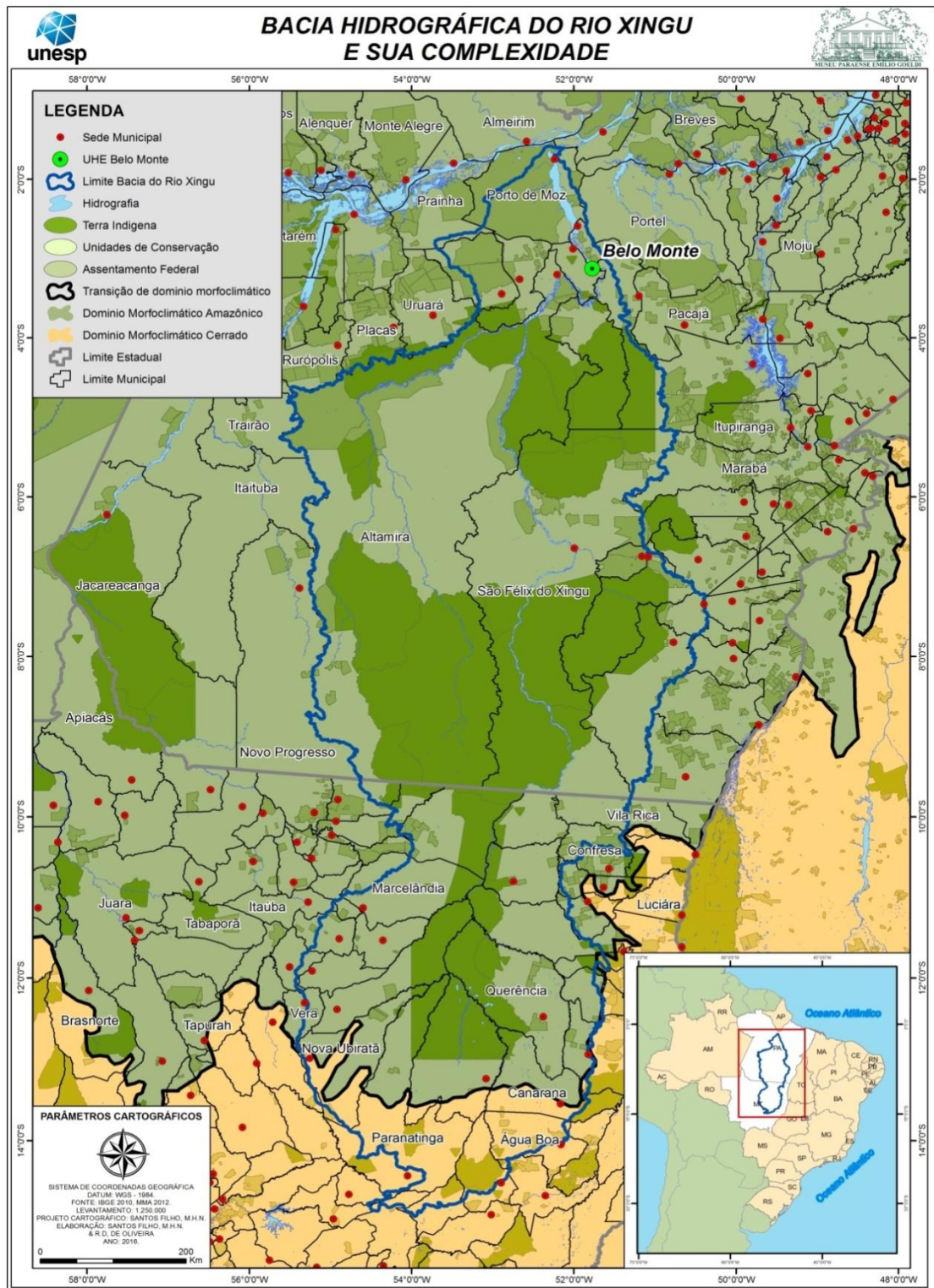
Os ribeirinhos, também, formam grupos sociais associados aos rios e caracterizados pela alta mobilidade, ampla dispersão territorial, diversificação econômica (RODRIGUES²⁶ et al., 2017) nesse novo período pos instalação da Usina Hidreletrica de Belo Monte é marcado pela imprevisibilidade do regime de cheia/ vazante deve ser considerada pelo menos nos primeiros anos do enchimento do reservatório até que o novo ambiente se estabilize, ou de forma definitiva, pelo novo regime de cheia/vazante imposto pela operação da UHE - e não mais pelo funcionamento ecossistêmico do rio, este até o

²⁵MARTINS, H. D. dos S.; AMARAL, P. H. C.; NASCIMENTO, K. A. F. do; REIS, R. R. S. **Avaliação da pressão humana na Reserva Extrativista Verde para Sempre no oeste do Pará.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2817-2824.

²⁶ RODRIGUES, R. R.; ADAMS, C. ; SALM, R.; SAWAKUCHI, A. O.; CARNEIROC. C.;MURIEL-CUNHA, J. ; PRIETO, J. D. **Recomendações para a Restauração ecológica de territórios ribeirinhos, no contexto da UHE Belo Monte.** In: MAGALHÃES, S. B. , CUNHA, M. C. da (Orgs.). A expulsão de ribeirinhos em Belo Monte: relatório da SBPC: – São Paulo: SBPC, 2017. 365-392p.

momento reconhecido e reaprendido por gerações de ribeirinhos que confere a bacia do Xingu uma complexidade ambiental e sociocultural (Figura 14).

Figura 14: Diversidade natural e étnica da Bacia hidrográfica do Rio Xingu.



2.1- Clima

A bacia do Xingu de acordo com o Plano de Desenvolvimento integrado dos Vales dos rios Xingu e Tapajós (SUDAM, 1974) localiza-se em duas regiões climáticas diferentes. A primeira menos úmida e caracterizada por uma estação seca definida. A segunda com características tropicais onde a estação seca é menos nítida.

De acordo com Eletronorte (1980; p. 34) existem quatro sistemas atmosféricos, determinados por centros²⁷ específicos de ação, que interessam a bacia do Xingu: a) Equatorial continental; b) O equatorial Atlântico (Ea); c) o Polar Atlântico por meio da atuação Frente Polar Atlântica (FPA) e d) Convergência intertropical (ZCIT).

O sistema Equatorial Continental Amazônico (Ec) tem sua origem em áreas continentais, aquecidas e cobertas de vegetação, onde dominam ventos fracos e calmos dos *doldrums*, durante o verão atinge o Brasil Central, responsável por forte precipitação, apresentando valores de umidade em torno de 90%. A temperatura é elevada e a nebulosidade, nesta estação, geralmente se expressa sob forma de nuvens cúmulus e estrato-cúmulus e cúmulo nimbus. No inverno o sistema permanece no alto Amazonas. A nebulosidade se mantém elevada com chuvas, antes do final do dia, as máximas térmicas chegam a 34 °C e as mínimas em torno de 24 °C.

O sistema Equatorial Atlântico (Ea) é constituído pelos alísios de sudeste do Anticiclone do Atlântico Sul, que compõem duas correntes, uma superior, quente e seca, e outra inferior quente e úmida. Ambas têm a mesma direção, mas são separadas por forte inversão térmica. Abaixo da descontinuidade das duas correntes, formam-se cúmulus, concentrando a umidade a níveis mais baixos. No litoral é responsável por precipitações noturnas, sob forma de pancadas e no interior o sistema mantém-se seco. A amplitude térmica pode atingir 16 °C, em virtude do forte aquecimento diurno e resfriamento noturno.

O sistema polar Atlântico (PA) é o anticiclone migratório Polar que impulsiona a frente polar Atlântica (FPA), faixa de descontinuidade que separa este sistema dos sistemas tropicais. Seus avanços, após as perturbações frontais produzem quedas na temperatura, produzindo ondas de frio. O sistema polar Atlântico penetra pela Bolívia e

²⁷ Os centros apresentados pela Eletronorte (1980) são: 1. O anti ciclone do Atlântico; 2. O anticiclone migratório Polar; 3. A depressão do Chaco; 4. Os *doldrums*, esse centros de ação determinam o jogo dos sistemas atmosféricos, os quais compreendem as massas de ar, as descontinuidades frontais e as correntes perturbadas.

pelo Estado de Mato Grosso, seguindo rumo ao norte a altura da Serra do Roncador, porção superior da bacia do Xingu gerando o fenômeno da friagem, porém não atinge o Estado do Pará.

A *Zona de Convergência Intertropical* (ZCIT) é a faixa confluência dos ventos alísios do hemisfério norte e ventos alísios do hemisfério sul (MOLION, 1987, p.110). Trata-se de uma zona quente, de copiosa precipitação em pancadas e de umidade elevada, A ZCIT é responsável pelas precipitações sobre as áreas costeiras da Amazônia, sob a foz do rio Amazonas. No verão as máximas e as mínimas térmicas são elevadas gerando fraca amplitude térmica. A nebulosidade é forte registrando-se chuvas à tarde. No outono a ZCIT, atinge uma posição mais meridional de aproximadamente, 4^o S, na costa e 0^o S, sobre o oceano, controlando o tempo atmosférico no trecho inferior da bacia, que apresenta um máximo pluviométrico no outono, e o mínimo na primavera coincidindo com o maior afastamento da ZCIT.

De acordo Keller Filho, Assad e Lima (2005) anticiclone do Atlântico Sul, também conhecido como ZCAS (zona de convergência do Atlântico Sul), é um dos principais fenômenos que determinam o regime de chuvas em toda a região no Estado de Mato Grosso existem duas estações climáticas bem definidas: chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro). As precipitações totais anuais variam de aproximadamente 1200 a 2000 mm, os maiores níveis nas regiões norte e centro, nas com altitudes próximas a 800m. As chuvas concentradas no verão/outono, com deficiências hídricas no inverno/primavera. As regiões Norte, Sul, Sudeste e Serrana são mais úmidas do Estado (SOUZA *et al.*2013).

A seguir são apresentados os possíveis fatores (meso escala e micro escala) que afetam o volume de precipitação e o ciclo hidrológico na Amazônia, segundo SOUZA, ROCHA e COHEN, (2003):

- a) A presença de um cinturão latitudinal de precipitação, localizado na região equatorial coberta pela Zona de Convergência Intertropical –ZCIT. Para esta área converge vapor d'água produzido em zonas vizinhas, ascendendo e produzindo grande nebulosidade e, precipitação;
- b) O fluxo de umidade para a Amazônia é, predominantemente, zonal de leste, intensificado pela Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Atlântico. O fluxo se movimenta acompanhando a ZCIT (MARQUES, SANTOS e

- SALATI, 1979a; MARQUES, SANTOS E SALATI, 1979b; ROCHA, 1991; SOUZA, 1991). A umidade do Atlântico penetra ao continente e o fluxo se atenua até as proximidades dos Andes, onde se bifurca indo um ramo para o Noroeste da Amazônia e outro o sudeste, atingindo o sul da região Amazônica;
- c) Nas subáreas localizadas no sudeste e sul da Amazônia a estação seca é mais acentuada durante o inverno do hemisfério Sul e a estação chuvosa é causada pela presença freqüente de aglomerados convectivos associados a sistemas frontais, produzidos pela penetração, no continente da umidade proveniente da Zona de Convergência do Atlântico Sul.

As variáveis meteorológicas, especialmente a precipitação, estão conexas com as oscilações da temperatura da superfície dos oceanos, da atmosfera e a superfície sólida do planeta, evidenciados nos fenômenos, *El Niño* e *La Niña*. Na Amazônia essas oscilações podem produzir efeitos devastadores no clima e no ciclo hidrológico.

Moura e Shukla (1981) demonstraram que quando a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) está acima da média no Atlântico Norte e abaixo da média no Atlântico Sul, ao mesmo tempo em que a ZCIT encontra-se ao norte de sua posição média climatológica, o ramo descendente da célula Walker intensifica a subsidência nas partes central e leste da Amazônia, reduzindo substancialmente a precipitação nessas áreas.

Anomalias positivas da TSM no pacífico equatorial (*El Niño*) produzem secas no centro, norte e leste da Amazônia, bem como na parte norte da região nordeste do Brasil. Anomalias negativas correspondentes (*La Niña*), por sua vez produzem chuvas abundantes nessas sub-regiões. Além dos impactos hidrológicos na meso escala, pouco se conhece dos impactos hidrológicos locais, que operam na micro escala, dentre estes a abertura de estradas, desmatamento, agricultura pecuária, mineração, urbanização e instalação de usinas hidrelétricas (SOUZA, ROCHA e COHEN, 2003):

Segundo a classificação Köppen o Estado de Mato Grosso predomina o Clima Tropical de Savana (Aw):clima tropical com temperaturas médias superiores a18 °C em todos os meses. A estação seca ocorre no outono/inverno e a estação chuvosa, na primavera / verão. Ocorre na região Norte, Médio-Norte, Centro-Sul do Estado de Mato Grosso com exceção da estação de São Vicente.

Para Marcuzzo, Rocha e Melo (2010) os principais mecanismos atmosféricos são a *massa de ar equatorial continental*, presente entre na primavera e verão, advinda do efeito térmico e da elevada umidade. Essa massa de ar se desloca para o interior do país no sentido noroeste para sudeste, provocando chuvas e a *massa polar atlântica* que é caracterizada pelo o acúmulo do ar polar. Atua com maior frequência no inverno, no sentido sul para o norte, e favorece as quedas de temperatura e estiagem.

A correlação entre precipitação na Amazônia brasileira (NOBRE *et. al.* 2009), e até mesmo na América do Sul (ARAÚJO *et al.* 2013) e a TSM no Pacífico e Atlântico, o impacto do oceano na variabilidade (frequência e intensidade) das estações úmidas e seca sobre e nos mecanismos subjacentes vem sendo gradativamente explicados. A variabilidade da TSM combinada do Pacífico e Atlântico tropicais explica pouco mais de 50% da variância na precipitação interanual na Amazônia.

Fish, Marengo e Nobre (1998) afirmam que durante os anos de grande aquecimento das águas do Pacífico Equatorial central (fenômeno do El Niño) a ZCIT situa-se anormalmente mais ao norte do que sua posição normal sobre o atlântico tropical. Conseqüentemente, os ventos alísios são mais fracos reduzindo a umidade que penetra para o interior da Amazônica.

De acordo Franco *et al.* (2015) o impacto do ENOS no regime hidrológico do rio Xingu é preponderantemente maior para os eventos El Niño, quando comparado aos eventos La Niña. Na composição El Niño, as cotas anormalmente negativas variam de 10 a 24 cm nos meses de dezembro a fevereiro, se intensificam para 33 a 39 cm em março e abril e atingem o pico negativo de 64 cm abaixo do normal em maio, em seguida diminuindo para 33 cm em junho, 21 cm em julho e 12 cm em agosto.

De acordo com Lucas *et al.* (2006) a bacia do Xingu segundo a regionalização da precipitação pluviométrica esta dividida em três regiões A, B e C. O grupo (B), abrange a área dos formadores do Xingu, no Estado de Mato Grosso, é afetado pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). O grupo (C) recebe a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), localizada no médio Xingu estendendo-se até o encontro do rio Xingu com o rio Amazonas, por outro lado. O grupo (A), localizada na porção central da bacia, aparece como uma região de transição entre estes dois sistemas (Quadro 14 e Figura 15).

Na bacia hidrográfica do Xingu Identificou-se a influencia do fenômeno ENOS na resposta hidrológica, principalmente em anos de La Niña. Esses resultados reforçam

afirmações anteriores de que a resposta hidrológica na bacia é muito influenciada pelo regime de precipitações associadas aos fenômenos ENOS. É importante considerar que outros fatores como topografia, geologia, tipo de solo e cobertura vegetal também afetam esses resultados. (LUCAS, 2007; p.79).

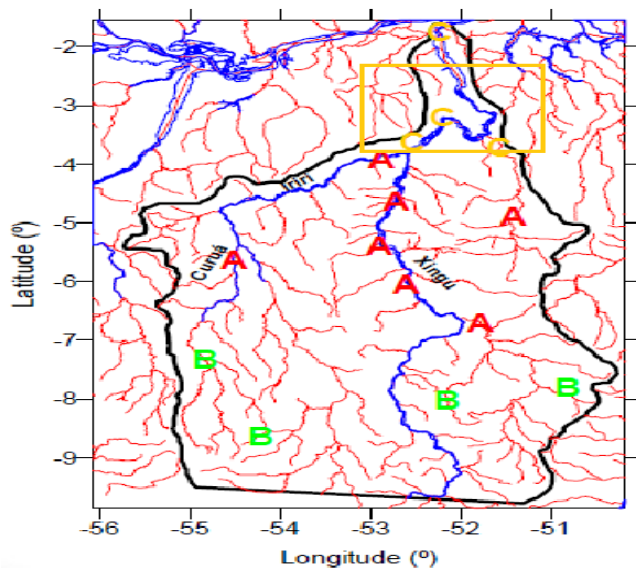
Quadro 14: Características das regiões de precipitação pluviométrica na bacia do Xingu.

Regiões de precipitação pluviométrica	Características gerais
Grupo A	Formado pelas estações de Belo Horizonte, Aldeia Bacajá, Cajueiro, Primavera do Xingu, Boa Esperança, Kararao e Monte Alegre; compreende uma região homogênea de precipitação localizada na parte central da bacia; entre 4° e 7° de latitude sul. Nesta região chove em média anualmente 1.760 mm, sendo 1.599mm concentrados entre outubro e maio (estação chuvosa), representando 91% do total anual. Os 9% restantes concentram-se de junho a setembro, com total acumulado de chuvas de 161 mm (estação seca).
Grupo B	Representado pelas estações de Fazenda Cumarú do Norte, Mencranotire, Kubenrankein e Aldeia do Baú, entre os limites de 7° e 9° de latitude sul, conforme verificado na figura 3. O volume médio anual de chuvas nesta região é de 2.197 mm, deste total, 2.056 mm, ou seja, 94%, das chuvas se concentram entre setembro e abril (estação chuvosa). Os 6% restantes concentram-se entre maio e agosto, representando apenas 141 mm.
Grupo C	Definido pelas estações de Fazenda Cipaúba, Brasil Novo, Altamira e Porto de Moz, as quais, entre 4° e 2° de latitude sul. Nesta região, o total médio anual de chuvas é de 2.143 mm, sendo 1.822mm acumulados entre dezembro e junho (estação chuvosa), representando 85% do total anual. Entre julho e novembro chove em média 321 mm (estação seca), o que representa 15% do total anual.

Fonte: Adaptado Lucas *et al.* (2006).

As áreas próximas a Altamira predomina o clima do tipo equatorial Am e Aw, da classificação de Köppen, com temperaturas médias de 26°C, e precipitação anual, girando em torno de 1.885 mm. De acordo com Eletronorte (1980) apresenta a bacia do Xingu subdividida em três faixas térmicas, de acordo com o quadro 15:

Figura 15: Regionalização da precipitação na bacia hidrográfica do Xingu, e ênfase a área de estudo inserida no Setor C.



Fonte: Adaptado de Lucas *et al.* (2006)

Quadro 15: Presença de três faixas térmicas na bacia do Xingu, segundo a Eletronorte.

Faixas	Características
Faixa 01	Esta faixa estende-se da Foz do Xingu até Belo Monte, temperatura média anual entre 25 ^o a 27 ^o C. A época com maiores temperaturas e a mais seca, é a primavera, com ação do sistema equatorial Atlântico e a mais chuvosa sob influencia da ZCIT. As médias máximas ficam em torno de 34 ^o C. Apresenta regime térmico de dupla onda devido ao posicionamento da <i>Zona de Convergência Intertropical</i> máxima em outubro a maio, e mínima de julho a fevereiro.
Faixa 02	Compreende o maior setor da bacia, os representantes desta faixa são Felix do Xingu, Altamira, Porto de Moz e Municípios do Alto Xingu. Verifica-se que São Felix do Xingu por esta em posição de altitude mais elevada, apresenta médias mensais em torno de 23 ^o a 26 ^o C, enquanto, Altamira apresenta médias mensais, entorno de 24,6 ^o e 26,8 ^o C. As médias máximas não ultrapassam 34 ^o C, e os menores valores ficam em torno de 29 ^o C. As localidades do Alto Xingu como Tapajós, Porto Nacional e Taguatinga o regime térmico neste setor é semelhante ao anterior, com variações em função da altitude e latitudinal, mas ainda enquadra-se nesta faixa térmica, a amplitude térmica é baixa e as temperaturas são sempre elevadas.

Faixa 03	Apresenta médias térmicas inferiores a 24°C, compreende a parte alta da bacia, sendo seu setor mais elevado, fica perceptível a relação entre latitude-altitude uma vez que as temperaturas diminuem de jusante para montante, seguindo o aumento da latitude e das cotas altimétricas. A estação de Sangradouro –MT, na periferia da bacia, demonstra uma redução de até 1° C.
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Eletrobrás (1980).

2.2- Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu

Segundo a Eletronorte²⁸ (1980; p. 2.3) a bacia do Xingu situa-se na Borda oriental do Cráton do Guaporé, região esta submetida a dois extensos ciclos tecto-orogênicos, responsáveis pelo estabelecimento de estágios de plutonismo, vulcanismo, dobramentos e falhamentos, culminando com uma diversidade geológica que se distribui desde o Pré-Cambriano até o Holoceno com representantes de rochas sedimentares, metamórficas e ígneas (Figura 16).

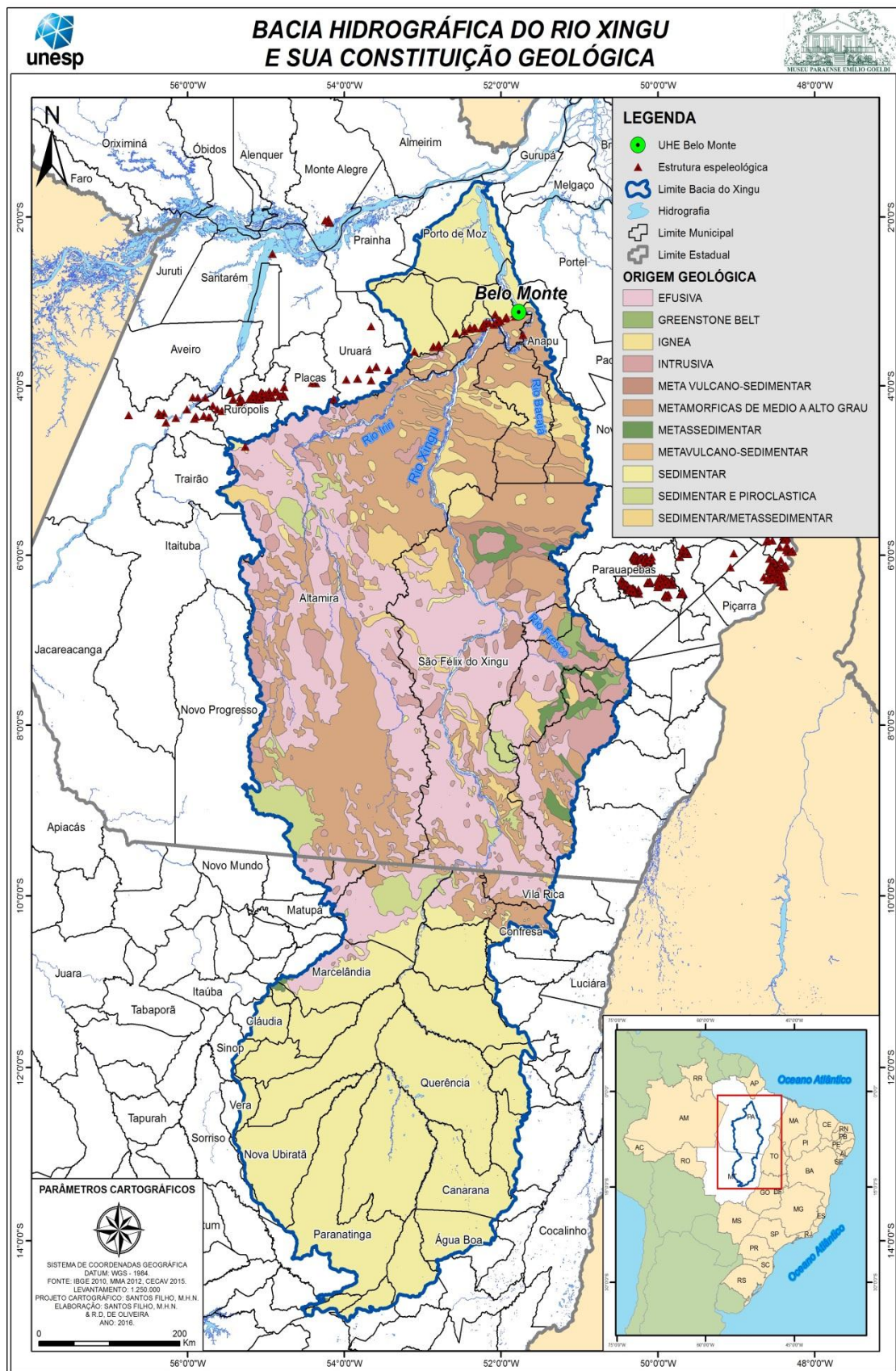
A unidade mais antiga, do Pré- Cambriano Inferior e Médio, está representada por um conjunto de rochas cristalinas, ígneas e metamórficas de alto grau, agrupadas sob a denominação de Complexo Xingu. Estas rochas foram consolidadas por orogêneses muito antigas, atribuídas ao ciclo Orogrênico Guriense e constituem o embasamento do Cráton Guaporé.

Sobrepoem-se a essa área cratônica, rochas ricas em ferro, metamorfizadas e dobradas pelo ciclo orogênico Transamazônico no Pré-Cambriano Médio a Superior e agrupados sob a denominação de Grupo Grão Pará, como resultado dessa orogênese foram reativadas as feições estruturais do Complexo Xingu e originam-se intensos falhamentos transcorrentes.

Sobrepondo-se ao Complexo Xingu e o Grão Pará ocorrem principalmente nas porções central e norte bacia, rochas do Grupo Uatumã, representando a sequência vulcano-sedimentar subsequente aos movimentos diastróficos impostos ao Cráton do Guaporé. Esta sequência teve uma sedimentação continental, representada pela Formação Rio Fresco, seguida do vulcanismo fissural andesítico e riolítico explosivo, representados, respectivamente, pelas Formações Sobreiro e Iriri

²⁸ELETRONORTE. Estudos de inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu: Estudos Geológicos Geotécnicos. 1980. Volume 6.33 p.

Figura 16: Representação cartográfica da constituição geológica da bacia hidrográfica do Rio Xingu.



Na área sul de São Félix do Xingu conhecida como a segunda Volta grande do Xingu afloram rochas vulcânicas e vulcano clásticas diversas pertencentes, sobretudo, à Formação Sobreiro e, subordinadamente, à Formação Santa Rosa. Estas duas unidades representam o Grupo Uatumã. A Formação Sobreiro tem caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso. A Formação Santa Rosa forma uma série magmática peraluminosaa fracamente metaluminosa, apresenta afinidade tipo A relacionada a ambiente tectônico intraplacas (FERNANDES, 2009; FERREIRA e LAMARÃO, 2013; p.166)

Durante este estágio vulcano-sedimentar, houve tardiamente, a intrusão de granitos com tendência alaskítica e granodioritos representados pelos Granítos da Serra dos Carajás e Velho Guilherme. Na porção Sudoeste da bacia, a Formação Dardanelos representa o evento vulcano-sedimentar subsequente, com características litológicas um pouco diversas das do Grupo Uatumã.

Ainda no Pré-Cambriano Superior, as Formações Gorotire e Prosperança representam uma sedimentação continental de caráter molassóide, posterior ao evento vulcano-sedimentar e ocupam extensas áreas, principalmente na porção central da bacia.

Completando o quadro do pré-cambriano, o Grupo Cuiabá testemunha o início da edificação da Faixa de dobramentos Paraguai- Araguaia, na borda sul sudeste do Cráton do Guaporé. Esta última orogênese denominada Brasiliana, perdurou até o fim do Cambriano, com eventos de dobramento e falhamentos seguidos por deposição de caráter continental, constituindo o Grupo Alto Paraguai.

Após esse evento instalaram-se nas bordas sul e norte do Cráton, as bacias sedimentares ou Sinéclises do Paraná e do Alto Amazonas, com testemunhos de sedimentação em quase todo o Paleozóico. A Sinéclise do Paraná e do Amazonas, com testemunhos de sedimentação em quase Paleozóico. A Senéclise do Paraná esta representada pelas Formações Furnas, Ponta Grossa, Aquidauna e Permo-Carbonífero Indiviso, e Senéclise do Amazonas, pelas Formações Trombetas, Curuá e Monte Alegre.

No Mesozóico, mais precisamente no Jurássico-Cretáceo, uma reativação tectônica, acompanhada de vulcanismo de natureza toleítica e de caráter intrusivo, desencadeou – se na área das sinéclises, constituindo, na Sinéclise do Amazonas, a Formação Penetecaua, e na região sul da bacia, diques e necks de rochas básicas e ultrabásicas.

Representantes sedimentares do Mesozóico não foram preservados na área da bacia; entretanto, sedimentos terciários semiconsolidados, resultantes de uma intensa pediplanação pós-cretácica ocorrem ao norte, descritos como Formação Barreiras, e na região centro-sul, denominados Formação Araguaia. Ao sul e a sudoeste da bacia, espessas coberturas lateríticas são referidas como unidades Terciário – Quaternário Detrítico – Laterítica. Correlacionados ao Quaternário, ocorrem aluviões ao longo das principais drenagens, e coluviões nas encostas e vales.

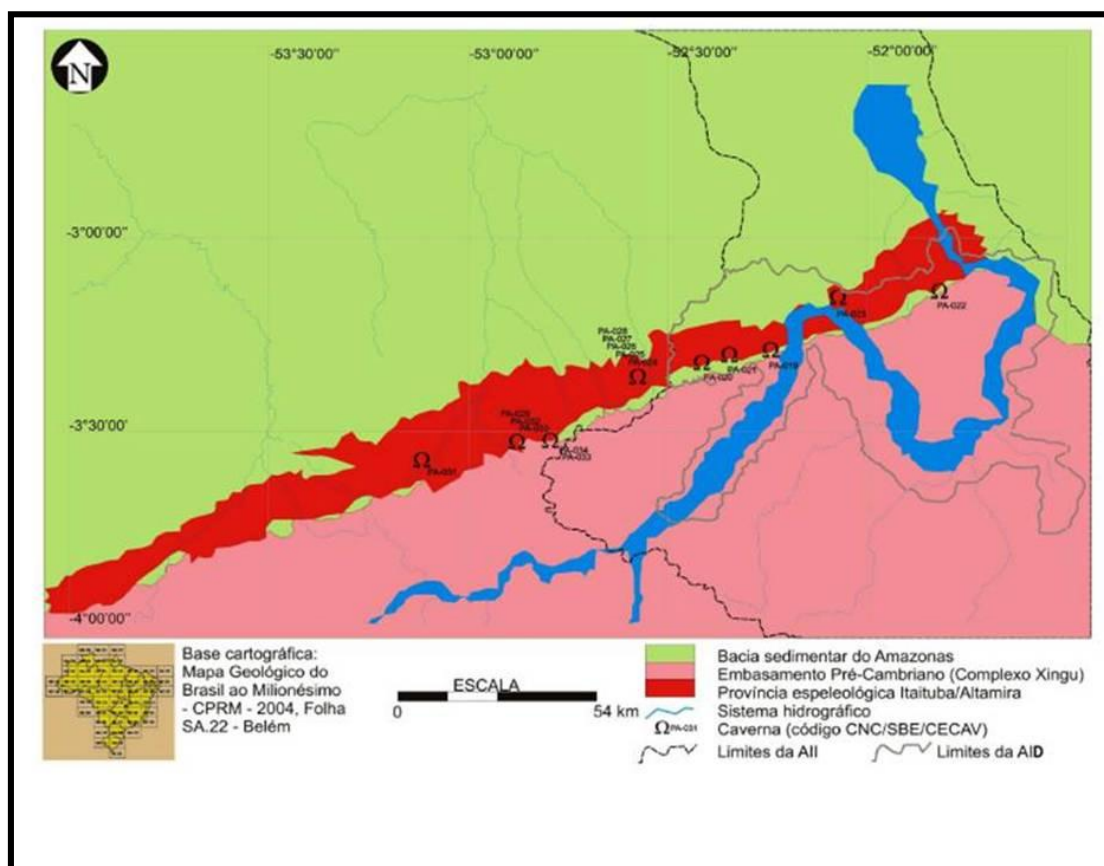
A partir do mapa geológico apresentado por Baptista (1998; p. 9) que enfatiza o setor onde ocorreu o assentamento urbano de Altamira podemos destacar a seguinte seqüência estratigráfica. Embasamento Pré-cambriano (PÉgn) com ocorrência de granitos, granodioritos e gnaisses migmatizados com pequenos afloramentos, recoberto por seqüência sedimentar paleozóica.

O Paleozóico é marcada por litotípos que compõem a Formação Trombetas (Stb) da idade siluriana e compostos por uma seqüência de arenitos caulíníticos em parte silissificados, geralmente correspondendo aos folhelhos pretos que se assentam sobre a Formação Maecuru (Dmc). Ainda no Paleozoico, no Devoniano Inferior, encontram os constituintes litológicos da Formação Maecuru (Dmc) com presença de arenitos Finos e conglomeráticos, em alguns locais maciços com folhelhos subordinados. Esta formação também aflora na área e seu contato com a Formação Trombetas e bem notável, arenitos acima de Folhelho. Estratigraficamente posiciona-se entre a Formação Trombetas (Stb) e Ererê.

No Devoniano Médio, a Formação Ererê (Der) é composta por intercalações rítmicas de siltitos e folhelhos, arenitos finos e grossos com estratificação cruzada e folhelho cinza médio a escuro. Esta formação sobrepõe-se a Formação Maecuru (Dec) e encontra-se subjacente a Formação Curuá (Dco).

Estas formações acima citadas compreendem uma importante província espeleológica Altamira e Itaituba, que compreende a borda sul da bacia sedimentar do Amazonas, entre os rios Xingu e Tapajós (Figura 17). Essa província ocupa a porção sul do Planalto Rebaixado do Amazonas, próximo de seu limite com os domínios da Depressão Periférica do Sul do Pará.

Figura 17: Província espeleológica Altamira – Itaituba



Fonte: Estudo de Impacto Ambiental UHBM (2009)

Completando a seqüência no Dervoniano Superior, Formação Curuá (Dco) posicionando-se estratigraficamente sobre sedimentos do Ererê (Der). O conjunto litológico dessa formação é representado por folhelhos, argilitos (pouco freqüentes), e raríssima presença de siltitos.

Recobrando as unidades pré-existentes estão Formação Alter do Chão caracterizada por sedimentos terrígenos. Esta formação é composta essencialmente por argilitos e Arenitose conglomerados (seixos de quartzo, quatzito, argilitos) mal selecionados de idade cretácia-terciária.

Intrusões de idade Mesozóica sendo denominadas de Diabásio Penetecaua (Jkp), tem rochas posicionadas estratigraficamente acima do pacote paleozóico e abaixo dos sedimentos que constituem Formação Alter do Chão (Tac) isto é, no intervalo juro-cretáceo. Por fim, sedimentos recentes (Qa) que são encontrados depositados de maneira discordante sobre as mais variadas unidades estratigráficas. Ocorrem essencialmente

margeando os cursos d'água. Os aluviões ao longo do Xingu são constituídos de areia de granulação média, com cores claras, grãos subarredondados e mal selecionados. O registro sedimentar também é um reflexo de variações eustáticas do nível do mar, à exemplo, das Formações Maecuru e Ererê.

Alguns autores ressaltam em seus trabalhos a separação das placas Africana e Sul Americana gerou distensões de direção E-W. Fraturas de direção N-S resultariam na formação de diques e soleiras de diabásio. Após a atuação dos esforços, foram depositados os sedimentos da seqüência mesozóico-cenozóica dentre os quais os das formações Alter do Chão (arenitos grossos, variegados e conglomerados) (CUNHA, MELO e SILVA, 2007; PERICO, 2010, SOARES JÚNIOR et al. 2011; p.673).

No que se refere à Formação Alter do Chão algumas discussões envolvem a origem e idade dos sedimentos. O trabalho de Rossetti e Neto (2006) com base em estudos faciológicos e iconológicos de afloramentos no Rio Amazonas, próximos a confluência com o Rio Negro em Manaus, atribui a influência marinha no Cretáceo (até então sua gênese era relacionada com ambiente flúvio-deltaico-lacustre²⁹) e discutem a atuação de um sistema deltaico que progradiu para leste ou sudeste, em conexão com ambiente marinho em sedimentos da Formação Alter do Chão, de suposta idade cretácea (Quadro 16 e Figura 18).

Quanto à idade dos sedimentos Caputo (2011; p. 16) afirma que a suposta discordância, entre Cenozóico e Cretáceo deve-se a uma descontinuidade intracenozóica resultante do recobrimento da Formação Solimões sobre a Formação Alter do Chão foram redatados e nomeados Diastrofismo Manaus de idade neocretácea e Diastrofismo Xingu,

²⁹MENDES, A. C., TRUCKENBROD, W. & NOGUEIRA, A. C. R. . **Análise faciológica da Formação Alter do Chão (Cretáceo, Bacia do Amazonas), próximo à cidade de Óbidos, Pará, Brasil.** Revista Brasileira de Geociências 42(1), março de 2012; p. 39-57. Arquivo digital disponível on-line no site www.sbgeo.org.br apontam os trabalhos que antecederam a pesquisa de Rossetti & Neto (2006) que atribuem a origem Flúvio-deltaico-lagunar a formação Alter do Chão são as contribuições de: 1) Dino R., Silva O.B., Abrahão D. Palynological and stratigraphic characterization of the Cretaceous strata from the Alter do Chão Formation, Amazonas basin. In: UNESP, Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil and Simpósio sobre el Cretácico de América del Sur, 5, *Anais*, 1999. p. 557-565; 2) Cunha F.M.B., Gonzaga F.G., Coutinho L.F.C. Feijó F.J.. Bacia do Amazonas. *Bol. Geoc. Petrob.*, 8:1994, 47-55p. . 3) Nogueira A.C.R., Vieira L.C., Suguio K.. Paleossolos da Formação Alter do Chão, Cretáceo-Terciário da bacia do Amazonas, regiões de Presidente Figueiredo e Manaus. In: UNESP, Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil and Simpósio sobre el Cretácico de América Del Sur, 5, *Anais*, 1999, p. 261-266.

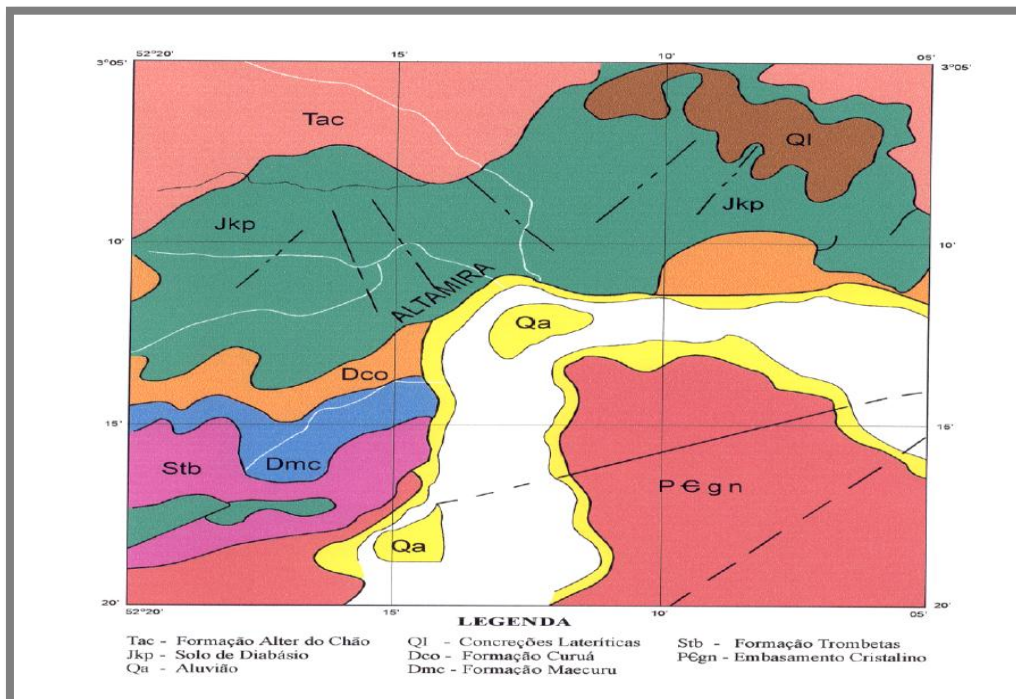
de idade cenozóica que juntos com o Diastrofismo Juruá (Mesojurássico-Eocretáceo) constituem os eventos tectônicos mais evidentes na bacia.

Quadro 16: Coluna crono –estratigrafica

ERATEMA	SISTEMA	SÉRIE	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
Cenozóico	Quaternário	Holoceno	Aluvião	Argilas, Siltos, Areias e Cascalhos
	Terciário	Plioceno a Paleoceno	Alter do Chão	Arenitos finos a grosseiros, siltos e argilitos caulínicos de coloração variegada, mal consolidados, horizontes conglomeráticos.
Mesozóico	Cretáceo	Superior		
		Inferior	Diabásio Penetecaua	Diques e soleiras do diabásio, geralmente uralizadas
	Jurássico			
Paleozóico	Devoniano	Superior	Curuá	Arenitos finos e claros, folhelhos pretos micromicáceos, diamictitos, predominam os folhelhos
		Médio	Ereré	Predominantemente siltos maciços a laminados, arenitos claros e níveis de folhelhos e argilitos subordinados.
		Inferior	Maecuru	Arenitos finos e conglomeráticos, maciços a estratificados, duros a friáveis. Siltos e Folhelhos subordinados
	Siluriano	Inferior	Trombetas	Folhelhos de cinza a preto, sulfetados. Intercalações de folhelhos, arenitos e siltos. Diamictitos e conglomerados
Pré Cambriano		Médio a Superior	Complexo Xingu	Granitóides metassomáticos. Granulitos e Diatexitos com enclaves Anfibolíticos. Diques e soleiras de granito óptico associados.

Fonte: Modificado de BAPTISTA (1998) da área de estudo

Figura 18: Representação cartográfica da geologia de Altamira, Estado do Pará.



Fonte: Adaptado Baptista (1998)

Outra informação relevante, a área de estudo é o seu potencial hidrogeológico, da região de acordo com os estudos apresentados no EIA da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, a área impactada pelo projeto abrange seis domínios hidrogeológicos. Entretanto, daremos ênfase aos domínios que abrangem o recorte espacial da pesquisa, que corresponde à área urbana: Domínio 1: *Formações cenozóicas (Aqüífero Poroso)* e Domínio 5: *Domínio Vulcânicas (Aqüífero Fissural)* (Figura 19).

Domínio 1: Formações Cenozóicas (Aqüífero Poroso)

As formações cenozóicas são definidas como pacotes de rochas sedimentares de naturezas e espessuras diversas que recobrem as rochas mais antigas. Em termos hidrogeológicos, tem um comportamento de aqüífero poroso, caracterizado por possuir uma porosidade primária, e, nos terrenos arenosos, uma elevada permeabilidade. A depender da espessura e da razão areia/argila, essas unidades podem produzir vazões significativas nos poços tubulares, sendo, contudo, bastante comum que os poços localizados neste domínio captem água dos aqüíferos subjacentes. Este domínio está representado por depósitos relacionados temporalmente ao Quaternário e Terciário, representados na AID e na AII do AHE Belo Monte por aluviões.

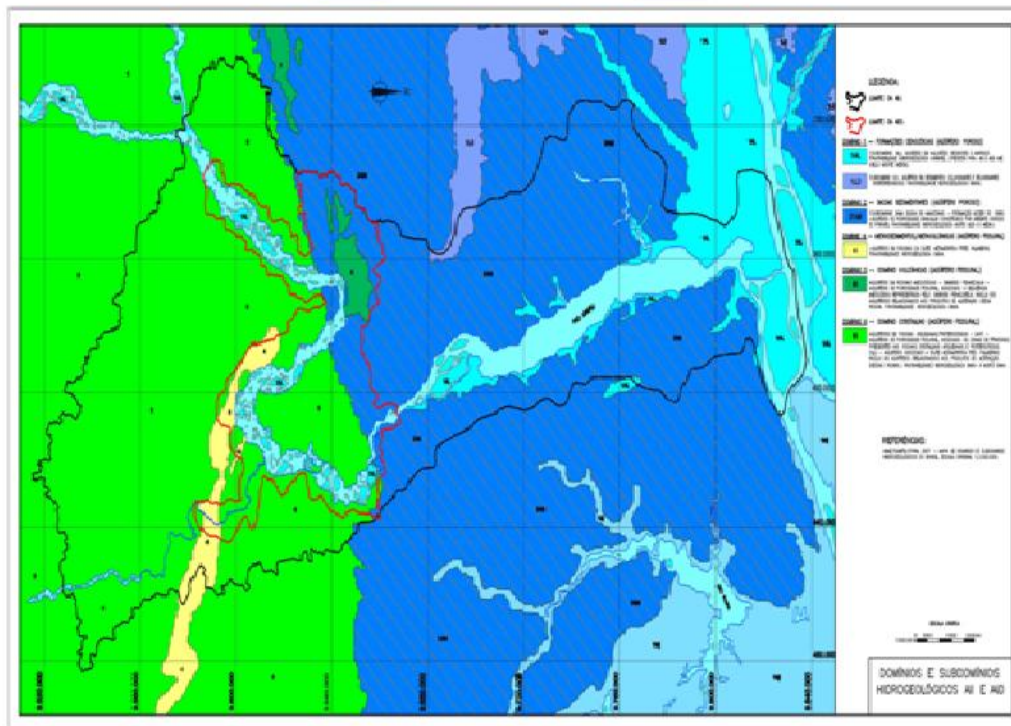
Outros dois subdomínios aparecem dentro deste domínio e, o primeiro 1A1, que corresponde aos aluviões recentes e antigos, quaternários, com favorabilidade hidrogeológica variável, no geral estreitos e/ou de pequena espessura. Litologicamente são representados por areias, cascalhos e argila com matéria orgânica, e aparecem em ilhas e relacionados às planícies do igarapé Ambé e Panelas apresenta largura da ordem de 1,0 km ou até mais, espessuras freqüentes da ordem de 3 a 5 m e às vezes atingindo até 15 m, onde se espera uma favorabilidade hidrogeológica média. Junto à foz do rio Xingu, na planície do rio Amazonas.

Domínio 5: Domínio Vulcânicas (Aqüífero Fissural)

Este domínio reúne rochas vulcânicas e metavulcânicas de baixo grau metamórfico, de natureza ácida a básica, com comportamento tipicamente fissural (porosidade fissural de fendas e fraturas). Estas seqüências rochosas tendem a apresentar anisotropia, com uma estruturação acentuada, o que facilita o desenvolvimento da porosidade secundária, além da porosidade primária relacionada a estruturas vesiculares, associadas principalmente a derrames básicos. Espera-se, portanto, neste tipo de domínio,

uma maior favorabilidade ao acúmulo de água subterrânea do que no domínio dos metassedimentos/metavulcânicas. Nas áreas da AII e da AID do AHE Belo Monte, o domínio 5 é representado pela unidade Diabásio Penatecaua, do Mesozóico. Apresenta favorabilidade hidrogeológica baixa.

Figura 19: Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos AII e AID AHE Belo Monte.



Fonte: Estudo de Impacto Ambiental UHBM³⁰ (2009).

³⁰ ELETRONORTE. Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte: Estudo de Impacto Ambiental. Brasília: Centrais Elétricas do Norte do Brasil (ELETRONORTE), 2009.

2.3- Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu

Na bacia Hidrográfica do Rio Xingu foram definidas onze Províncias geomorfológicas de acordo com os levantamentos do Projeto RADAM (BRASIL, 1974) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) por meio do artigo origem das paisagens de autoria de Dantas e Teixeira (2013). O predomínio de áreas de Planalto e Depressões contribui para o predomínio de processos de dissecação na bacia hidrográfica do Xingu, entretanto, no Estado do Pará destaca-se a importância da Planície Amazônica e dos processos de acumulação (Figura 20a e 20b).

Serras e Chapadas do Cachimbo;
Faixa Serrana de Paranatinga;
Planalto do Roncador;
Planalto Centro Oeste de Mato Grosso;
Planaltos Rebaixados Modelados em Formação Paleozóicas;
Relevos Residuais de Serra Formosa;
Depressão Periférica de Paranatinga;
Planaltos Dissecados do Sul do Pará;
Depressão Periférica do Sul do Pará;
Planalto Rebaixado da Amazônia;
Planície do Xingu;

Das unidades importantes do médio Xingu, no entorno de Altamira destaca-se: a) Depressão Periférica do Sul do Pará; b) Planalto Dissecado do Sul do Pará c) Planalto Rebaixado da Amazônia e d) Planície do Xingu (Figura 20a e 20b).

a) Depressão Periférica do Sul do Pará

Abrange as Folhas de Ilha Grande do Iriri, Altamira e Tucuruí. Faz parte da faixa de *circundesnudação* resultante de processos erosivos pós- pliocênicos na periferia das bacias paleozóicas do Piauí- Maranhão e do Amazonas. A dissecação fluvial no *pediplano* originou vales pouco encaixados em grandes áreas, dando origem a relevo do tipo colinas de topo aplainado onde se observa a presença de *Inselbergs* geralmente remodelados por morfogênese úmida. Este nível de colinas de topo aplainado, geralmente elaboradas em rochas pré- cambrianas, estende-se até o “front” dissimulado, desdobrado e descontínuo de um relevo “cuesta”. Apresenta ainda um

nível de colina muito alto com drenagem encaixada elaboradas em rochas pré-cambriana (BRASIL, 1974).

Figura 20a: Processos geomorfológicos que predominam na bacia hidrográfica do Rio Xingu.

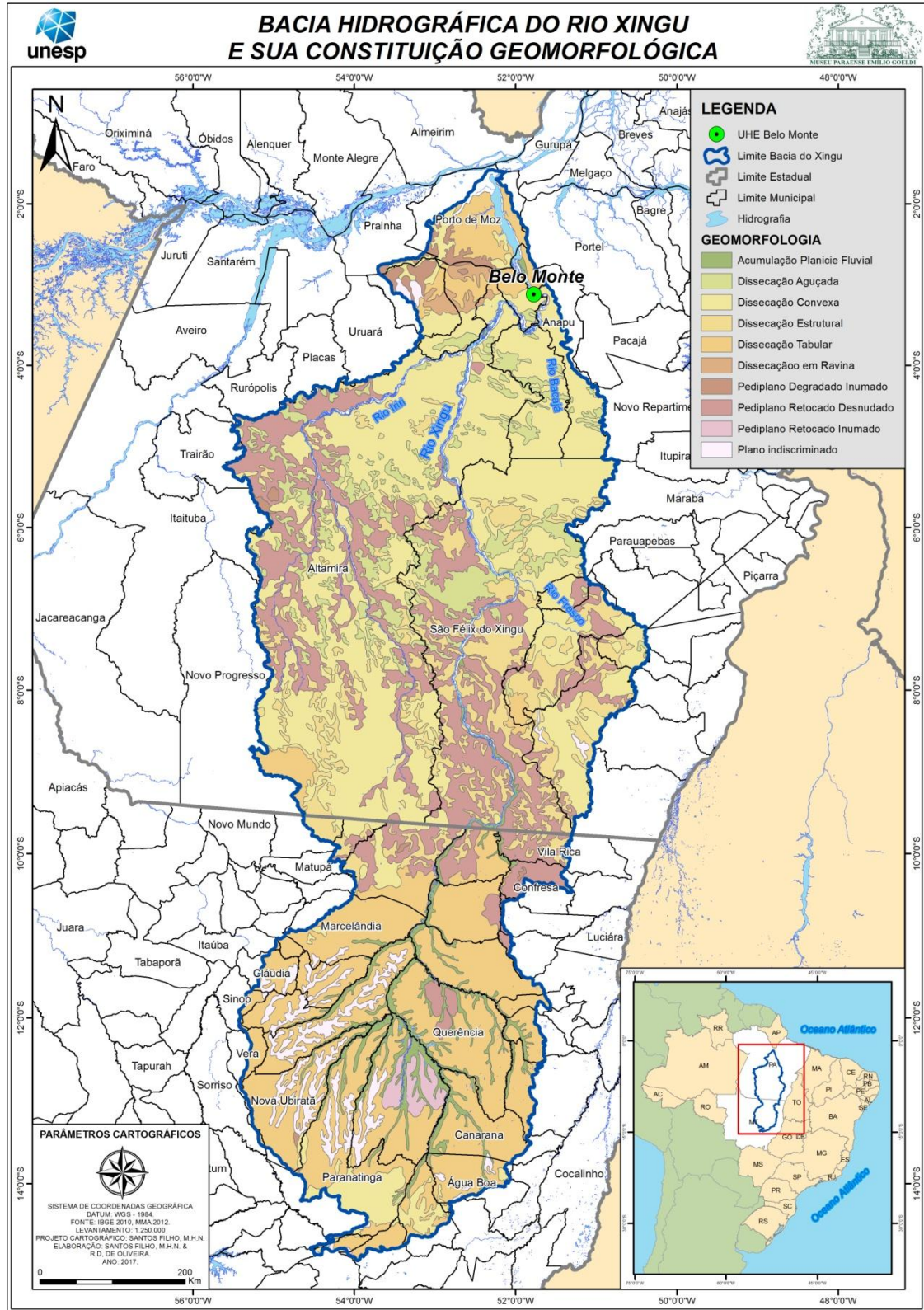
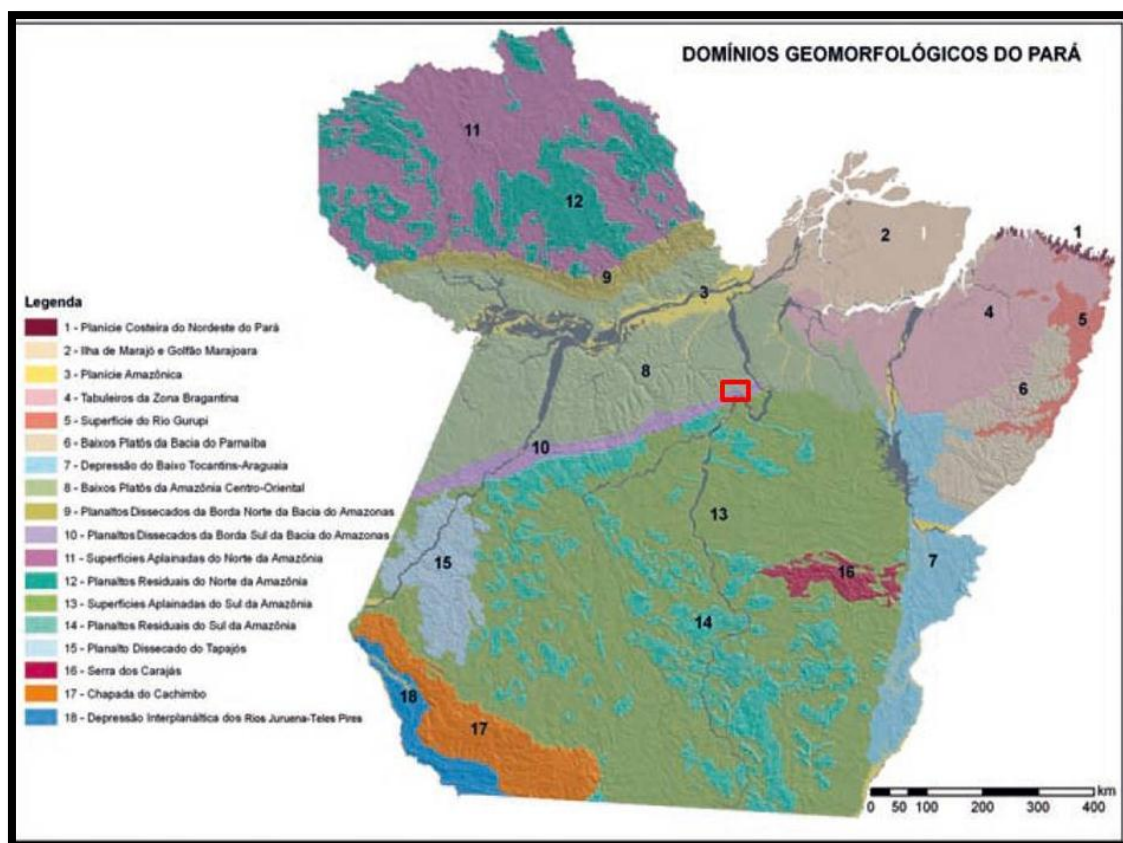


Figura 20b: Domínios geomorfológicos do Estado do Pará na área de estudo.



Fonte: Modificado de Dantas e Teixeira (2013)

A Depressão Periférica do Sul do Pará (BOAVENTURA, 1974) pode ser também denominada de *Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia* ou *Depressão da Amazônia Meridional* (IBGE³¹, 1995), essa unidade se estende pelo estado do Mato Grosso. Em meio a esse amplo domínio geomorfológico ressalta-se um conjunto de planaltos e serras isoladas que consiste nos Planaltos Dissecados do Sul da Amazônia (DANTAS e TEXEIRA, 2013; p.43).

Essas superfícies aplainadas são áreas arrasadas por prolongados eventos de erosão generalizada, conjugados com notável estabilidade tectônica em escala regional durante grande parte do Cenozóico, e possuem cotas que variam entre 100 e 400 m que se elevam progressivamente de norte para sul.

³¹IBGE. **Mapa geomorfológico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. Escala 1:5.000.000

Esse domínio geomorfológico apresenta um notório predomínio de superfícies aplainadas. Apenas no interflúvio Xingu-Tapajós a ampla superfície de aplainamento encontra-se dissecada e um relevo colinoso.

Destaca-se, ainda, significativo número de feições residuais em meio às superfícies aplainadas, tais como agrupamentos de *inselbergs*, pequenas cristas, *hogbacks* ou baixos alinhamentos de morrotes. Toda a rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico a subdendrítico e converge em sentido aproximado sul-norte desde a divisa com o Mato Grosso até a calha do rio Amazonas, primordialmente sobre as bacias dos rios Tapajós e Xingu-Iriri.

O substrato rochoso que aflora sobre as superfícies aplainadas é muito diversificado e compreende rochas metamórficas, tais como os ortognaisses do Complexo Xingu, assim como paragnaisses, granulitos, tonalitos, trondhjemitos e granodioritos (série TTG). Afloram também em vastas áreas as rochas vulcânicas ácidas do Grupo Iriri (riolitos e dacitos) e rochas graníticas dos grupos Parauari e Creporizão.

b) Planalto Dissecado do Sul do Pará

De acordo com Dantas e Teixeira (2013) podem ser denominados de Planaltos Dissecados da Borda Sul da Bacia do Amazonas ou Patamares Meridionais da Borda da Bacia do Amazonas (IBGE, 1995). Consistem em um extenso alinhamento de planaltos dissecados em cotas mais baixas que seus correlatos da Borda Norte da Bacia do Amazonas. Esses planaltos dissecados abrangem amplo conjunto de rochas sedimentares de distintas formações da seqüência estratigráfica basal a intermediária de idade paleozóica da Bacia Sedimentar do Amazonas, variando entre o Ordoviciano e o Carbonífero.

Assim, os terrenos mais elevados, caracterizados como planaltos dissecados, estão embasados em arenitos, diamictitos e conglomerados resistentes de idade ordoviciano a devoniana das formações Trombetas, Lontra e Curuá. Frequentemente, rochas vulcânicas representadas por diabásios de idade jurássica da Formação Penatecaua também geram relevos positivos. Esses terrenos estão alçados em cotas modestas entre 200 e 400 m. O rio Xingu e Tapajós cortam essa unidade em direção ao rio Amazonas. O sítio de implantação da Hidrelétrica de Belo Monte está situado nessa unidade.

Sobre os afloramentos do Diabásio Penatecaua desenvolvem-se, em manchas restritas, solos de boa fertilidade natural: os Nitossolos Vermelhos Eutróficos.

Os terrenos representados pelos Planaltos Dissecados da Borda Sul da Bacia do Amazonas estão, em grande parte, desprovidos de sua cobertura florestal devido ao avanço da fronteira agrícola desde as primeiras agrovilas implantadas a partir da década de 1970, impulsionadas pelo vetor de penetração representado pela Rodovia BR-230 (Transamazônica), que atravessa, longitudinalmente, essa unidade. Dentre as principais cidades: Altamira, Medicilândia e Uruará.

c) **Planalto Rebaixado da Amazônia**

Apresenta outras denominações de acordo com as observações de Dantas e Texeira, (2013) como Baixos Platôs da Amazônia Centro- -Oriental ou Tabuleiros do Baixo Rio Amazonas (IBGE, 1995) representam extensas superfícies tabulares recobertas por Matas de Terra Firme e ocupam a porção central do Estado do Pará, correspondente à área abrangida pela Bacia Sedimentar do Amazonas.

Os baixos platôs caracterizam-se por terrenos de cotas modestas, em geral, entre 200 e 250 m, com solos espessos, pobres e bem drenados, em geral, Latossolos Amarelos. Essas extensas formas tabulares representam um conjunto de planaltos correlacionados a uma superfície de idade paleógena. Tais superfícies são sustentadas por espessos perfis lateríticos maduros, aluminoferruginosos, sendo que as couraças ferruginosas formam duras cornijas que retardam o processo de dismantelamento e destruição dos planaltos pela ação erosiva. Entretanto, em certas porções, esses platôs, embasados por rochas sedimentares cretácicas da Formação Alter do Chão, são dissecados em cotas mais baixas em um relevo de colinas tabulares ou mesmo em colinas fortemente dissecadas, em especial, nas proximidades das bordas da Bacia Sedimentar do Amazonas, por uma rede de drenagem de alta intensidade.

Os processos de franca esculturação desses baixos platôs também sugerem uma componente neotectônica, tendo em vista a configuração morfológica do baixo curso dos rios Xingu. Esse rio produz imensa ria fluvial na medida em que atravessam os baixos platôs em direção ao rio Amazonas. Tais feições foram designadas de “falésias fluviais” por Barbosa *et al.* (1974), enquanto Nascimento *et al.* (1976) sugerem a ocorrência de um gráben no baixo vale do rio Tapajós. Costa *et al.* (2001) e Bemerguy *et al.* (2002) corroboram as idéias anteriores e identificam estruturas de falhas normais no vale dos rio Xingu. Desse modo, o rebaixamento de nível de base regional em determinado período

do Neógeno e o encaixamento das modernas calhas do rio possibilitou um desmonte efetivo dos baixos platôs e de grande parte da antiga superfície paleógena.

No rio Xingu apresenta falésias com escarpamentos abruptos e a floresta chega geralmente até o rio. As faixas de praia são muito estreitas e descontínuas no sopé dos escarpamento (BRASIL, 1974).

No contexto regional, destaca-se, ainda, uma inversão de relevo entre os Baixos Platôs da Amazônia Centro- -Oriental (Cretáceo da Formação Alter do Chão), mais elevados que as Superfícies Aplainadas do Sul do Pará (Arqueano-Paleoproterozoico do Cráton Sul-Amazônico), estas inseridas na Depressão Amazônica.

Os terrenos representados pelos Baixos Platôs da Amazônia Centro-Oriental mantêm preservada, em grandeparte, sua cobertura florestal. Essa unidade apresenta grande potencial mineral para exploração de bauxita nos perfis lateríticos. As principais cidades que se situam adjacentes a essa unidade são portuárias no rio Xingu destaca-se Porto de Móz e Senador José Porfírio.

d) **Planalto Dissecado do Sul do Pará** –

Esta unidade pode ser denominada como Planaltos Residuais do Sul da Amazônia englobando as denominações Planaltos Residuais do Sul da Amazônia e Serras do Sul do Pará, (IBGE, 1995) exibem um diversificado conjunto de padrões de relevo composto por alinhamentos serranos imponentes, com aspecto montanhoso, agrupamentos de morros e serras baixas e um conjunto de platôs isolados dispostos em distintos arranjos litoestruturais, imersos em meio às vastas Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia. Abrange área do Sul do Pará, sendo uma vasta área toda pontilhada por intrusões graníticas do Pré - cambriano que determinam formas de relevo em morro de topos convexos com distribuição descontínua.

e) **Planície Amazônica**

É a faixa nas duas margens do amazonas alargando-se na região da foz com inúmeras ilhas. Têm características bem distintas não comparáveis a nenhuma outra área de planície no que diz respeito a particularidades e diversidade de feições que apresenta. Um emaranhado de feições que apresenta um emaranhado de canais recentes e paleocanais. Furos, igarapés, Paranás, meandros abandonados, lagos marca um complexo em evolução atual (BRASIL, 1974). A unidade geomorfológica Planície Amazônica é

representada por espriadas planícies de inundação que ocorrem junto à calha do rio Amazonas e de seus grandes afluentes do rio Amazonas a exemplo do rio Xingu, por sua vez, não apresentam expressivas zonas de sedimentação fluvial nos fundos de vales.

Dantas e Teixeira (2013) a Planície Amazônica consiste de sedimentos fluviais de idade holocênica e, apresenta notável diversidade de formas de relevo, destacando-se planícies de inundação prolongadamente inundáveis (recobertas por matas de igapó), a sazonalmente inundáveis (recobertas por matas de várzea); um complexo sistema de drenagem repleto de igarapés, furos e paranás, típico de rios com padrão *anabanching*, geração de lagos de grandes dimensões, via de regra, interconectados com o regime hidrológico do rio Amazonas; vales fluviais afogados em forma de rias; inúmeras formas deposicionais, tais como: barras de pontal; esporões ou flechas arenosas; planícies de decantação fluviolacustres, diques marginais. Tantos os esporões fluviais quanto os diques marginais, por diversas vezes, isolam lagos fluviais.

As planícies que margeiam os rios de água clara como as do Xingu apresentam pouca sedimentação aluvial, decorrente de baixa carga de sedimentos em suspensão e também de baixa concentração de sesquióxidos de ferro. Outro aspecto importante comum na Amazônia esta associado à ocupação das planícies e terraços por cidades ribeirinhas podem levar inclusive a riscos geológicos e hidrológicos.

2.4 - Hidrologia e Hidrografia da bacia Hidrográfica do Xingu.

O rio Xingu é um importante Rio no Estado do Mato Grosso e no Estado do Pará. De acordo com os primeiros Estudos de viabilidade de aproveitamento hidroelétrico, quantificou-se a área da bacia com aproximadamente 509. 000 Km² (ELETRONORTE, 1980). Entretanto, de acordo com o Instituto Socioambiental a área da bacia é de aproximadamente 511.000 Km², que equivale praticamente ao dobro do Estado de São Paulo (ISA, 2006; p. 8).

A rede de drenagem está disposta no sentido sul-norte, desde a Região Centro-Oeste até a região Norte do Brasil conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Esta bacia delimita-se entre os paralelos 1° e 15° de Latitude Sul e os Meridianos 50° e 56° de longitude Oeste. Esta limitada, pela bacia hidrográfica do rio Tapajós, a oeste e, a leste, pela bacia dos rios Araguaia – Tocantins. As cabeceiras dos formadores do rio Xingu e seus principais afluentes encontram-se no setor norte do Estado

de Mato Grosso, nos terrenos mais elevados situados ao sul dos divisores da Chapada dos Parecis (ELETRONORTE, 1980; ARCADIS TETRPLAN, 2009).

Na porção meridional da bacia os cursos d'água possuem baixas declividades, percorrendo extensa planície, com trajetos sinuosos e formando lagoas e braços mortos. A declividade do Rio Xingu acentua-se na chamada Volta Grande do Xingu, entre Altamira e Belo Monte, alcançando 0,53 m/Km (ELETRONORTE, 1980; p. 2.3).

Sobre a fluviometria³² do rio Xingu, a Eletronorte (1980) descreve uma característica muito importante sobre a análise das inundações, em que indica que a bacia do Xingu apresenta um comportamento complexo, no sentido da heterogeneidade de sua descarga. Ao analisar o posto Belo Horizonte, Altamira e São Felix do Xingu observaram que o deflúvio segue leis distintas para períodos de enchentes e vazantes.

Do ponto de vista de seu potencial hídrico, as maiores contribuições são oriundas do rio Iriri e seu formador Curuá, com 26 l/s/Km², seguido do Rio fresco com 23 l/s/Km², em Altamira o Xingu apresenta uma contribuição média de 16 l/s/Km², considerada uma contribuição relativamente alta quando comparada a outras grandes bacias.

Foi realizada uma caracterização geral sobre o regime hidrológico do Rio Xingu nos Estudos de Impactos Ambientais³³ (BRASIL, 2009; p. 17) referente ao posto Altamira, da Área de Influência Direta com base nas séries cotas/vazões (Tabela 01).

³² O comportamento complexo do rio Xingu. Na porção meridional os rios correm em secções pouco encaixadas, aparecendo assim desníveis localizados nos trechos de montante, com desenvolvimento gradual observa-se presença de meandros e lagoas nas margens. No médio Xingu comportamento diferenciado no médio superior e inferior. No superior a altura do São Felix do Xingu, topografia acentuada, presença de corredeiras, formando vários braços e ilhas e grande variação de ilhas. No médio Inferior, ao qual esta inserida nossa área de estudo, em que recebe o rio Iriri, os efeitos da retenção dos deflúvios nas baixadas adjacentes são mais acentuadas, causando atenuação das descargas na época das enchentes, e acréscimos nas descargas na vazante (ELETRONORTE. Estudos de inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu: Estudos Hidrometeorológicos. 1980. Volume p.2.3).

³³ BRASIL, ELETROBRAS. Estudo de Impacto Ambiental: Áreas De Influência Direta E Diretamente Afetada Do Meio Físico. 2009. 471p.

Tabela 01: Características do Regime Hidrológico do Posto de Altamira com base nas séries históricas de vazão.

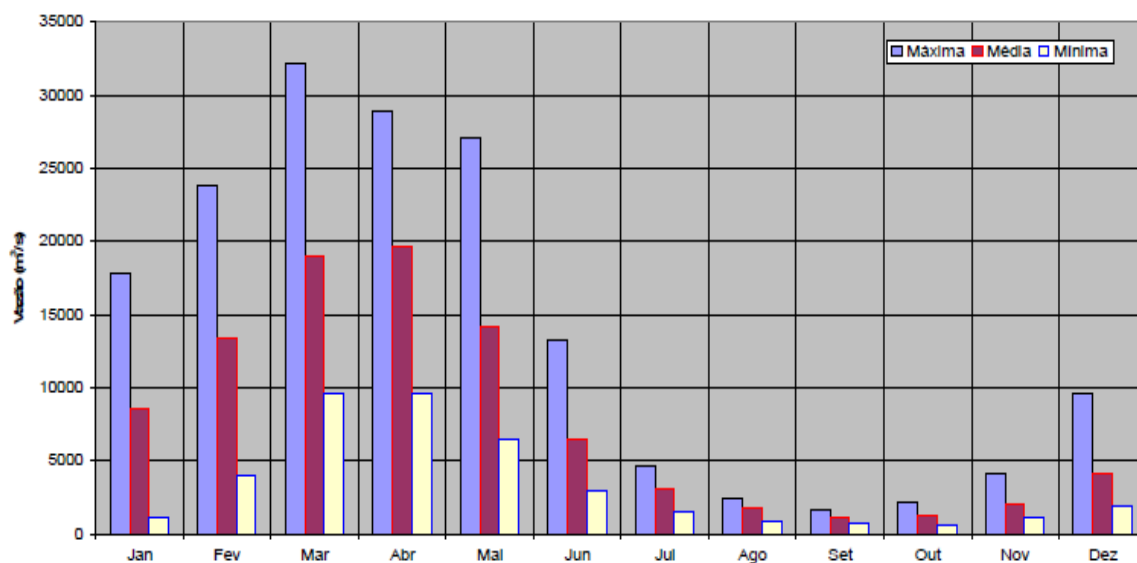
CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
Vazão Máxima Diária Observada:	32.330 m ³ /s (17/03/1980), série diária da ANA
Vazão Média de Longo Tempo:	7.851 m ³ /s , série diária da ANA
Cheia média anual	23.414 m ³ /s
Vazão média das mínimas anuais	1.017 m ³ /s
Menor vazão observada	20/09/2003 com 365 m ³ /s, série diária da ANA;
Em 90% do tempo as vazões são superiores	1.193 m ³ /s
A vazão Q 7;10 (média móvel de 7 dias para 10 anos de período de retorno)	É igual a 654 m ³ /s;
Distância das cabeceiras até o posto	1.439 km;
Níveis de variação no posto (níveis de vazões extremas)	8,86 a 2,00 m

Fonte: Eletrobrás. Estudos de Impactos Ambientais. 2009. Diagnóstico da AID e ADA do Meio Físico.

Em algumas pesquisas já se comprovava a grande variabilidade das vazões das médias mensais. Observando-se que os meses de março e abril, apresentam as máximas vazões, e os meses de setembro e outubro, apresentam as mínimas vazões (Figura 21a). Melo, Rolim e Rocha (2004) afirmam que a amplitude fluviométrica multianual na estação de Altamira alcançou 6,80 m, onde foram observados no mês de março de 1980 o nível máximo de 8,86 m e em outubro de 1969 o nível mínimo de 2,06 m (Figura 21b). Quanto ao período de cheias, ocorrem geralmente no quadrimestre de Fevereiro a Maio e o período de estiagem no quadrimestre de agosto a novembro.

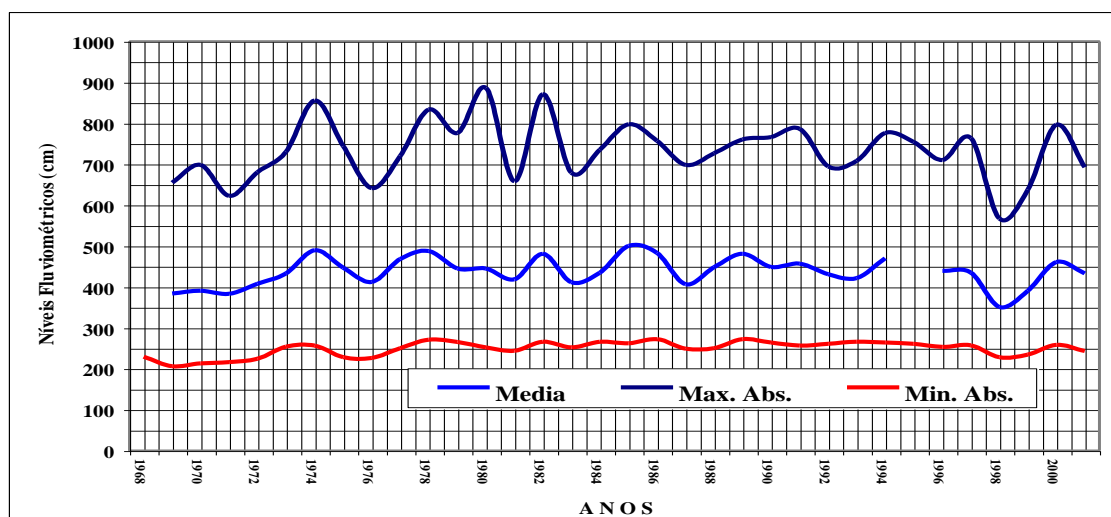
A bacia do Xingu é formada por sub bacias, que no Estudo de Impacto Ambiental (2009) são denominadas de “*pequenas bacias*” com vazões estimadas, uma vez que ainda não existiam postos com Estações fluviométricas instaladas nos mesmos, exceto Bacajá.

Figura 21a: Sazonalidade das vazões médias mensais do posto Altamira.



Fonte: Eletrobrás. Estudos de Impactos Ambientais. Diagnóstico da AID e ADA do Meio Físico (2009).

Figura 21b: Fluviograma Anual do Rio XINGU no Posto Fluviométrico de ALTAMIRA – 18850000 (1968-2004).



Fonte: Adaptado de Melo, Rolim e Rocha (2004)

Os dados preliminares sobre os pequenos cursos foram: a) Bacajá que drena uma área de 2.555 Km², vazão máxima de 163,6 m³/ s, vazão média de 35,0 m³/ s e vazão mínima 0,036 m³/ s; b) Itatá que drena uma área de 1.449 Km², vazão máxima de 92,8 m³/ s, vazão média de 19,8 m³/ s e vazão mínima 0,022 m³/ s; c) Ituna que drena uma

área de 1,512 Km², vazão máxima de 96,9 m³/ s, vazão média de 20,7 m³/ s e vazão mínima 0,024 m³/ s; d) Ambé que drena uma área 222 Km², vazão máxima de 5,04 m³/ s, vazão média de 3,11 m³/ s e vazão mínima 0,013 m³/ s; e) Pannels que drena uma área 508, 8 Km², vazão máxima de 11,6 m³/ s, vazão média de 7, 12 m³/ s e vazão mínima 0,019 m³/ s e, f) Altamira que drena uma área 72,2 Km², vazão máxima de 1,64 m³/ s, vazão média de 1,01 m³/ s e vazão mínima 0,010 m³/ s (BRASIL³⁴, ELETROBRAS, 2009).

Das pequenas bacias que nos capítulos subseqüentes serão denominadas de sub bacias do Rio Xingu serão foco central da discussão três principais Ambé, Altamira e Pannels que cortam a área urbana de Altamira. O Igarapé Altamira atingirá o ápice de intervenção antrópica com a construção do Parque Ambiental do Igarapé Altamira que prevê a desapropriação de inúmeras famílias que residem na parte da planície desse igarapé de acordo com que esta proposto no Plano de Básico Ambiental (2011).

Das críticas à implantação de Usinas hidrelétricas no rio Xingu diante da especificidade hidrológica e fluviométrica em nível multiescalar e multitemporal estão às levantadas por Sevá³⁵(2005) é a que aponta um potencial hidrelétrico no Xingu uma vez que a declividade é variável ao longo do perfil longitudinal e a vazão é extremamente dinâmica em períodos úmidos e secos.

*Com base no histograma destas vazões anuais poderíamos então atribuir ao rio Xingu, em Altamira, num período de quase 70 anos, * 8.000 m³ d'água/segundo, como uma "média das vazões médias anuais". Este número não tem o menor significado físico, já que, por definição, a vazão d'água de um rio é algo definitivamente variável ao longo dos dias, dos meses, e dos anos. [.....] Isto tudo foi mensurado ou extrapolado neste pequeno intervalo de tempo de quase 70 anos passados; esta dinâmica de chuvas e vazões pode continuar valendo em curto prazo, e em linhas gerais, valeria enquanto não*

³⁴BRASIL, ELETROBRAS. Estudo de Impacto Ambiental: Áreas De Influência Direta e Diretamente Afetada Do Meio Físico. 2009 . 471p.

³⁵A simulação aqui usada foi feita usando- se o modelo Hydrolab (Cicogna e Soares Fo., 2003, FEEC, Unicamp) que foi alimentado pela base de dados do SIPOT - Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico, da Eletrobrás, sistema esse que informa os valores numéricos da vazão d'água do rio Xingu em Altamira, mensurados in loco ou extrapolados, desde o ano de 1931 até o ano de 1996. SEVÁ, O. **Dados de vazão do rio Xingu durante o período 1931- 1999; estimativas da potência, sob a hipótese de aproveitamento hidrelétrico integral:** Nota elaborada por Oswaldo Sevá, com dados do Estudo de Viabilidade de Belo Monte (2002) e de Cicogna (2003). In: SEVÁ, O. (org). **Tenotã – Mõ.** International Rivers NetWork.2005.145-149p.

houvesse nenhuma catástrofe climática...nem ocorresse a construção das barragens projetadas (SEVÁ, 2005; p.145-146).

Na caracterização do regime hidrológico, também, constou de uma classificação de ecossistemas de transição como as lagoas. De acordo com a metodologia utilizada foi possível classificar dois grupos: a) Das identificadas na baixa vazão (lagoas nos pedrais, lagoa nas planícies de inundação nas ilhas, lagoas nas planícies de inundação nas margens, lagoas na terra firme e represas e açudes na terra firme) e, b) Identificadas na média vazão (lagoas e planícies de inundação nas ilhas, lagoas na planície de inundação nas margens e represas e açudes na terra firme) (BRASIL, 2009; p.181). Entretanto, pouco foi apresentado sobre o comportamento hidrodinâmico desses ecossistemas e suas interações com o rio Xingu.

Na bacia do Xingu algumas pesquisas têm sido desenvolvidas utilizando a modelos hidrológicos para análise dos dados de vazão para série histórica. Lucas *et al* (2009; p. 321) concluiu que os modelos estocástico e determinístico aplicados para simular vazões mensais no período seco, em todas as estações da região hidrográfica do Xingu, apresentaram resultados satisfatórios, porém devem ser aplicados com cautela no período chuvoso, visto que a maior parte dos eventos extremos de precipitação e conseqüentemente vazões de pico ocorrem nesse período. Esse resultado coaduna com as críticas de Sevá (2005).

Franco *et al* (2015) demonstra a relação existente entre as cotas fluviométricas do Rio Xingu aos eventos extremos de El Niño e La Niña concluindo que o regime de cheias dar-se nos meses de março a maio, com pico máximo de 682 cm no mês de abril, e um regime de vazante nos meses de agosto a outubro, com pico mínimo de 260 cm em setembro. Os resultados das composições para anos de atuação de El Niño e La Niña evidenciaram padrões de convecção tropical anormalmente enfraquecidos e intensificados nas regiões de atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que resultaram anomalias negativas e positivas de precipitação. Nesta pesquisa, para entender o fenômeno das inundações nos interessa descrever e analisar o regime de cheia do Rio Xingu com precipitações positivas sob influencia de La Niña.

Costa *et al.* (2012; p. 420) regionalização efetuada por meio da técnica da regressão múltipla dos parâmetros *a*, *b*, *c* e *d* do modelo cúbico e *a* e *b* do modelo

exponencial. Fisicamente, tais coeficientes explicaram que existe uma variação espacial das vazões na bacia do Xingu por meio das características morfoclimáticas: área de drenagem, precipitação média anual, comprimento e desnível do rio na bacia do Xingu.

Apesar dos benefícios da análise das séries históricas de vazões e aplicação de modelos estatísticos para determinação da chamada vazão ambiental ou vazão ecológica Fumeaux (2005; p. 200) a *Índices hidrológicos*: são métodos principalmente de gabinete baseados no recorde histórico do rio, volumes e alturas hidrométricas, por exemplo, resultando como “output” um valor recomendável. Pouca ou nenhuma atenção se põe na natureza do rio ou na sua biota.

Sobre a natureza do Rio Xingu sua morfologia chama atenção pelos trechos retilíneos, meandros em forma de ferradura, paredões rochosos formando verdadeiros canyons. A rede drenagem, de forma geral, é sensível, à estrutura geológica pode revelar a atitude das camadas e a disposição dos planos de menor resistência (MAFFI, 1978; p.16). Desta forma, em estudo mais amplo sobre a ecologia dos rios da Amazônia é possível classificar o rio Xingu como um rio de águas claras, uma vez que suas nascentes estão localizadas em antigos maciços do Brasil central, que em virtude do relevo mais regular, oferece possibilidade de menor erosão embora a região seja recoberta por cerrado. Esta região é influenciada pela sazonalidade, com estação seca e chuvosa bem marcada, que pode produzir perda parcial da visibilidade do rio na estação chuvosa, uma vez que o rio transporta quantidades apreciáveis de material em suspensão, reduzindo sua visibilidade a 80 cm, por outro lado, a pronunciada estiagem, permite a identificação das águas nas cores verde-clara (SIOLI, 1985, p.35).

No que se refere hidrografia, a morfologia da rede de drenagem, um artigo clássico de Tricart (1977) discute o papel fundamental da geomorfogênese recente nos fundos de vale na Amazônia: a) o quadro estrutural, b) tectônica, c) oscilações climáticas e d) flutuações do nível de base oceânico.

Em um trabalho clássico sobre a evolução do sistema de drenagem na Amazônia Bemerguy e Costa (1991) chamam atenção à origem dos rios de foz afogada, como o Rio Xingu e o Tapajós, suas evoluções são singulares e controvertidas. A foz afogada é conhecida como “*ria fluvial*”, exibindo desproporções entre suas larguras e extensões e a dos cursos d'água que para elas fluem. No caso do rio Tapajós, prevalece à hipótese de afogamento da foz sob o ponto de vista morfoestrutural; enquanto que, o rio Xingu os

efeitos da transgressão Flandriana³⁶ são mais particularizados (BEMERGUY & COSTA, 1991, p. 84).

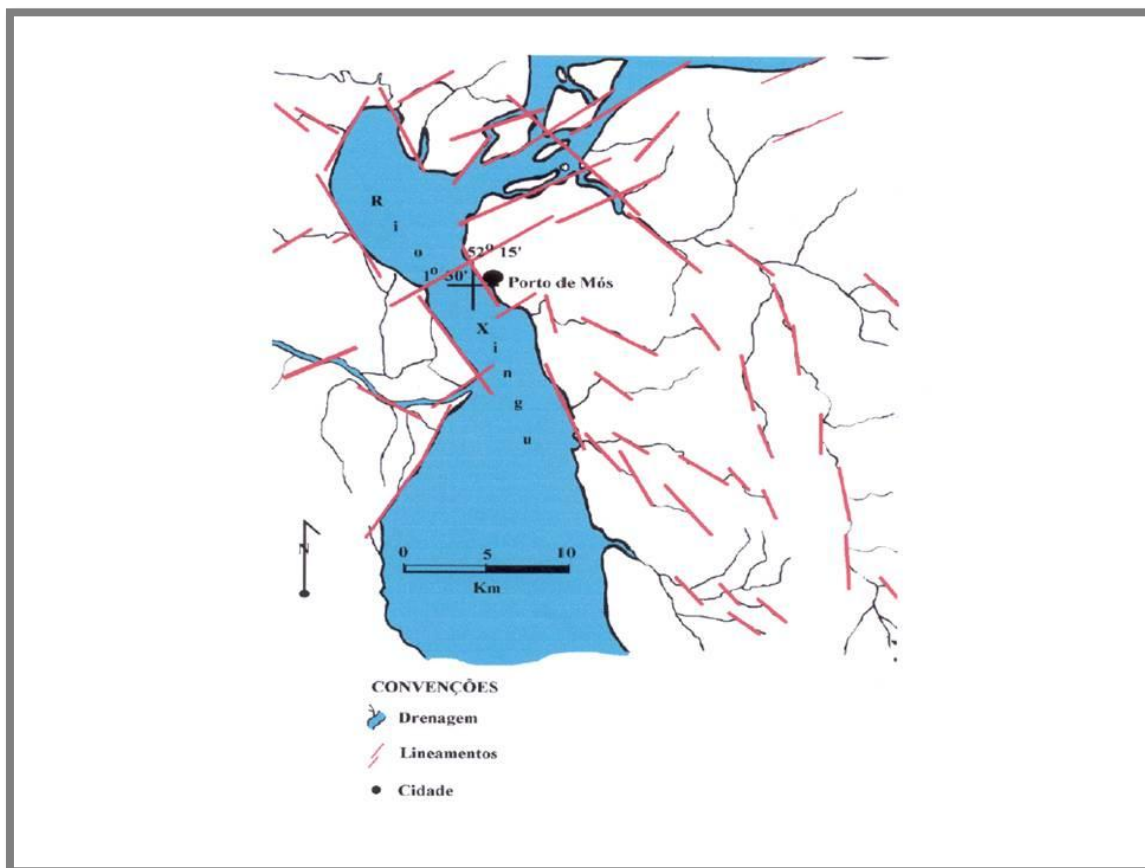
De acordo com Costa et al. (1996), a região de Altamira, Belo Monte, Vitória do Xingu até as adjacências da cidade de Porto de Moz é marcada por falhas normais de alto ângulo que controlam o baixo curso do Rio Xingu; a continuidade desse segmento para sul é seguida através de extensos trechos retos de rios de segunda ordem orientados na direção NNWSSE (COSTA *et al.* 1996; p. 31) (Figura 22).

O segmento direcional de direção NE-SW ocupa a área situada entre a cidade de Porto de Moz e a foz do Rio Amazonas, tem extensão de 350 km na região continental e é composto por vários feixes de falhas transcorrentes dextrais que se interligam através de falhas normais de direção ENE-WSW e E-W, definindo várias bacias de afastamento. A interpretação de linhas sísmicas no domínio da plataforma indica que as seqüências do Pleistoceno-Holoceno, acumuladas nos vários compartimentos transtensivos, podem alcançar espessuras da ordem de 1.000 m, refletindo taxas elevadas de movimentação ao longo desse sistema transcorrente durante o Quaternário.

De acordo com Bemerguy (1996) na ilha de Gurupá o arranjo dos canais comporta a classificação de subdendrítico, além disso, é possível identificar anomalias devidas a controle estrutural são encontrados na forma de arcos, cotovelos, meandros isolados e canais tortuosos. Os bloqueios da rede de drenagem são evidenciados pela foz do rio Xingu e nas seqüências de baías que formam o estuário do rio Pará.

³⁶Transgressão Flandriana foi um evento que teve início a quinze ou dezesseis mil anos, e até sete mil anos atrás. Em torno de 7000 anos atrás, houve uma rápida ascensão do nível do mar, interrompida por estabilizações de curta duração. Ao final do processo transgressão entre sete e dois mil anos do presente (Holoceno). Esta transgressão marca o início do presente período interglacial. O termo flandriana decorre de Flandres, que é a região norte da Bélgica, onde a referida transgressão foi pesquisada primeiramente. A transgressão flandriana teve grande importância na configuração atual das morfologias nas regiões litorâneas, desde que grande parte dos litorais corresponde a costas de submersão desde 6000 anos atrás até o presente dando origem a estuários, enseadas e baías. In: MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2002. p.32).

Figura 22: Bloqueio da foz do rio Xingu controlado por lineamentos de direção NS-SE, aqueles de direção NE-NW controlam trechos de menor largura, próximo a cidade de Porto de Moz, Outros lineamentos nas direções NW-SE, NE-SE e NNW-SSE controlam a drenagem secundária. Folha SA. 22-V-D (Gurupá).



Fonte: BEMERGUY (1996).

A autora chama atenção para mudança na largura do rio Xingu, o rio Xingu na margem direita do rio Amazonas tem 12 km e desemboca com largura de 2 km a partir do furo de Urucuricaia. Esta anomalia é devido a um lineamento de direção $N60^{\circ}E$, cujo prolongamento controla as margens das ilhas Urucuricaia, São Salvador e Gurupá (BEMERGUY, 1996; p.147) . Concluiu que a área do arco Gurupá, foi e continua sendo uma área de grande instabilidade tectônica (WANDERLEY FILHO³⁷, 1991; p.90).

³⁷De acordo com o autor o soerguimento e erosão, na região do arco de Gurupá foi provocada pela instalação do Rifte do Marajó, anterior a deposição da Formação Alter do Chão quanto pela rotação associada ao falhamento normal lístrico no Cretáceo-Terciário In: WANDERLEY FILHO, J.R. **Evolução estrutural da bacia do Amazonas e sua relação com o embasamento**. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal do Pará. Curso de Pós- graduação em Geociências. 1991. 134p.

O rio Xingu enquadra-se como um tipo de *misto*, cujo padrão geral de drenagem é pouco comum na Amazônia, ocorrência na periferia da Amazônia Central e Ocidental, contempla trechos anastomosados, rochoso e mistos e onde os escudos metamórficos brasileiros foram desnudados (TRICART, 1977; SILVA; 2012).

Silva e Rodrigues (2010) e Silva (2012) chamam atenção carência estudos detalhados sobre este tipo de rio, onde será construída a hidrelétrica de Belo Monte destacam cinco trechos morfologicamente importantes: 1. *Padrão anastomosado*, 2. *Área complexa*, afloramentos rochosos e presença de ilhas sedimentares, 3- *trecho em canais rochosos com fluxo turbulento encachoeirado*, 4 - *delta fluvial*, 5- *ria* (Figura 23).

Entre os seus afluentes no médio Xingu destacam-se os rios Bacajá, Bacajaí, Itata e Ituna localizados na margem direita da Volta Grande do Xingu (CAMARGO & GHILARDÍ JR, 2009, p. 40). A montante da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no município de Altamira, com menor magnitude destacam-se três igarapés: Altamira, Panela e Ambé.

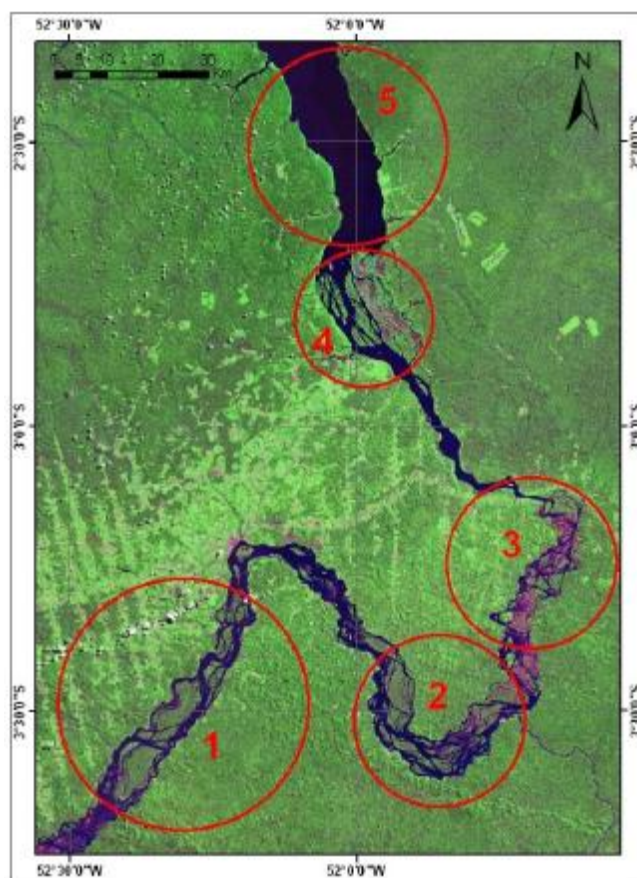
O Miranda, Miranda e Santos (1989) chamam atenção para importância ecológica do rio Bacajá³⁸ um importante afluente do rio Xingu, tributário da margem direita no médiocurso, uma unidade que será altamente impactado em habitats associados e no seu próprio canal, especialmente, pela provável função de refugio ecológico. O trecho estudado do rio Bacajá³⁹ é caracterizado por grande heterogeneidade de ambientes

³⁸O rio Bacajá drena 25.380 km², correspondendo a 5% da bacia do rio Xingu no setor denominado de Volta Grande apresenta uma extensão de 396 km, apresenta suas nascentes a uma altitude média de 95 m, e descarga suas águas no rio Xingu aproximadamente a 90 km a jusante da cidade de Altamira. Esta bacia inserida em domínio florestal, predominantemente de formação de Floresta Ombrófila Densa Submontana. Contudo, sua matriz apresenta unidades de paisagens formadas pela aglutinação das formações vegetacionais: Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Ombrófila Densa Terra Firme, Floresta Ombrófila Aberta (com Cipós e com Palmeiras) e Formações Pioneiras com Influência Fluvial (ELETROBRAS, 2009; ELETROBRAS, 2011). O rio Bacajá em 2011 foi motivou a abertura de ação civil pública pelo Ministério Público Federal em face a NORTE ENERGIA S/A (NESA), IBAMA e BNDES tem por objeto a realização dos Estudos Complementares do Rio Bacajá, ja que o Estudo de Impacto Ambiental da UHE Belo Monte omitiu tal análise ao povo Xikrin, da Terra Indígena Trincheira -Bacajá (fonte: http://www.prpa.mpf.br/news/2013/arquivos/ACP_Xikrin.pdf).

³⁹50 km de extensão a partir de sua foz no rio Xingu.

aquáticos, com uma dinâmica determinada pela sazonalidade da vazão do rio: Canal principal do rio; Remansos; Pedrais/corredeiras; Praias; Lagoas marginais; Floresta aluvial; e igarapés de médio e grande porte (ELETROBRAS, 2011; p.132).

Figura 23: Padrões de drenagem do médio Xingu: 1- padrão anastomosado, 2- área complexa, afloramentos rochosos e presença de ilhas sedimentares, 3- trecho em canais rochosos com fluxo turbulento encachoeirado, 4 delta fluvial, 5- ria.



Fonte: Modificado Silva e Rodrigues (2010).

2.5 Solos

A análise do Alto Xingu foi realizada por meio da análise ao Mapa de Solos do Estado de Mato Grosso elaborado pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN-MT, 2008) em escala 1: 250.000 na área dos rios formadores do rio Xingu predomina a Classe dos Latossolos e Argissolo (Podzólico), que são solos mais, antigos a solos, intemperizados, profundos e de baixa fertilidade (Distrófico), associado a manchas de Plintossolos (Concrecionários), Cambissolos,

Gleissolos (Glei) esta última unidade estende-se ao longo da planícies de inundação, e por fim Neossolos (Solos Litólicos) associados a trecho encachoeirado do Rio Xingu (Figura 24).

O rio Couto Magalhães importante formador do rio Xingu a presente em sua área drenada solos do tipo: Latossolo Vermelho Amarelo, Solos Concrecionários Lateríticos e Cambissolo Distófico.

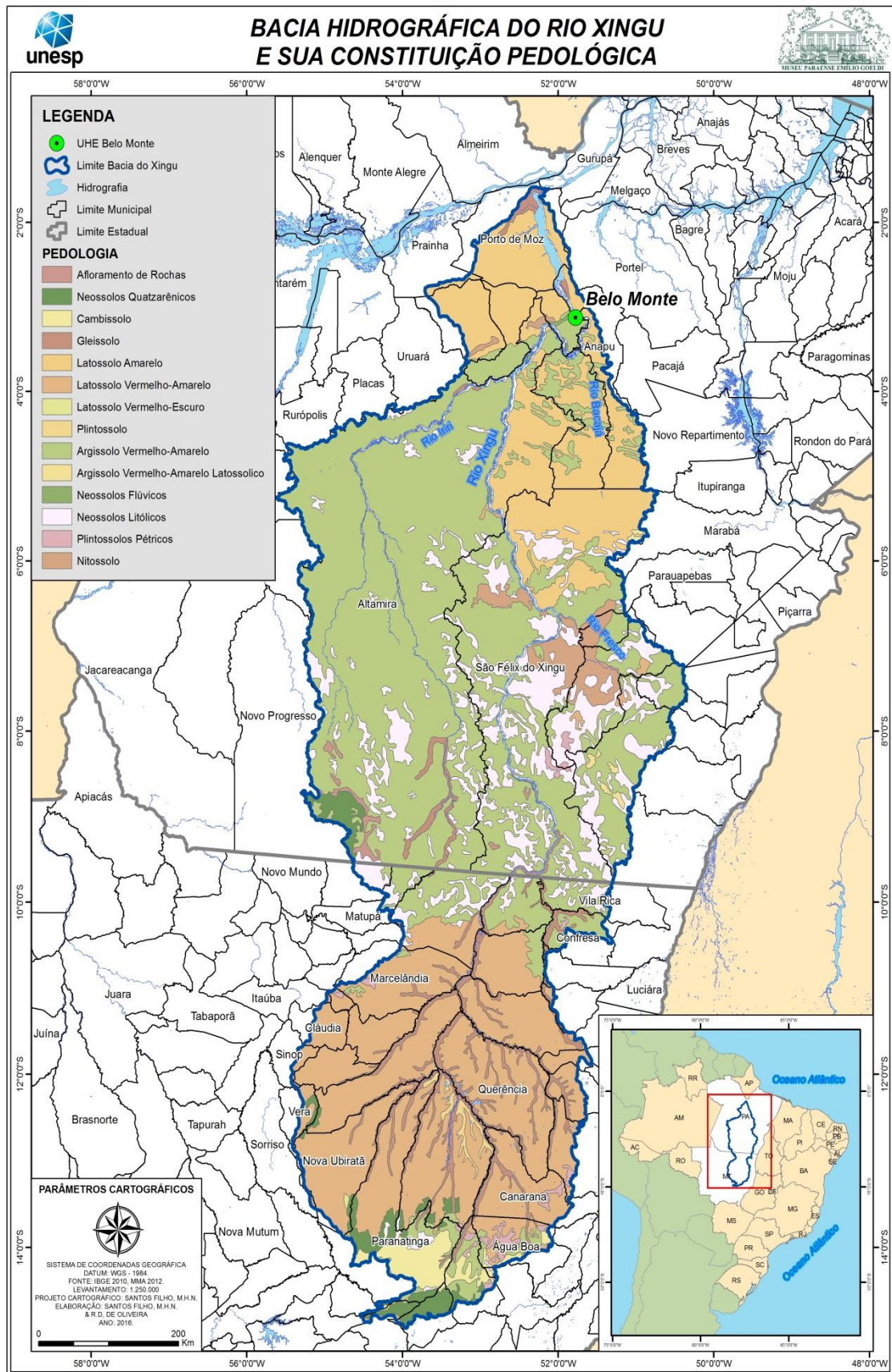
Rio Coluene apresenta área de planície de inundação, próximo a São José do Couto predominam solos do tipo Latossolo Vermelho- Amarelo Distrófico, Solos Concrecionários Latossólico Distófico e Cambissolo Distrófico.

As proximidades do Município de São José do Xingu nas bacias dos rios Preto e Capivara, Rio Manissauá-Miçu predomínio de Latossolo Vermelho Escuro Distrófico e áreas de planícies mais extensas com ocorrência de Glei Pouco Húmido Distrófico.

Pontualmente podem ocorrer solos na confluência do rio Xingu com os rios Mirrasol, Curisevo, Culuene, as adjacências da sede do município de Gaúcha do Norte e Querência, solos Plintossolo Distrófico. E próximo a sede do Município Santa Cruz do Xingu ocorrem solos Litólicos Distróficos, no trecho de afloramentos Rochosos que dão origem a chamada cachoeira *Von Martius*, próximo aos limites da fronteira do Pará como Mato grosso.

O boletim técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) em um levantamento de solos da Transamazônica, que de forma geral representa o Médio Xingu, descrevendo quatro grandes Unidades: Latossolo Amarelo textura pesada (argilosa), floresta de cipoal com castanha do Para e babaçu relevo suavemente ondulado e/ou ondulado; Latossolo Amarelo textura média floresta de cipoal com castanha do Pará e babaçu relevo suavemente ondulado e/ou ondulado; Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico classificado como Argissolo; Glei Pouco Húmido Distrófico (Gleissolo) e Terra Roxa Latossólica Eutrófica (Nitossolo) floresta de cipoal com local babaçu relevo ondulado e/ou ondulado (FALESI, 1972).

Figura 24: Representação das Unidades pedológicas da bacia do Xingu



Na região de Altamira observa-se uma diversidade de classes de solos, com variação de fertilidade e de suas propriedades físicas, como textura, variando de media a argilosa, sendo identificadas varias classes como conforme a nova classificação Brasileira de solos: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo, Nitossolos e Neossolos e Gleissolos (BRASIL, 2009b, PARÁ, 2011).

No levantamento de solos realizado pela Empresa Brasileira pelo Instituto e Pesquisa agropecuária do Norte (1973) destacou a presença das principais unidades de solo: Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico, Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, Latossolo Amarelo, Terra Roxa Estruturada Eutrófica, Podzólico Vermelho e Amarelo, Laterita Hidromorfica e solos pouco desenvolvidos como o Gley Húmico Eutrófico Húmico, Solos Litólicos e

Os Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico são solos com horizonte B latossólico, caracterizam-se, entre outros da classe Latossolo, por apresentarem cores vermelhas e vermelhas escuras no horizonte B, com matizes da ordem 2.5YR a 5YR. Distinguem-se pela alta soma de bases, muito baixa saturação com alumínio trocável e alta saturação de bases, com valores médios de 60% no horizonte A, e 60 a 70% no horizonte B. São solos de alta fertilidade natural, com material de origem proveniente da decomposição de arenitos e folhelhos do Devoniano com influência de material retrabalhado da decomposição de rochas eruptivas básicas.

Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico são solos profundos como os Latossolos Vermelho Escuro Eutrófico, porém baixa fertilidade química. Assim, são solos profundos, com seqüência de horizontes do tipo A1, B1, B21, B22 e B23 e pequena diferenciação de horizontes ao longo do perfil. São bem drenados, moderadamente ácidos, baixa saturação de bases (V em torno de 25%) e soma de bases também baixa. O horizonte A, apresenta cor bruna avermelhada escura, com matiz da ordem 5YR com valores e cromas iguais a 3; o horizonte B varia de bruno avermelhado a vermelho-amarelado, com matizes da ordem 4YR e 5YR, valores variando de 4 a 5 e cromas de 4 a 7. Nestes solos a estrutura granular no horizonte A e em blocos subangulares com aspecto de maciça porosa moderadamente coesa "in situ" no horizonte B. São solos de fertilidade natural baixa, não são aconselháveis para agricultura rotineira, sendo imprescindível a fertilização periódica.

Latossolo Amarelo Álico apresentam horizonte B latossólico, muito profundos, muitos porosos, de consistência friável quando úmidos e plástico e pegajoso quando molhados. Caracterizam-se pelos baixos valores de soma de bases trocáveis, baixa saturação com bases e alta saturação com alumínio trocável. Ocorrem, em geral, no relevo plano de topos, suave ondulado, ondulado e forte ondulado, sob vegetação de floresta equatorial subcaducifólia intermediária para subperenifólia com babaçu. Têm o seu material de origem relacionado à cobertura de natureza argilosa e argilo-arenosa sobre folhelho e arenitos do Devoniano, apresentam fertilidade natural, visto os baixos valores de bases trocáveis, soma de bases, saturação de bases e a alta saturação com alumínio trocável.

A unidade Terra Roxa Estruturada Eutrófica no novo sistema de classificação de solos da Embrapa (EMBRAPA, 2006) se enquadra na classe dos *Nitossolos*. Compreendem solos profundos, com seqüência de horizontes A1, B1t, B21t, B22t, B23t e B3, com horizonte A moderado e horizonte B textural, pequena diferenciação entre seus horizontes, saturação de bases alta, fertilidade natural boa, argiloso e muito argiloso, com argila de atividade baixa, moderadamente ácidos e praticamente neutros, cerosidade abundante e forte, valores de Ki, variando de 2 a 2.24. Os valores de fósforo assimilável são baixos, os teores de cálcio e magnésio são médios. Estes solos são bem drenados, pouco suscetíveis à erosão sob cobertura vegetal de floresta equatorial subcaducifólia/subperenifólia com babaçu.

Esta classe de solos apresenta um relevo que vai de suave ondulado a ondulado com declives variando de 3% e 17%. São formados a partir da decomposição de rochas eruptivas básicas (basaltos e diabásios). Apresentam horizonte A com espessura variando de 15 a 20 cm; de cor normalmente bruno avermelhado escuro (1.5 YR 313) quando úmido; textura argilosa; a estrutura apresenta-se como forte muito pequena a pequena granular e pequena a média blocos subangulares; quanto aos poros são muitos, variando de muito pequenos a grandes; o grau de consistência é de ligeiramente duro a duro quando seco, friável quando úmido e muito plástico e pegajoso quando molhado; a transição para o horizonte subjacente é plana e gradual.

Podzólico Vermelho Amarelo Álico correspondem no novo sistema de classificação de solos da Embrapa (2006) na classe dos *Alissolos*. Compreendem solos de perfis com seqüência de horizontes A, B e C, medianamente profundos, bem a

acentuadamente drenados, porosos, com velocidade de infiltração considerável nos horizontes superficiais e mais reduzida no horizonte B. Quanto à acidez são extremamente ácidos. Apresentam horizonte A moderado, horizonte B textural, argila de atividade baixa, saturação de bases baixa (V%), textura média, valores baixos de fósforo assimilável, valores baixos de bases trocáveis, e alta saturação com alumínio trocável. Estes solos ocorrem predominantemente em área com relevo ondulado sob vegetação de floresta equatorial subcaducifólia / subperenifólia com babaçu. São desenvolvidos a partir de arenitos e folhelhos do Devoniano. Esta classe de solos é constituída por uma só unidade de mapeamento simples e foi denominada segundo saturação com alumínio, tipo de A, textura, fases de vegetação e relevo.

Brunizem Avermelhado no novo sistema de classificação de solos da Embrapa se enquadra na classe dos *Chernossolos* (EMBRAPA, 2006). Compreendem solos com seqüência de horizontes A, Bt e C. medianamente profundos, com horizonte A chernozêmico e horizonte B textural; muito argiloso, com argila de atividade alta, saturação de bases alta, fertilidade natural elevada, moderadamente ácidos a alcalinos, baixo gradiente textural, cerosidade abundante e forte no horizonte B, teores de silte mais ou menos elevados, os valores de fósforo assimilável mais elevado no horizonte A, valores elevados de K, teores de cálcio bem mais elevado do que o restante das bases trocáveis.

Estes solos na área são encontrados em relevo forte ondulado com declives em tomo de 28%. São desenvolvidos a partir da decomposição de rochas eruptivas básicas (Basaltos e Diabásios). Apresentam horizonte A em torno de 20 cm, de cor vermelho escuro acinzentado (1.5 YR 3/2); a textura é argilosa; a estrutura apresenta-se como moderada pequena a grande em blocos subangulares e forte muito pequena a pequena granular; muitos poros muito pequenos e grandes; o grau de consistência é de duro quando seco e friável a firme quando úmido, muito plástico e muito pegajoso quando molhado; a transição para o horizonte subjacente é em geral plana e gradual.

O horizonte B subsequente, apresenta em geral cor vermelho escuro (10 R 3/6), podendo apresentar ainda mosqueado; textura da classe muito argilosa; a estrutura se apresenta como moderada a forte, média a grande prismática composta de forte pequena a grande blocos angulares e subangulares; a cerosidade é abundante e forte; poros comuns muito pequenos e grandes; quanto ao grau de consistência é muito duro quando seco,

firme quando úmido, muito plástico e muito pegajoso quando molhado; a transição para o horizonte C é ondulada e clara.

A unidade Gley Húmico Eutrófico Vertíco se enquadram na nova classificação de solos da Embrapa (EMBRAPA, 2006) na classe dos *Gleissolos* compreende solos com horizonte A proeminente sobrecamadas gleyzadas de textura argilosa de cores cinzentas e cinzento escuras. São solos mal drenados, moderadamente ácidos, ocorrendo em relevo plano de várzea e áreas baixas, sedimentares, sob vegetação de floresta equatorial subperenifólia de várzea. São de argila de atividade alta e alta saturação de bases (valor .V variando de 60 a 70%). São de alta fertilidade natural, com possibilidades de aproveitamento racional desde que superados os problemas provenientes de má drenagem. Esta classe de solo é constituída por uma unidade simples de mapeamento e foi denominada segundo saturação de bases, tipo de A, textura, fase de vegetação e relevo.

Solos Litólicos Latossólicos no novo sistema de classificação de solos da Embrapa (EMBRAPA, 2006) se enquadram na classe dos Neossolos compreendem solos com horizonte B latossólico, rasos, com substrato concrecionário laterítico a profundidades que variam de 20 a 40 centímetros a partir da superfície. Ocorrem em superfícies de relevo forte ondulado, sendo provenientes da decomposição de arenitos e folhelhos do Devoniano. São de fertilidade natural muito baixa e muito concrecionários, impossibilitando a sua utilização para fins agrícolas, sendo mais aconselhável manter o atual recobrimento vegetal. Esta classe de solos é constituída por uma unidade simples de mapeamento e foi denominada segundo saturação de bases, tipo de A, textura, fase de vegetação e relevo.

Areia Quartzosa Álica Latossólica no novo sistema de classificação de solos da Embrapa (EMBRAPA, 2006) se enquadram na classe dos Neossolos que compreendem solos muito profundos, com textura das classes areia e areia franca ao longo do perfil, estrutura granular fraca no horizonte A e maciça porosa muito pouco coesa no horizonte C, de consistência solta, macia e muito friável. Caracterizam-se pela baixa soma de bases, repercutindo em muito baixos valores de saturação de bases e alta saturação com alumínio trocável. Ocorrem em relevo suave ondulado, sob vegetação de floresta subcaducifólia intermediária para subperenifólia. Estes solos têm o seu material de origem relacionado ao material retrabalhado, proveniente da decomposição de arenitos do Devoniano. São de baixa fertilidade natural, fortemente ácido, onde seria desaconselhável, porque

extremamente dispendiosa, a sua utilização agrícola. São mais recomendados para áreas de reservas florestais, mantendo o atual recobrimento vegetal.

Outra pesquisa relevante foi realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1981) em uma área de pesquisa menor, mais próximo da área urbana, identificou apenas quatro unidades de solo conforme quadro abaixo:

Quadro 17: Unidades de solo próximas a área urbana de Altamira- Pará.

Unidades de solo	Características	Uso
Latossolo Amarelo Álico	Compreende solos minerais, com horizonte B latossólico, altamente intemperizados, porosos, bem drenados, com estrutura fraca, ácidos e fortemente ácidos, alto grau de flocculação, baixa fertilidade química e predominância do tipo caulinita (tipo 1:1). A relação Al_2O_3/Fe_2O_3 com valores geralmente superiores a 7 e teores de ferro geralmente inferiores a 9, com CTC baixa, com materiais predominantemente areno-argilosos, pertencentes a Formação Barreiras do Terciário.	Os solos desta classe são utilizados com culturas de subsistência, sendo as mais freqüentes, mandioca, arroz e milho e pequenas áreas com pastagem natural.
Latossolo Amarelo Álico Podzólico	Compreende solos minerais, com horizonte B latossólico, com características comuns ao Latossolo Amarelo Álico, diferindo deste por apresentar relação textural superior 1,2 e valores Ki bastante elevados, geralmente superiores a 1,90. A ausência de cerosidade, de acúmulo de bases trocáveis e de estruturação no horizonte E no permite classificá-lo como B textural.	O uso é restrito a pequenas áreas com culturas de subsistência, destacando-se a mandioca, milho e arroz e alguns plantios isolados de citrus. Apresentam limitações em relação à fertilidade química, porém com boas propriedades físicas. O manejo desordenado contribuído para essa transformação físico-química das argilas silicatadas superficiais, com lixiviação do Al_2O_3 para os horizontes subsuperficiais, que tem levado alguns autores interpretarem como de desaluminização "podzolização" (BENNEMA 1966).
Areias Quartzosas Álicas	Solos fortemente intemperizados, profundos, excessivamente drenados, forte a muito	Sobre esta classe de solos não foi observada nenhuma atividade

<p>ou Neossolos (EMBRAPA, 2006)</p>	<p>fortemente ácidos, com saturação de bases muito baixa, o que evidencia a baixa fertilidade dos mesmos. São constituídos de sedimentos arenosos, com valores de silte e argila baixos. Morfologicamente apresentam uma seqüência de horizontes A e C, com coloração variando de bruno-acinzentado-escuro.</p>	<p>agrícola ou mesmo de extrativismo.</p>
<p>Areias Quartzosas Álicas Latossólicas ou Neossolos (EMBRAPA, 2006)</p>	<p>Solos minerais altamente intemperizados, com baixa fertilidade química. São bem desenvolvidos, profundos e que apresentam seqüência. De horizontes A, B, C. A textura é areia ou areia franca, sendo desenvolvidos a partir da decomposição de sedimentos arenos-argilosos da Formação Barreiras, do Terciário.</p>	<p>Esta unidade de mapeamento, apesar da sua baixa fertilidade, é utilizada em pequena escala para cultura de mandioca e extrativismo de espécies vegetais de valor comercial.</p>
<p>Glei Pouco Húmico Álico ou Gleissolos (EMBRAPA, 2006)</p>	<p>Solos hidromórficos, pouco desenvolvidos e mal drenados. Apresenta uma seqüência de horizontes Ag, Bg e Cg, com matizes de coloração variegada. Textura predominantemente argilosa e com elevada saturação com alumínio. Originados de mescla de materiais recentes do Holoceno, conduzidos em suspensão aquosa e depositados às margens das várzeas, cujas acumulações periódicas e as inundações freqüentes impedem o seu desenvolvimento.</p>	<p>Sua utilização está condicionada ao extrativismo, com extração de madeira de valor comercial e de látex.</p>

Fonte: Modificado da Embrapa (1981)

Conforme o quadro é possível observar que o levantamento dos solos se deteve a área de entorno da área urbana, com atividades primárias ou de preservação. Entretanto, a área de estudo selecionada abrange áreas mistas. Sobre os solos da área urbana de Altamira Parry *et al.* (2012) afirmam que:

Os solos predominantes na cidade de Altamira são o Neossolos flúvicos localizados nos bairros que margeiam o rio e sofrem a

influência das cheias até as avenidas centrais da cidade (Independente II, São Sebastião, Centro e Uirapuru), uma associação dos solos Latossolo Amarelo/Argissolo Vermelho amarelo nos bairros que dominam as encostas da paisagem em forma de manchas nos bairros Independente I, Ibiza, Sudam I e Brasília, e o Nitossolo Vermelho (Terra Roxa) nos bairros que se encontram no topo da paisagem, como os bairros Jardim Ipê, Jardim Altamira, Jardim Oriente e o Bela Vista, classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006).(PARRY et. al. 2012; p. 146).

De acordo com o trecho acima podemos observar que na área urbana de Altamira existem de maneira três grandes unidades de terra firme: Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho e Nitossolo Vermelho e uma unidade em áreas que sofrem inundação sazonal os Neossolos flúvicos. Entretanto, é importante ressaltar que, sobretudo, as áreas inundáveis foram alteradas ao longo da colonização, fato que é enfatizado pelos autores no artigo que diversidade de espécies vegetais identificadas na área urbana de Altamira é resultado da participação efetiva da população, sobretudo de migrantes vindos de outras regiões, iniciou com o plantio de mangueiras (1970), e intensificando-se o processo em 2000, com introdução de outras espécies nativas e exóticas. Nesta fase, ocorreu um crescimento urbano acelerado e desordenado da cidade, com a criação de novos bairros sem o mínimo de planejamento, surgindo muitos conflitos com a arborização.

2.6 Cobertura Vegetal e Uso do solo

De acordo com Sanches & Villas - Bôas (2005; p.370) a rede hidrográfica do Xingu drena e ao mesmo tempo sustenta dois grandes biomas na região, os cerrados e a floresta amazônica e, entre estes, as “florestas de transição” (RADAMBRASIL, 1981) que recobrem 66% da área e são restritas do norte do Mato Grosso. Essas florestas formam um mosaico de tipos de vegetação bastante peculiares onde coexistem espécies de cerrados, da floresta amazônica e outras endêmicas dessa formação. Entretanto, poucos foram os inventários e estudos sobre a diversidade de espécies vegetais e da fauna em toda a região. Para citar a origem de alguns, na década de 1940, a expedição Roncador-

Xingu; na década de 1970, o projeto RADAMBRASIL; e, recentemente, um estudo da fitofisionomia das florestas de transição (IVANAUSKAS *et al.*, 2004).

Duas questões chamam atenção quanto à cobertura vegetal e uso do solo na bacia do Xingu, abranger dois domínios morfoclimáticos Amazônico e Cerrado, e pelo fato de que a partir da década de 70, transforma-se em uma grande fronteira agrícola. Em um estudo na bacia hidrográfica do rio Suiá – Miçu, no Alto Xingu, Mato Grosso Sanches⁴⁰ *et al* (2012; p.493) afirma que é preocupante a expansão do cultivo da soja que vem avançando nos últimos 10 anos, além do uso intensivo, principalmente, pela atividade pecuária. Após o mapeamento da planície de inundação, constatou-se que 13% de sua área (cerca de 25 mil ha) foi desmatada e alterada para uso agropecuário.

A crescente expansão do desmatamento sobre áreas de cabeceiras de drenagem, em particular nas bacias do Xingu e Tapajós, pode em médio prazo, se mantidos os incrementos anuais, pode causar impactos ao longo da toda a bacia. Avanços indiscriminados sobre as matas ciliares e cabeceiras de drenagem podem assorear os canais e com isto provocar perturbações no ritmo de escoamento dos rios com efeitos que se irradiam pela bacia (TRANCOSO *et al* 2005; p. 2409).

Ivanauskas *et al.*, (2004) destacam a relevância da área pela presença de Florestas de transição, na borda sul da província amazônica, na região do Alto Rio Xingu, de composição florística própria, e que a rigor não é similar à flora presente nas formações de entorno, que seriam a Floresta Ombrófila e a Floresta Estacional, portanto, sugerindo o termo *Floresta Estacional Perenifólia* uma vez que a ausência de estresse hídrico é atribuída às particularidades do ambiente; associada à capacidade de absorção da água em profundidade nos períodos mais secos, e a processo dinâmico de expansão-regressão do *continuum* florestal, durante as variações paleoclimáticas no período Quaternário (IVANAUSKAS *et al.*, 2008; p. 399).

Um Levantamento mais detalhado foi realizado pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belo Monte, Volta Grande do Xingu, assim, quatro tipologias florestais primárias (MPEG, 2002): (a) Floresta Ombrófila Densa de terra firme, com emergentes e

⁴⁰ Outro aspecto relevante nesse no estudo das planícies de inundação do Alto Xingu é o numero de estudos mais reduzidos, e nessa região, uma característica marcante é a presença das planícies de inundação que em épocas de cheias não permitem distinguir o canal principal, assim propõe o incentivo de proteção de áreas úmidas da bacia do rio Xingu (Mato Grosso, Brasil).

relevo acidentado (primária e com extração seletiva de madeira); (b) Floresta ombrófila aberta com palmeira e relevo acidentado; (c) floresta ombrófila aberta com cipó e palmeira e relevo acidentado; e (d) Floresta Ombrófila aluvial periodicamente inundada (SALOMÃO et al., 2007).

Em 2009 são apresentados no Estudo de Impactos Ambiental (ELETROBRAS, 2009⁴¹) a caracterização do uso do solo e da cobertura vegetal da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) para o aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte. Duas unidades de vegetação são de total relevância para nossa pesquisa uma vez que colonizam as planícies de inundação e as áreas de lagoas e lagoas marginais que são a Floresta Ombrófila Aluvial Periodicamente Inundada e a Vegetação com Influência Fluvial e/ou Lacustre – Herbácea Campos Inundáveis. Nesse sentido, é indispensável compreender seu domínio, sua estrutura e funcionamento em áreas mais preservadas e principalmente na área urbana de Altamira (Quadro 18 e figura 25).

No caso específico da área urbana de Altamira Hirye, Alves e Kux (2015) a partir recorte o perímetro urbano de Altamira vigente em 2010 (8970 hectares), a comparação entre os mapas de cobertura da terra de 2000 e 2010 mostrou o crescimento das áreas impermeabilizadas e de solo exposto e a diminuição das áreas de vegetação. Segundo os autores a impermeabilização aumentou de 328 para 551 ha, os solos de 596 para 745 ha e a vegetação reduziu de 835 para 560 ha. Esses dados demonstram a uma dinâmica acelerada de transformação do município. O crescimento das áreas urbanizadas inseriu-se em um processo de expansão da fronteira agrícola na Amazônia, após o pico de crescimento na década de 70, associado à construção da Rodovia Transamazônica, quando a população urbana cresceu a uma taxa média de 16% ao ano, atualmente, a construção da UHE Belo Monte pode ser associada a uma nova fase de transformações na cidade. Entre 2000 e 2010, o ritmo de crescimento foi de 3% ao ano (taxa superior à da média do Estado do Pará e do Brasil), sendo que a população urbana passou de 62 mil para 84 mil pessoas (IBGE⁴², 2013).

⁴¹ ELETROBRAS. Estudo de Impacto Ambiental. Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal. Vol 13. 2009. 57p.

⁴² *Censo Demográfico 2010 - IBGE :: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010. Acesso em: 18-03-2017 às 6:00hs.*

Quadro 18: Quadro resumido das classes de cobertura vegetal e uso das terras das áreas de influencia direta e áreas diretamente afetadas.

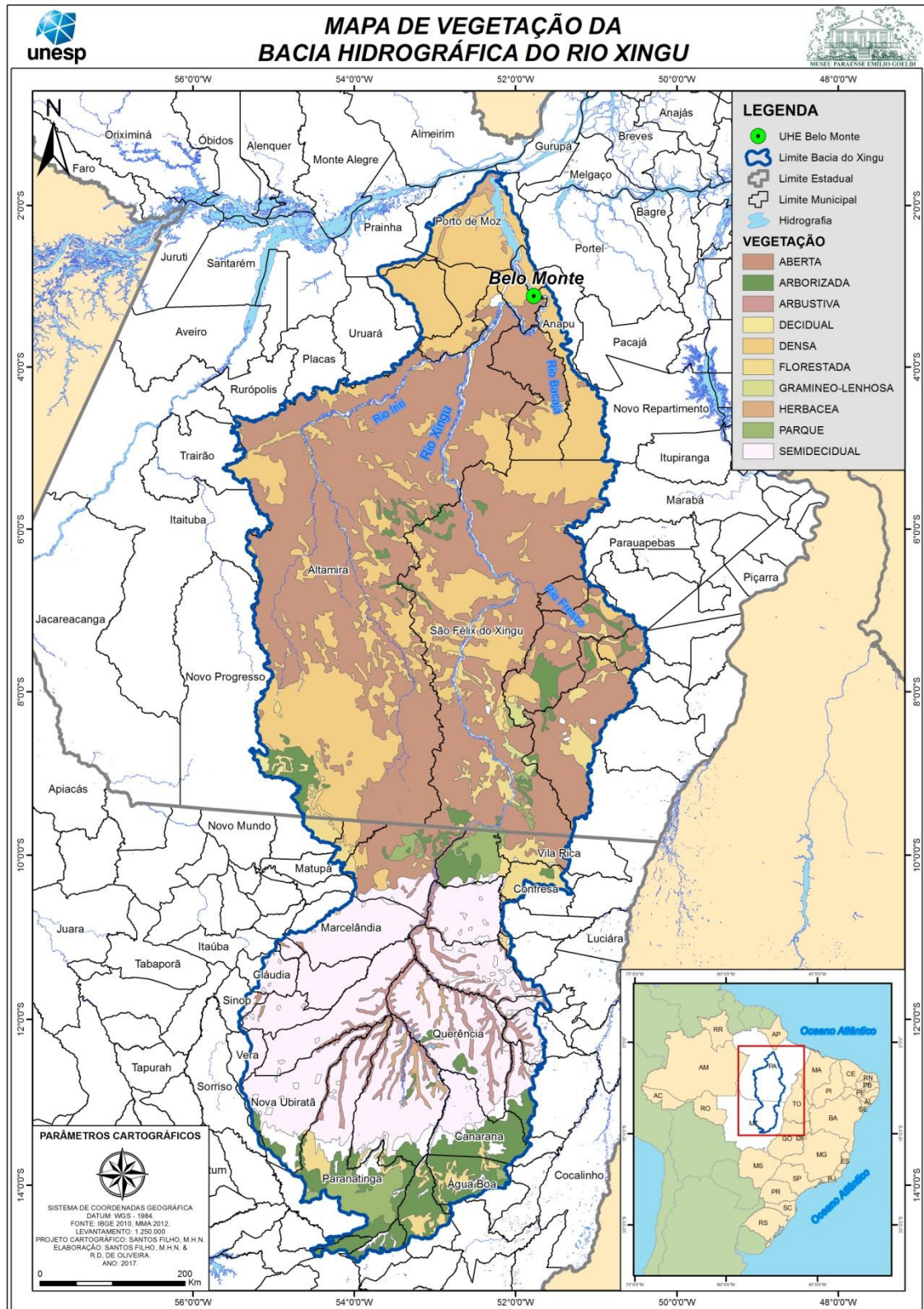
Classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra	Características
Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial)	A Floresta Ombrófila Densa é constituída por grandes árvores nos terraços aluviais e nos tabuleiros terciários. Podendo ser subdividida em três outras variações, em função da altimetria: a) Formação aluvial; b) Formação das terras baixas e, c) Formação submontana: As árvores da floresta aluvial possuem troncos reto com diâmetros inferiores a 50cm com esgalhamento apenas na parte superior. Entre as espécies comuns destacam-se a samaúma (<i>Ceiba pentandra</i>), munguba (<i>Pseudoombax munguba</i>), o pau mulato (<i>Callophyllum spruceanum</i>), andiroba (<i>Carapa guianensis</i>), ucuúba (<i>Virola surinamensis</i>).
Floresta Ombrófila Densa (Floresta Ombrófila Densa com Emergentes - Floresta de Terra Firme Fechada)	Este é o tipo de vegetação, predominante na Amazônia, totalizando uma área aproximadamente 2 milhões de km. Estão em toda a bacia Amazônica, geralmente associadas à planícies de terras baixas (até 100 m de altitude), podendo ocorrer também em relevo sub-montanhoso (até 600 m de altitude). Na AID ocorre aproximadamente na faixa altimétrica de 70 a 130 metros são descritas em MPEG, (2001), SALOMÃO et al. , (2007).
1. Floresta Ombrófila Aluvial Periodicamente Inundada (Floresta Ombrófila Aluvial com Dossel Contínuo – Florestas Inundáveis de Várzea e Igapó)	As Florestas Ombrófilas Aluviais sofrem inundação durante parte do ano. Elas ocorrem nas margens do rio Xingu, sendo mais comuns na zona do médio e baixo curso com cotas altimétricas em torno de 100 metros. Em alguns trechos aparecem formações com as palmeiras jauari (<i>Astrocaryum jauari</i>), açai (<i>Euterpe oleracea</i>) e caranã (<i>Mauritiella armata</i>), nas zonas mais rebaixadas do relevo. São florestas localizadas na planície de inundação, com desnível variando entre 4m e 8m nos picos anuais de enchente e vazante. (IBGE, 1991). Na Área de Influencia Direta, os solos associados à essa formação são geralmente de origem hidromórfica, do grupo Gleissolos e Neossolos. Apresentam drenagem deficiente e incorporam anualmente considerável teor de matéria orgânica e nutriente na época das cheias. As planícies de inundação mais significativas e com maior cobertura vegetal encontram-se nos afluentes da margem direita do rio Xingu, em especial ao longo do rio Bacajá.
2. Floresta Ombrófila Aberta	Foi conceituada como fisionomia florestal compostada de árvores mais espaçadas, com estrato arbustivo pouco denso. Esta Região Fitoecológica ocorre na AID/ADA com duas fácies florestais (alterações de fisionomia): (i) a floresta-de-palmeiras, onde o babaçu (<i>Orbignya phalerata</i>) e o inajá (<i>Maximiliana regia</i>) são as espécies mais importantes e, (ii) a floresta de cipó, assim chamada em vista da enorme quantidade de lianas que envolve suas árvores (IBGE, 1991).
Floresta Ombrófila Aberta com Cipós	A floresta de cipó que era mais expressiva no sul do Estado do Pará, principalmente nas depressões circulares do Pré-Cambriano e aí denominada de mata-de-cipó, encontra-se distribuída por toda a Amazônia. Nas encostas dos planaltos e nas serras.
Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras (Florestas Ombrófilas Abertas com Palmeiras)	A fitofisionomia é caracterizada pela presença de grandes palmeiras com altura de até 30m. Entre as palmeiras destacam-se espécies como o babaçu (<i>Attalea speciosa</i>), inajá (<i>Attalea maripa</i>), paxiúba (<i>Socratea exorrhiza</i>), bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>) e em menor escala o patauá (<i>O. bataua</i>) – (MPEG, 2001; Salomão et al.. 2007). Na AID ocorrem vários tipos de solos

<p>– Florestas de Terra Firme com Palmeiras)</p>	<p>com predomínio para os Latossolos e Argissolos. Na maioria das vezes o lençol freático é de difícil acesso pelas raízes conferindo maior inflamabilidade.</p>
<p>3. Formações Pioneiras</p>	<p>Ocupam os terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias e solos. De acordo com este sistema de classificação discrimina-se a vegetação com influência marinha (restingas), a vegetação com influência fluviomarinha (manguezais e campos salinos) e a vegetação com influência fluvial (comunidades aluviais).</p>
<p>Vegetação com Influência Fluvial e/ou Lacustre - arbustiva (Vegetação dos Pedrais, Vegetação Arbustiva sobre Afloramento Rochoso – Pedregal ou Lajeiro).</p>	<p>Vegetação cresce sobre rochas graníticas afloradas no leito do rio Xingu e pertencem ao complexo geológico do Xingu. Ocorre desde a confluência dos rios Iriri e Xingu penetrando até a vila de Belo Monte, da foz do rio Bacajá e a vila de Belo Monte, e do trecho entre a cidade de Altamira e o local do barramento do AHE Belo Monte. A vegetação que vive nos “pedregais”, vegetam nas fraturas e falhas das rochas, onde se acumula algum sedimento arenoso; das espécies estão o camu-camu ou caçari (<i>Myrciaria dubia</i>), um arbusto de até 5 m de altura. Associadas vivem outras espécies vegetais como o acapurana (<i>Campsiandra laurifolia</i> Caesalpiniaceae), <i>Acosmium nitens</i> (Fabaceae).</p>
<p>Vegetação com Influência Fluvial e/ou Lacustre – Herbácea (Campos Inundáveis)</p>	<p>Este tipo de vegetação pioneira, ou colonizadora de solos ou sedimentos recém-formados, está associado à planície de inundação do médio e baixo Xingu, ocorrendo nas margens e ilhas dispersas no leito do rio. Geralmente circundam áreas baixas e planas dos lagos temporários que se formam durante a cheia do rio. A interligação rio-lagos é um dos processos mais importantes para a manutenção e desova. Das espécies deste ambiente estão gramíneas como a canarana peluda (<i>Echinochloa polystachya</i>, Poaceae), canarana lisa (<i>E. spectabilis</i>, Poaceae) e o capim rabo de raposa (<i>Hymenachne amplexicaule</i>, Poaceae), arroz selvagem (<i>Oryzasp.</i>). Entre as espécies arbóreas características, associadas ou marginais a essa vegetação, pode-se citar a embaúba da várzea (<i>Cecropia latiloba</i>, Cecropiaceae), acapurana (<i>Campsiandra laurifolia</i>, Fabaceae), mututi (<i>Pterocarpus santalinoides</i>, Fabaceae), ingaranas (<i>Zygia latifolia</i> e <i>Z. racemosa</i>, Mimosaceae), <i>Eugenia coffeifolia</i> (Myrtaceae), as palmeiras jauari (<i>Astrocaryum jauari</i>), muru-uru (<i>A. murumuru</i>) e açai (<i>Euterpe oleracea</i>) (ELETRONORTE, 2001). As áreas de campos inundáveis têm uma íntima ligação com as lagoas marginais.</p>
<p>4. Vegetação Secundária (Capoeira, juquira)</p>	<p>A vegetação secundária na Amazônia, que se origina após a ação antrópica, é popularmente denominada de capoeira (uso agrícola) ou juquira (pecuária) e são classificadas em jovens (até 10 anos) estão espalhadas por praticamente ambas as margens do rio Xingu e ao longo da rodovia Transamazônica (BR 230). As capoeiras antigas (com 20 anos de recrescimento), estavam localizadas nos trechos da rodovia Transamazônica (BR-230) entre a sede do município de Altamira e Belo Monte, na margem esquerda dentro da alça da volta grande do Xingu, onde se formariam os dois reservatórios do AHE Belo Monte no domínio da floresta aberta e depois de Belo Monte, na margem direita do rio Xingu. Presença de lianas e espécies de árvores de floresta madura é um indicativo da estabilização das condições físicas. Das principais espécies estão: embaúbas (<i>Cecropia palmata</i> e <i>C. concolor</i>, Cecropiaceae), tapirira (<i>Tapirira guianensis</i>, Anacardiaceae), morototó (<i>Didymopanaxmorotoni</i>, Araliaceae), envira cana (<i>Rollinia exsucca</i>, Annonaceae), sapucaia (<i>Lecythis lúrida</i>, Lecythidaceae), ingá cipó (<i>Ingá edulis</i>, Mimosaceae), rabo de arara (<i>Acacia multipinnata</i>, Mimosaceae), ingá vermelha (<i>Inga rubiginosa</i>, Mimosaceae), ingá-peludo (<i>I. thibaudiana</i>, Mimosaceae). Entre as palmeiras, aparecem nas manchas mais antigas, indivíduos de tucumã-do-Pará (<i>Astrocaryum vulgare</i>), mumbaca (<i>Astrocaryum ginacanthum</i>) e pupunharana (<i>Syagrus cocoides</i>).</p>

5. Pastagem	Nesta classe estão incluídas as áreas de pastagens artificiais submetidas aos diversos níveis de manejo e estado de conservação nas pequenas, médias e grandes propriedades. Na AID as áreas ocupadas com pastagens manejadas, destinadas preferencialmente para a pecuária de corte, são mais significativas no longo dos eixos da rodovia Transamazônica e da rodovia PA-415 que dá acesso a cidade de Vitória do Xingu e no entorno da cidade de Altamira, na bacia hidrográfica dos igarapés Ambé e Panelas, onde esta atividade mostra-se consolidada.
6. Área Cultivada e Associação de Capoeira com Área Cultivada	As áreas cultivadas na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada do AHE Belo Monte concentram-se nas áreas de assentamento rural, em especial nas pequenas propriedades da Volta Grande do Xingu e da Gleba Ituna, utilizam prioritariamente a mão de obra familiar e visam à subsistência e a geração de excedentes comercializáveis. As culturas de ciclo curto mais utilizadas são o milho, o arroz de sequeiro, o feijão, o algodão e a mandioca. As culturas de ciclo longo, mais rentáveis e de melhor desenvolvimento na região, são o cacau, pimenta-do-reino, café e cupuaçu.
7. Extração mineral	Na Área de Influência Direta – AID foram identificados três tipos de atividades extrativas minerais: a extração de seixos rolados a montante da cidade de Altamira, na área do futuro reservatório do Xingu, a extração de argila para a indústria de cerâmica, no entorno de Altamira, e o garimpo de ouro. Essas atividades ocupam uma área aproximada de 70 hectares sendo que na ADA encontra-se a extração de argila, ao longo dos Igarapés Ambé e Panela, e os locais de extração de seixos rolados. O ouro é o principal mineral extraído na AID sendo proveniente principalmente de áreas aluvionares e encostas de morros em afluentes da margem direita do rio Xingu na Vila do garimpo da Ressaca e do garimpo do Galo, situados na Volta Grande do Xingu.
8. Áreas Urbanas, Vilas e Localidades	A cidade de Altamira localiza-se na margem esquerda do rio Xingu situada entre os igarapés Panelas, Altamira e Ambé e sua malha urbana estende-se no sentido nordeste para sudoeste. Os principais vetores de crescimento situam-se ao norte/nordeste e a leste do centro urbano. Na AID e ADA foram identificadas diversas vilas e núcleos de referência rural que estão devidamente caracterizadas nos estudos socioeconômicos. Conforme como as vilas mais importantes destacam-se a da Ressaca (a) e (b), a da Fazenda (c) e a de Belo Monte (d), a aldeia Paquiçamba (e), todas localizadas no trecho ou nas margens do trecho de vazão reduzida, e a vila de Santo Antônio (f) na porção da ADA destinada a instalação da infra-estrutura.
9. Outros usos	Dos outros usos estão: pesca para consumo e comercial, pesca turística e de peixes ornamentais na região dos pedrais, a extração de produtos da floresta, castanha do Pará em especial, o uso de igarapés, das praias e das corredeiras como locais de lazer no período do verão. Entretanto, dos principais estão: a) Extração madeireira e desflorestamento - ocorre nas grandes e nas pequenas propriedades rurais esta associado à necessidade de insumos para privados e estatais. O processamento da madeira extraída nessas áreas ocorre no interior das propriedades rurais e são destinadas para consumo interno no imóvel ou comercializadas na região de entorno; b) Ocupação Ribeirinha - ao longo das margens e das ilhas do rio Xingu e seus afluentes, acima do trecho a montante da sua confluência com o rio Bacajá, identificaram-se áreas ocupadas por uma população que vive basicamente das atividades da pesca, do extrativismo e da agricultura familiar.

Fonte: Adaptado de ELETROBRAS (2009)

Figura 25: Mapa de cobertura vegetal da bacia Hidrográfica do Rio Xingu.



2.7 - Ocupação da Bacia do Xingu e aspectos socioeconômicos

Apesar da literatura sobre a ocupação da bacia do Xingu, esta sendo descrita a partir das cinco últimas décadas, não se deve negligenciar a contribuição da cultura indígena na bacia, em especial localizada no Alto Xingu.

Fausto (2005) se apropriou da expressão pluralismo Xinguano de Heckenberger (2003) para referendar a cultura do Xingu que será exposta a nação brasileira simbolizada por uma cultura estática, original e intocada, resultado de uma história de contatos, transformações e continuidades de longa duração, que se inicia no final do primeiro milênio e continua até hoje. (HECKENBERGER, 2003, p. 152-162).

De acordo com Fausto o complexo xinguano está localizado no “alto Xingu”⁴³ é um sistema cultural reunindo povos pertencentes a três dos quatro maiores grupos lingüísticos Sul-americanos (Arawak, Karibe Tupi). As primeiras evidências sólidas de ocupação xinguana remontam ao século IX d.C, a colonização inicial é marcada pelo aparecimento de aldeias circulares e de uma única indústria cerâmica.

Dada a similaridade dessa cerâmica com aquela contemporânea, produzida apenas pelos povos Arawak do Alto Xingu, a hipótese mais provável é que os primeiros colonizadores fossem falantes de uma língua Arawak, que migravam de norte a sul desde a Amazônia central, como parte daquilo que Heckenberger (2002) chamou de “diáspora Arawak”. Eles teriam chegado à periferia meridional da Amazônia e se dispersado em um eixo leste-oeste, desde os campos da Bolívia até o Alto Xingu.

Atualmente no Parque Indígena do Xingu habitam 16 etnias: Aweti, Ikpeng, Kaiabi, Kalapalo, Kamaiurá, Kisêdjê, Kuikuro, Matipu, Mehinako, Nahukuá, Naruvotu, Wauja, Tapayuna, Trumai, Yudja, Yawalapiti (SILVA e SATO, 2010; p. 273). O médio

⁴³Alto Xingu corresponde à porção meridional do Parque Indígena do Xingu, desde a sua fronteira sul (latitude 13º S) até o Morená, local de confluência dos rios Batovi, Culuene e Ronuro. Em seu auge, entre os séculos XIII e XVII, o sistema regional ocupava quase toda a drenagem dos formadores do rio Xingu, desde a latitude 13º 15” S, estendendo por uma larga faixa à jusante da confluência do Morená, até a foz do rio Suyá Missu. A região é transicional entre o cerrado e a floresta densa amazônica, apresentando características ecológicas bastante próprias: embora dominada pela floresta tropical nas áreas mais elevadas, há campos abertos parcialmente inundáveis, florestas de galeria, e várias formações lacustres, de grande piscosidade, interligadas muitas vezes por pequenos canais.

Xingu também se destaca pela presença de inúmeras etnias: Araras, Jurunas, Xipaia, Kuruáia, Kaiapó, Xikrin, Arawaté, Assurini e Paracanã. Silva e Sato (2010) afirmam que além dos grupos indígenas, o Mato Grosso apresenta outras identidades como: atingidos por barragens, beradeiros, assentados, canoieiros, ciganos, extrativistas, garimpeiros, quilombolas, ribeirinhos etc...

A cerca da ocupação não indígena de acordo com o Instituto Socioambiental (2010; p.7) ocorreu no início do século passado, com a chegada do ciclo da borracha na sua porção paraense, na região do município de Altamira. A região das cabeceiras do Xingu, localizada no norte do estado de Mato Grosso ocorreu efetivamente na década de 1970. A baixa navegabilidade dos rios na região das cabeceiras foi o principal obstáculo responsável por esta ocupação mais tardia e só superada com a construção das estradas BR-158 e BR-163.

De acordo com o Ministério das cidades (2005) o Parque Indígena do Xingu localiza-se na região nordeste do Estado do Mato Grosso. Ao sul do Parque estão os formadores do rio Xingu, que compõem a sub-bacia drenada pelos rios Von den Stein, Jatobá, Ronuro, Batovi, Kurisevo e Kuluene; sendo este o principal formador do Xingu, ao se encontrar com o Batovi-Ronuro. A demarcação administrativa do Parque foi homologada em 1961, com área hoje incidente em parte dos municípios mato-grossenses de Canarana, Paranatinga, São Félix do Araguaia, São José do Xingu, Gaúcha do Norte, Feliz Natal, Querência, União do Sul, Nova Ubitatã e Marcelândia (Tabela 02 e 03).

As principais atividades econômicas dos municípios que abrigam as nascentes do Xingu convergem para o restante do Estado do Mato Grosso, e se concentram na pecuária, na extração de madeira, no cultivo da soja, do milho, do algodão e do arroz de sequeiro, também utilizado em sistema de “barreirão” para reforma de pasto. Na atividade madeireira, a geração de valor adicionado é baixa, obtendo essa mesma classificação em nível tecnológico de manejo agropecuário. Nesse contexto, a eficiência econômica é baixa, porque o potencial natural vem sendo explorado de modo não sustentado, colocando em risco o potencial remanescente. A disponibilidade hídrica superficial é excelente e os padrões de qualidade das águas variam entre excelentes e bons, refletindo especialmente o avanço dos usos do solo existentes na região.

Como a fragilidade natural, a predisposição do solo à erosão, com processos emergentes associados principalmente à implantação de malhas viárias e urbanas. Até

meados da década de 1990, os impactos sobre os recursos hídricos estavam associados majoritariamente à pecuária, que era a atividade predominante na região do Xingu Mato - Grossense.

Os métodos utilizados pelos fazendeiros para formar as pastagens, iam desde a supressão total da vegetação de uma grande área, até a eliminação das matas ciliares, que protegem as margens dos rios da erosão. Como consequência, desde a década de 1970, a perda de floresta, de cerrados e, principalmente, deram início a um processo intenso de assoreamento de muitos córregos e nascentes que formam o rio Xingu, além da erosão de extensas faixas de terra.

Das culturas temporárias a soja desponta como a principal cultura. Com base nos dados do IBGE (2014) nos 14 municípios a área total ocupada pela soja equivale a 1.503, 373 hectares. Apenas o município de Nova Ubiratã destaca-se com a piscicultura, mas apresenta outras atividades impactantes como a extração madeireira, inclusive levanta-se a hipótese de ilha de calor na área urbana do município, associado à presença da BR - 242⁴⁴/MT (CRUZ, ZAMPARONI e NORA, 2014).

No que se refere a inundações identifica-se registros no município de Canarana e Querência e Ribeirão de Cascalheira. De acordo com Nogueira, Cabette e Juen (2011) o rio Suiá – Muçu, afluente da margem direita do rio Xingu, apresenta extensas áreas planícies inundáveis, entretanto, a expansão de atividades como agricultura e pecuária tem levado a danos nas áreas de preservação permanente.

De acordo com Repórter Brasil⁴⁵ (2010) Terra Indígena de Maraiwatse é uma das áreas mais atingidas pelo desmatamento no estado do Mato Grosso, estima-se que 33% das 22.525 nascentes do rio estejam sem a cobertura vegetal originária, que é de transição entre o Cerrado e a Amazônia e foi retirada para dar lugar a pecuária e a soja, assoreamento de afluentes do rio e a redução da quantidade de peixe disponível.

⁴⁴A BR-242 ou Rodovia Milton Santos é uma rodovia transversal brasileira, se estende do Estado da Bahia, localidade de São Roque do Paraguaçu, no Município de Maragogipe. Atravessa o Estado do Tocantins, municípios de Gurupi e Cariri do Tocantins, seguindo até o Mato Grosso, no Município de sorriso.

⁴⁵ REPÓRTER BRASIL. **Impactos da soja sobre Terras Indígenas no estado do Mato Grosso**. Repórter Brasil – Organização de Comunicação e Projetos Sociais. 2010. 27p.

De acordo com os Xavantes, a destruição das matas tem uma serie de impactos sobre a aldeia, tanto em relação aos hábitos alimentares, quanto a demais atividades produtivas. A dieta da população sofreu fortes perdas, reforçadas pelo cultivo do arroz como substituto, impacto sobre os estoques de caça, pesca e de matérias-primas utilizadas para a construção das casas (madeira e palhas), de lenha para cozinhar e de outros materiais usados para a manufatura de utensílios, como cestarias. De maneira geral, na bacia do Xingu ainda predominam atividades primarias e persistem extensas áreas florestais (Figura 26)

Figura 26: Mapa de uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.

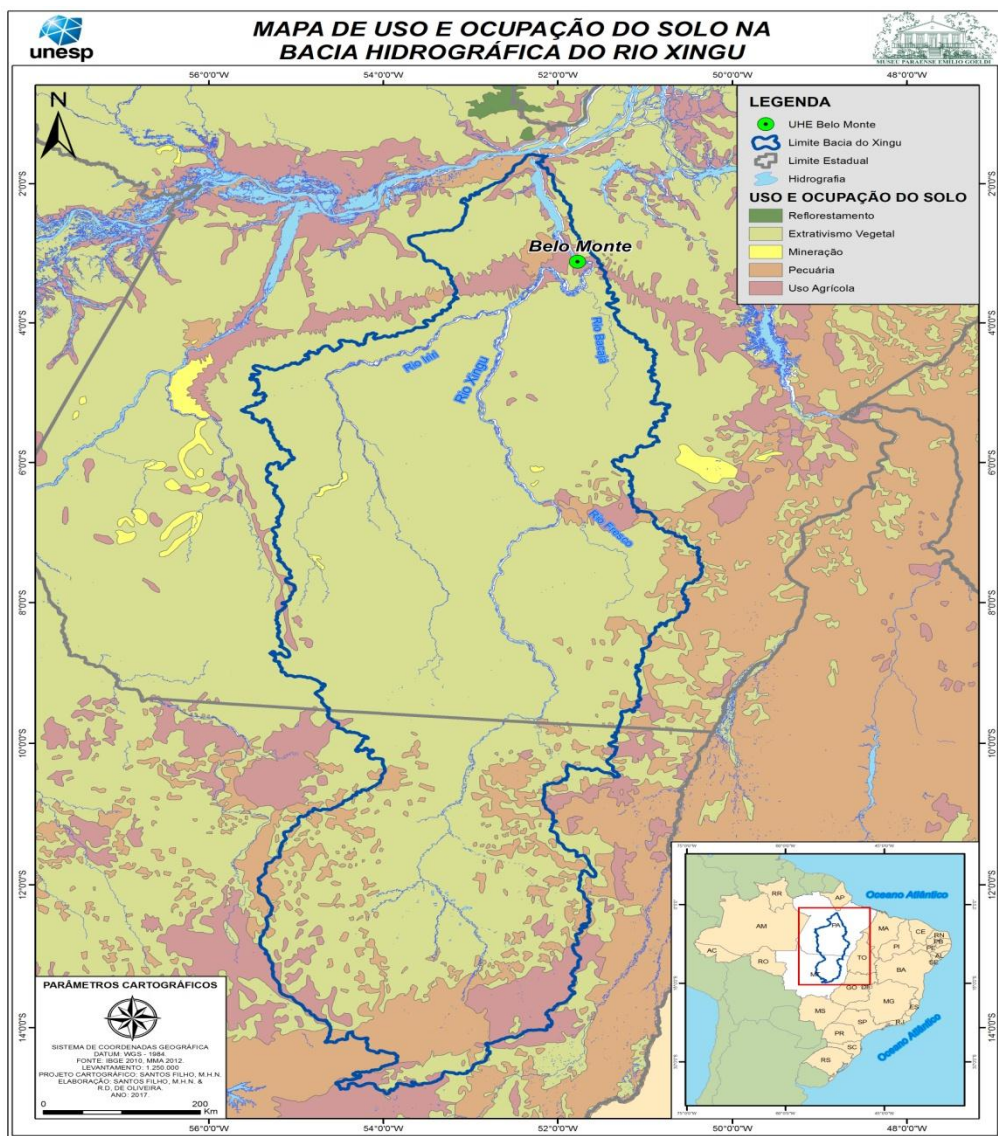


Tabela 02: Principais características dos Municípios inseridos na bacia do Xingu segundo Censo do IBGE*(2010) e do Ministério das Cidades** (BRASIL, 2005).

<i>Municípios</i>	<i>Número De habitantes *</i>	<i>Área do Município * (km²)</i>	<i>Densidade Demográfica* hab/km²</i>	<i>Índice de desenvolvimento humano Municipal*</i>	<i>Eficiência do serviço de Água na sede do município**</i>	<i>Eficiência do serviço de Esgoto na sede do município**</i>	<i>Eficiência do serviço de A. Pluvial na sede do município**</i>	<i>Lixo**</i>	<i>Atividade Econômica ano 2014*</i>
Canarana	18.754.	10.882,40	1,7	0,693	71%	Apenas sumidouro,	Cobertura 20% Alagamentos Erosão	Lixão Não há variação	Abrange Terra Indígena Pimentel Barbosa Pecuária Agric. Permanente: coco, laranja e mamão; Agric. Temporária: Soja , Milho.
Cláudia	11.028	3.849,99	2,9	0,699	100%	Sistema parcial	Cobertura 10% Processos erosivos	Coleta diária Lixão	Pecuária Agric. permanente: banana, limão e maracujá. Agric. Temporária: soja, milho,
Feliz Natal	10.933	11.462,46	1,0	0,692	90%	Apenas sumidouro,	Cobertura 10% Processos erosivos	Coleta diária Lixão	Pecuária Agric:Permanente: Borracha (látex coagulado) Agric:Temporária: Soja, arroz, feijão e milho.
Gaúcha do Norte	6.293	16.930,67	0,4	0,615	100%	Apenas sumidouro,	Não há rede	Caminhão Lixão Coleta diária	Pecuária Agric. Permanente: Borracha (látex coagulado) Agric. Temporária: soja, milho e arroz.

Marcelândia	12.006	12.281,25	1,0	0,701	80%	Apenas sumidouro,	Cobertura 30% Processos erosivos	Coleta 2 x sem, Lixão	Pecuária Agric: Permanente: coco baía e banana Agric: Temporária: soja, milho.
Nova Ubiratã	9.218	12.706,75	0,7	0,669	100%	Apenas sumidouro,	Cobertura 20%	Coleta diária Lixão	Aqüicultura: Pintado, surubim Extração vegetal: Madeira em lenha Lenha de eucalipto, Madeira em Tora: Área total da Silvicultura: Agric. Temporária: Soja, Algodão, Milho e Feijão Terra Indígena Pimentel Barbosa
Querência	13.033	17.786,20	0,7	0,692	81%	Apenas sumidouro,	Não a rede Alagamentos	Coleta diária Lixão	Pecuária Aquicultura: Tambacu, Tambatinga (Silvicultura: Agric. Permanente: Borracha (látex coagulado): Agric. Temporária: Soja Milho: Arroz
Ribeirão Cascalheira	8.881	11.354,81	0,8	0,670	80%	Apenas sumidouro,	Cobertura:>10%	Coleta 2 x sem. Lixão Não há variação	Silvicultura: Agric. Temporária: Soja, Feijão e arroz Agric. Permanente: Coco e Banana Indígena Pimentel Barbosa
Santa Carmem	4.085	3.855,36	1,1	0,715	100%	Apenas sumidouro,	Cobertura 10%	Coleta diária lixão	Silvicultura extração vegetal: Lenha, Carvão vegetal e Eucalipto Aquicultura: Tambaqui Pecuária bovina: Agric. Permanente: Látex coagulado Agric. Temporária: Soja e Arroz

Santa Cruz do Xingu	1.900	5.651,75	0,3	0,684	75%	Apenas sumidouro,	Não há rede Área de risco	Coleta 3 x sem. Lixão Não há variação	A oeste do município esta a terra Indígena de Capoto/Jarina. Aquicultura: Piau, Piapara, Piaçu e Piava; Tambacu e Tambatinga Pirarucu Agric. Permanente: Látex Coagulado Agric. Temporária: Soja, Milho e arroz.
Santo Antonio de Leste	3.754,	3.600,71	1,0	0,655	98%	Apenas sumidouro,	Cobertura 10%	Caminhão Coleta diária Lixão	Faz divisa na porção Nordeste com a Terra Indígena Parabubure Silvicultura: Aquicultura: Tambacu e tambatinga Pecuária Agric. Temporária:; soja, Milho, Algodão Herbáceo
São José do Xingu	5.240,	7.459,65	0,7	0,657	75%	Apenas sumidouro,	Não há rede	Caminhão Coleta diária Lixão	Parte oeste do Município pertence à reserva Indígena. Capoto Jarina Extração vegetal: Madeira de lenha e madeira de tora Aquicultura: Pacu e Patinga Pecuária bovina: Agric. Permanente: Borracha (Látex coagulado): Agric. Temporária: Soja, milho e Arroz.
Sinop	113.099,	3.942,23	28,7	0,754	73%	Apenas sumidouro,	Cobertura: 35%	Caminhão Coleta diária	Extração vegetal de madeira em toras e carvão vegetal Silvicultura:

								Aterro Controlado	Agric. Permanente: Banana, laranja, limão, goiaba Agric. Temporária: Soja, Milho, Arroz, feijão
União do Sul	3.760	4.581,91	0,8	0,665	100%	Apenas sumidouro,	Cobertura 15%	Coleta diária Lixão Não Há variação	Limita-se a Nordeste com a Terra Indígena Parque do Xingu. Extração mineral: carvão vegetal, madeiras em lenha e madeiras em tora Pecuária Agric. Temporária: Soja, Milho, mandioca.

Fonte: Censo do IBGE (2010) e BRASIL⁴⁶ (2005)

⁴⁶BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Relatório síntese do diagnóstico das condições de saneamento ambiental nas sedes dos municípios do Estado do Mato Grosso inseridas na bacia hidrográfica do rio Xingu. 2005. Relatório Final. 59p.

Tabela 03: Atividades econômicas dos municípios em que se localizam as nascentes do Xingu, Estado do Mato Grosso.

Município	Pecuária (Nº cabeças).	Soja (hectares)	Milho (Hectares)	Arroz (Hectares)	Algodão	Extração De madeira (tora) (m ³)	Extração de Madeira lenha (m ³)	Silvicultura (hectares)
Canarana	246.014	213.503	51.448	600	440	700	9.800	-
Cláudia	35.009	76.500	35.000	6.000	-	17.577	28.648	50
Feliz Natal	21.826	103.918	55.370	6000	-	3686	8850	420
Gaúcha do Norte	156.183	160.000	17.800	1.550	-	1.909	900	2.578
Marcelândia	201.207	37.700	13.000	8.000	-	38500	6800	353
Nova Ubiratã	-	348.850	162.000	6.300	8.802	13471	12603	4930
Querência	-	305.200	96.455	4.800	974	1500	9997	2245
Ribeirão Casalheira	285.993	72.932	18.915	1.050	-	25	10.284	80
Santa Carmem	27.216	94.000	40.000	5.000	-	60578	3168	763
Santa Cruz do Xingu	115.762	29.050	8.800	1.300	-	85	185	-
Santo Antonio de Leste	46.811	133.970	49.100	-	1270	-	3708	825
São José do Xingu	353.095	60.450	34.800	800	-	128	157	1284
Sinop	46.030	146.000	79.000	1540	4062	12.709	9000	-
União do Sul	29.529	26500	7050	3500	-	-	-	-

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE, 2014

No Médio Xingu a ocupação da área iniciou com a expansão missionária na área da Amazônia, com exploração da chamada drogas do sertão: Porto de Moz, Altamira e Prainha tiveram suas origens em antigas missões que datam o século XVII. São Felix do Xingu tem sua origem em antigo seringal fundado desde o início do século XX e Senador José Porfírio surgiu recentemente de desmembramentos dos municípios de Altamira, e Vitória do Xingu do desmembramento de Altamira, Senador José Porfírio e Porto de Moz.

Segundo Araújo *et al.*(2008) o período que antecede o censo de 1980 foi marcado pela construção da BR- 230 (Transamazônica), pelo Programa Integrado de Colonização (PIC) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), fato que promoveu em larga escala migração para essa região. Há tendência no crescimento na taxa de urbanização na Amazônia, com intenso fluxo migratório inter-estadual. Os principais fluxos originaram-se nos estados do sul e do nordeste do país. Na década de 70 os maranhenses tiveram destacada imigração Altamira (73,63%) e Senador José Porfírio (93,02 %).

De acordo com a Eletronorte⁴⁷ (1980; p. 4.3) essa região na década de 80 era vista com baixa densidade demográfica, o processo de ocupação do espaço foi realizado linearmente seguindo a beira rio e com população concentrada em pequenos núcleos. Predominavam atividades extrativistas – principalmente do látex e castanha - do- Pará – Não obstante mantendo práticas agrícolas tradicionais, em nível de subsistência, com tecnologia rudimentar e baixa capitalização.

No médio Xingu, a bacia adentra no Estado do Pará, e apresenta aspectos sócio-econômicos similares aos municípios do Estado do Mato Grosso como a pecuária e a exploração madeireira. A diferença central entre o alto e médio Xingu do ponto de vista socioeconômico reside especialmente no avanço das monoculturas, apesar presença da soja, em alguns municípios como Altamira e Placas. Na maioria dos municípios ainda é perceptível a presença da agricultura de subsistência como arroz, feijão, mandioca. Por outro, observou-se que a agricultura permanente predomina a atividade cacaueteira destacando-se os municípios de Medicilândia e Altamira, voltada ao mercado externo.

De acordo com Calvi (2009) é nítido em Medicilândia o predomínio da cultura cacaueteira, com uma forte tendência de substituição gradativa do café. Os motivos para essa tendência estão: a) A estabilidade no preço do cacau e mercado consumidor garantido. b) Instabilidade no preço do café; c) baixa produtividade das lavouras de café em função do manejo e idade das lavouras.

Outra tendência na Transamazônica segundo Calvi (2009) é a redução gradativa nas culturas de subsistência como arroz, feijão e milho. Esse cenário pode ser explicado pela redução de áreas de capoeiras e florestas, que originalmente eram implantadas roças no sistema tradicional de corte e queima e, atualmente o custo para conversão de áreas antigas pastagens em áreas de lavoura, resultando menor produtividade.

No Estado do Pará a bacia do Xingu abrange os municípios de: *Altamira, São Félix do Xingu, Senador José Porfírio, Vitória do Xingu, Brasil Novo, parte de Medicilândia, Placas* e a parte oeste do município de *Anapú* cobrindo uma área de 314.427,790 km². E dentre esses a maioria são impactados pela construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte como Altamira e Vitória do Xingu que perderam área, ou estão no entorno do empreendimento, mas não menos impactados (Figura 27).

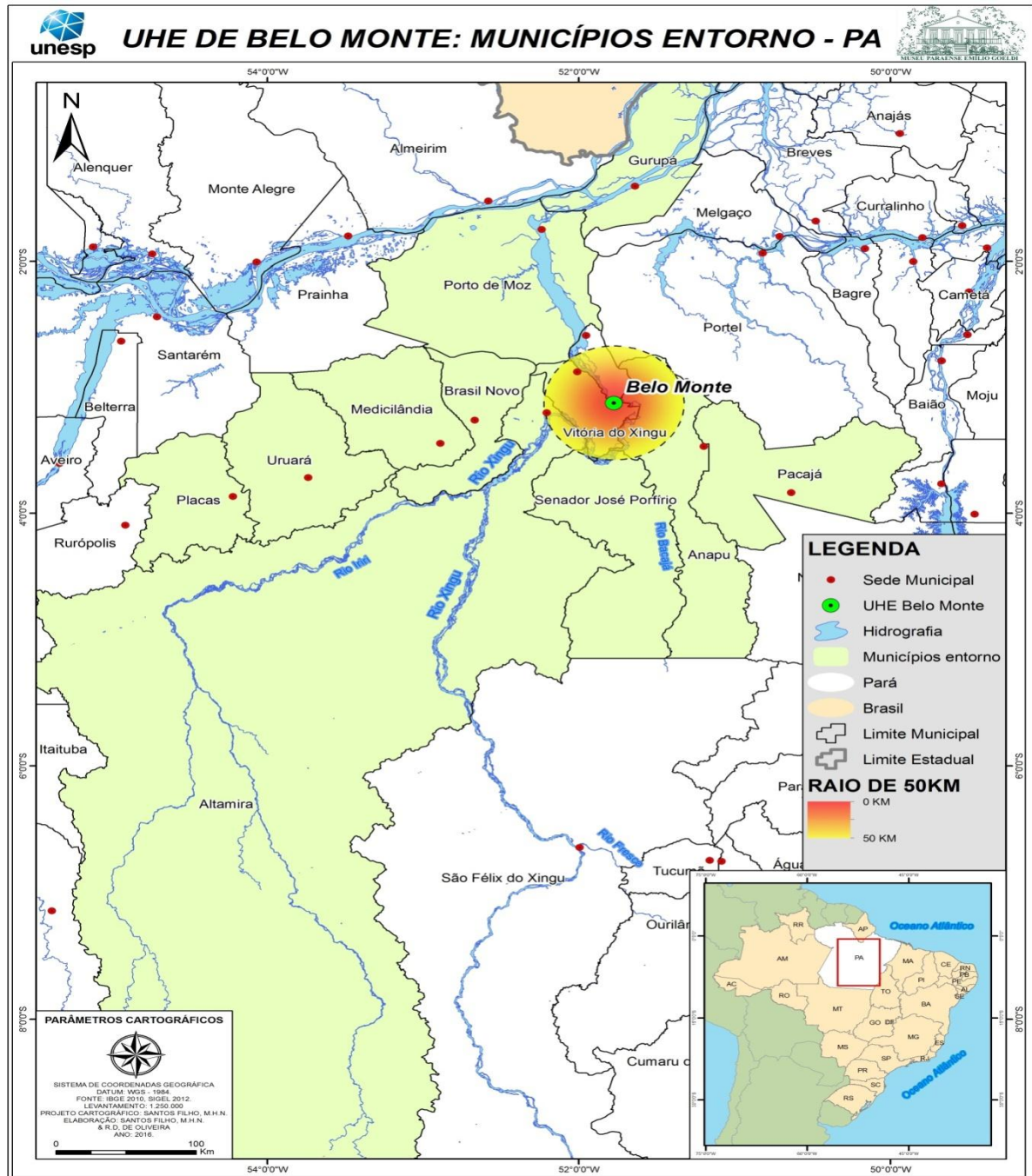
Apesar de São Felix do Xingu esta sob influencia do Rio Fresco e não esta na parte superior do médio Xingu apresentar-se como uma excelente transição entre o Alto Xingu e o Médio Xingu. De acordo com Kawakubo, Morato e Luchiari (2013) o início da década de 80, foi marcada por um novo ciclo, caracterizada pela associação de duas impactantes atividades, exploração mineral (cassiterita, ferro, ouro etc) e extração de madeira e se mantem até os dias atuais (Tabela 04).

Atraídos pela grande quantidade de jazidas minerais e de madeira com alto valor no mercado (mogno), companhias de mineração e madeireiras passam a se estruturar criando um novo cenário. Esta fase abriu o caminho para o desenvolvimento da pecuária na região.

A semelhança do que aconteceu com fronteiras mais antigas, a extração de madeira e a pecuária extensiva de corte constituem atualmente a base da economia regional. A

grande maioria das terras não é titulada e a forma do acúmulo de terras é oriunda da compra de lotes e da grilagem⁴⁸.

Figura 27: Municípios sedes e de entorno da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, Pará.



⁴⁸ Termo utilizado para a falsificação de documentos com a finalidade de se apropriar de terras públicas.

Existem várias razões que levam os colonos e fazendeiros a optar pela pecuária. Além de ser de baixo custo e de pouca demanda de mão de obra, ela é considerada um investimento de pouco risco. Muitos dos pecuaristas são originários de Goiás, Tocantins e Sul do Maranhão, que são regiões com grande tradição nesta atividade. De acordo com os referidos autores a nova frente de desmatamento se dirigiu para Nordeste, Noroeste (paralelas ao rio Xingu) e Oeste (adentrando-se para a Terra do Meio). O aumento do número de cabeças de boi acompanhou o ritmo frenético do desmatamento, o que leva a crer que a atividade pecuária seja a principal indutora do desmatamento na região.

De acordo com Watrin & Oliveira (2009) apresenta o perfil da atividade pecuarista na *Resex Verde Para Sempre*, Porto de Moz, são áreas de pastagens cultivadas, por médios produtores, em ambiente de Floresta Ombrófila Densa, uma vez que até 2004 não havia uma Resex implantada, ficando assim a terra livre para a exploração dos “grileiros”. O rebanho dessas áreas é composto, em sua maior parte, por animais mestiços de raças zebuínas (“gado branco”), criados em regime extensivo, visando à produção de carne e leite. As áreas relativas a esta classe ocorrem de maneira dispersa na porção sul da área de estudo (área de amortecimento), sob influência da cidade de Altamira e da Rodovia Transamazônica, tendo registro de produtores que chegam a possuir até mais de 1.500 animais por área.

Quanto a pecuária a um predomínio absoluto da extensiva de corte, assim como, no Estado de Mato Grosso, se observa graves problemas erosivos, a exemplo, do observado na zona rural do município de Brasil Novo (SOUZA, 2013) com inúmeras feições erosivas e degradação das pastagens.

De acordo com os dados do Instituto de Pesquisas Aeroespaciais (INPE) de 2009 - 2014 os municípios de São Feliz do Xingu e Altamira mantiveram taxas elevadas de desmatamento, conforme a base digital do PRODES⁴⁹.

⁴⁹ PRODES. Desflorestamento dos municípios. Disponível: http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/Prodes_municipal.php. acesso: 29-03-2016.

Tabela 04: Característica socioeconômica dos municípios do médio Xingu e São Felix do Xingu.

<i>Municípios</i>	<i>Número De habitantes*</i>	<i>Área do Município (km²)</i>	<i>Densidade Demográfica* hab/km²</i>	<i>Índice de desenvolvimento humano Municipal*</i>	<i>Abastecimento de água N. de domicílios ativos</i>	<i>Pecuária Cabeças</i>	<i>Agricultura temporária Área (hectares)</i>	<i>Agricultura Permanente Área (hectares)</i>	<i>Extração madeira em tora (m³)</i>
Altamira	99.075	159.533,255	0,62	0,665	4060	687.535	<u>Arroz: 2350</u> <u>Milho: 1300</u> <u>Soja: 800</u>	<u>Cacau: 6849</u> <u>Banana: 3870</u> <u>Café:860</u>	30.000
Anapu	20.543	11.895,296	1,73	0, 548	310	-	<u>Milho: 800</u> <u>Arroz: 500</u> <u>Mandioca:255</u>	<u>Cacau: 4720</u> <u>Banana: 1070</u> <u>Coco da Baía: 72</u>	100.000
Brasil Novo	15.690	6.362,575	2,47	0,613	1807	241.027	<u>Milho: 300</u> <u>Mandioca: 220</u> <u>Feijão: 40</u>	<u>Cacau: 5.115</u> <u>Laranja: 20</u>	5.000 Obs: Ao sul Terra Indígena Araras
Pacajá	39.979	11.832,330	3.38	0,515	399	536.460	<u>Milho: 2.300</u> <u>Mandioca: 2.260</u> <u>Feijão: 1.100</u>	<u>Cacau: 3.858</u> <u>Banana: 1.470</u>	70.000

Placas	23.934	7.173,194	3,34	0,552	-	127.830	<u>Milho:1700</u> <u>Mandioca:1200</u> <u>Arroz: 1.100</u> <u>Feijão:570</u> <u>Soja:300</u>	<u>Banana: 1.890</u> <u>Cacau:1.400</u> <u>Pimenta-do-reino:200</u>	8.111
Senador José Porfírio	13.045	14.419,916	0,90	0,514	2.719	70.379	<u>Mnadioca: 525</u> <u>Milho:500</u> <u>Feijão: 300</u> <u>Arroz: 100</u>	<u>Banana: 800</u> <u>Cacau: 1.060</u> <u>Pimenta do reino:20</u>	20.000
Vitória do Xingu	13.431	3.089,537	4,35	0,596	404 Enchentes	156.564	<u>Arroz:100</u> <u>Feijão: 100</u> <u>Mnadioca1.180</u>	<u>Cacau:3.816</u> <u>Banana: 550</u> <u>café:288</u> <u>coco-da-baía: 100</u>	6.000
Porto de Moz	33.956	17.423,017	1,95	0,503	1885	50.030	<u>Mandioca: 500</u> <u>Milho: 150</u> <u>Feijão: 45</u> <u>Arroz:125</u>	<u>Banana 60</u> <u>Coco-da- baia: 150</u> <u>Pimenta-do-reino:18</u>	19.466 <u>Reserva Extrativista Verde Para Sempre</u>

Medicilândia	27.328	8.272,629	3,30	0,582	2.328	152.562	<u>Mandioca: 1.315</u> <u>Milho:900</u> <u>Feijão: 400</u> <u>Arroz: 100</u>	<u>Cacau: 36.713</u> <u>Café:1500</u> <u>Banana: 3.790</u>	10.000 Abrange parte da Terra Indígena Arara
São Felix do Xingu	91.340	84.213,215	1,08	0,594	1.765	-	<u>Milho:12.300</u> <u>Arroz:330</u> <u>Feijão: 503</u>	<u>Cacau:1.902</u> <u>Banana: 1.300</u>	4.012

Fonte: Informações Estatísticas do IBGE(2009)

Além dos dados apresentados do IBGE (2010) sobre o saneamento básico especialmente, no que se refere à realidade do município de Vitória do Xingu e Altamira. Esses números são transitórios, estando em execução desde 2012 o Projeto Básico Ambiental (PBA) que prevê algumas ações neste município referente ao sistema de esgoto e sistema de drenagem por meio do plano de requalificação urbana.

O PBA para minimizar os impactos do aumento da demanda por equipamentos e serviços sociais, propõe-se como ação mitigadora o apoio à melhoria da infraestrutura social e urbana para Altamira, Vitória do Xingu e localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal, sendo previsto a implantação aterro sanitário e sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de toda a área urbana.

Antes das ações do Projeto Básico Ambiental o sistema de galerias de águas pluviais atingia apenas parcialmente a área urbana, descarregando as águas de chuva principalmente no rio Xingu, e parcialmente no igarapé Altamira e em um alagado da várzea do igarapé Panela, a montante da área de ocupação urbana.

Em Altamira, por exemplo, de acordo com o dossiê Belo Monte elaborado pelo instituto socioambiental (2015; p. 10) foram investidos em obras R\$ 485 milhões no saneamento básico, na construção de 220 km de redes de esgoto e 170 km de redes de abastecimento de água, mas nenhuma casa foi ligada ao sistema.

Não há perspectiva de que as ligações domiciliares sejam realizadas no curto prazo, pois há um impasse entre a empresa e o poder público sobre quem assumirá os custos dessas obras. O barramento no rio Xingu causará a piora da qualidade da água do rio se o esgoto urbano continuar a ser jogado sem tratamento no Xingu e nos lençóis freáticos. A estação de tratamento de esgoto está construída, mas sem as ligações domiciliares o sistema não pode receber o esgoto e funcionar.

**Capítulo III: Paisagens
Hidrogeomorfológicas e suas dinâmicas**

3.0 - Paisagens Hidrogeomorfológicas: Características, funções e dinâmicas.

A compreensão da evolução da paisagem na área urbana de Altamira perpassa pela análise de três etapas: Identificação, caracterização dos componentes e dinâmicas da paisagem. Essa seqüência metodológica esta baseado nos princípios teóricos em que a paisagem é considerada um sistema complexo, dinâmico, onde vários fatores naturais e culturais se influenciam mutuamente e se modificam ao longo do tempo, determinando e sendo determinados pela estrutura global (FORMAN e GODRON, 1981, 1986 e 1995; ZONNEVELD e FORMAN, 1989; NAVEH e LIEBERMAN 1994; FARINA, 1998 e 2001; 2004; METZGER, 2001).

A paisagem é uma combinação heterogênea de *ecossistemas*, que neste estudo apresenta-se como um conceito chave, complexamente estruturado, cuja dinâmica deve priorizar regras da distribuição dos *elementos da paisagem* e dos *ecossistemas* e as conseqüentes alterações ecológicas, no mosaico paisagístico, ao longo do tempo.

Em ecologia da paisagem importa a compreensão da estrutura, a função e a alteração do ecossistema. A estrutura se refere às relações espaciais entre ecossistemas distintos analisando a distribuição de energia, materiais e espécies em relação ao tamanho, forma, quantidade, tipos e configuração dos componentes (FORMAN e GODRON, 1986). A função diz respeito à interação entre os elementos espaciais, isto é, o fluxo de energia, materiais e espécies entre os componentes ecossistêmicos. A alteração se refere à mudança na estrutura e na função do mosaico ecológico (TURNER e GARDNER, 1991), considerando que a dinâmica paisagística depende das relações entre as sociedades e seu ambiente, criando estruturas modificadas no espaço e no tempo, e que essa heterogeneidade controla numerosos movimentos e fluxos de organismos, matéria e energia (BUREL E BAUDRY, 2002).

Apesar do modelo oriundo da ecologia da paisagem não ter sido aplicado na íntegra na execução da tese, a análise da paisagem na tríade: função, estrutura e dinâmica foi mantida. Outros conceitos que podem ser adequados eventualmente a área de estudo como o conceito de mancha, unidade⁵⁰), corredores e mosaico.

⁵⁰ MARENZI, R. C. **Estudo da Valoração da Paisagem e Preferências Paisagísticas no Município da Penha - SC**. Curitiba, 1996. 119p. Dissertação (Mestrado em Conservação da Natureza) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

3.1- Identificação e caracterização dos componentes da paisagem.

A paisagem nesta pesquisa apresenta-se de forma heterogênea, integrada e complexa uma vez que os elementos naturais, já foram apropriados por vários grupos humanos com vínculos econômicos e culturais, compreendidos como territorialidades, sendo impossível estabelecer uma separação nítida entre natural e humano.

As principais unidades hidrogeomorfológicas identificadas na área urbana de Altamira foram: a) Igarapés dentre os quais Ambé, Altamira e Panelas; b) Planície de inundação - associadas ao Rio Xingu e a ao setor de Jusante dos três igarapés Ambé, Altamira e Panelas; c) Lagoas marginais; d) Terraços – que compreendem antigas planícies de inundação; e) Pedrais; e) Praias arenosas – que compreendem as barras arenosas laterais e ilhas. A unidade Pedrais não está identificada na representação cartográfica apenas na pesquisa de campo (Quadro 19 e figura 28a).

O Rio Xingu os três igarapés e as planícies fluviais se enquadram, enquanto componente da paisagem como corredores. Os corredores correspondem a uma rede de ligação entre as chamadas manchas possibilitando conectividade entre os organismos (BUREL e BAUDRY, 2002; p. 241), sendo classificados como cursos d'água (Rio Xingu e os três afluentes) e faixa de corredores formado principalmente pelas áreas de igapó.

A conectividade depende da proximidade dos habitats, da densidade de corredores e da permeabilidade da matriz (MATZGER, 2001; p.7). O rio Xingu e os igarapés Ambé, Altamira e Panelas são corredores exercem funções de condutores⁵¹, fontes, sumidouro⁵², habitats e filtro.

As lagoas marginais, lagoas de ilhas, praias fluviais e pedrais enquadram-se como manchas na condição de habitats. Assim, identificaram-se na área urbana de Altamira os seguintes sujeitos que exploram esses ecossistemas: pescadores, oleiros, carpinteiro náutico, comerciantes, areeiros, pilotos de embarcações e ribeirinhos. Vale ressaltar, que a pesquisa foi realizada em período de transição⁵³, assim tem-se dois contextos ambientais e socioeconômicos desses ecossistemas (Quadro 20 e figura 28b e 28c).

De acordo com o ISA (2015; 14) a pesca constitui-se a principal atividade do médio Xingu, Altamira e Vitória do Xingu, uma vez que a história regional abrange a bacia do rio Xingu

⁵¹ Condutor – a forma linear tende a produzir fluxos no mesmo sentido, propiciando uma condução natural (FORMAN, 1995);

⁵² Sumidouro – o desaparecimento de organismos, sedimentos, sementes e outros componentes, carregados para o corredor e morrendo ou ficando inativos por não encontrarem condições adequadas. O fluxo fluvial, o vento, a neve, ou outros fatores podem acumular material nos corredores, tornando os animais mais expostos a predadores no ambiente mais aberto (FORMAN, 1995);

⁵³ Período Pré- barragem e durante a instalação da barragem da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

e o interflúvio Xingu-Iriri, e alcança áreas isoladas da Terra do Meio, que na prática se manifesta pelo elevado grau de parentesco na cidade e no beiradão. No passado, esse grupo viveu da extração da seringa, da coleta da castanha, da caça do gato e do garimpo do ouro. No período, antes da remoção compulsória, muitos pescadores mantinham, nas ilhas, suas residências, pequenos roçados e pomares destinados à alimentação da família.

Alguns desses ecossistemas sofreram impactos imediatos após o barramento do Rio Xingu, como supressão da extensa área de planícies de inundação dos igarapés Ambé e Altamira, desaparecimento de barras laterais no Rio Xingu e afogamento da foz dos igarapés. Essas unidades hidrogeomorfológicas localizados na área urbana de Altamira, porém, foram apropriados pelos diferentes sujeitos a exemplo das áreas de igapós permanentes e /ou estacionais⁵⁴, lagoas marginais, pedrais e dos próprios igarapés. Esses ecossistemas apresentam funcionalidade ecológica e aproveitamento socioeconômico.

Percebe-se que algumas atividades após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte tendem a desaparecer como ocorre com a atividade oleira e da pesca de peixes ornamentais no rio Xingu que desarticulou toda uma cadeia produtiva (pescadores ornamentais, atravessadores, donos de aquários, transportadores e os importadores internacionais). Essas áreas que passaram por vários processos de ocupação, e aparentemente já haviam alcançado um novo equilíbrio ou “pseudo equilíbrio”, com o barramento do rio Xingu e passam por uma nova fase de instabilidade.

Na fase de pré-barragem, o pulso de inundação, era relativamente previsível, implica na ocorrência de flutuações de nível da água, com amplitude média anual de até 8 metros acima do nível normal do Rio Xingu. De dezembro a abril ocorrem mudanças do nível das águas, tendo início a inundação, primeiro nas partes mais baixas das margens e ilhas e depois entrando definitivamente nas regiões mais elevadas, topograficamente formando igapós, ou lagoas marginais.

A complexidade e diversidade de formas e ecossistemas associados à dinâmica fluvial, na área urbana de Altamira, favoreceram a apropriação dos mesmos por diferentes sujeitos, conforme as potencialidades de cada unidade. No caso dos igarapés sua utilização deu-se inicialmente para uso da água para consumo humano, para o lazer por meio de balneários principalmente no igarapé Ambé - Balneário Cipó Ambé e Balneário

⁵⁴ PRANCE (1980) que delimita no médio Xingu presença de Igapó (permanente e estacional), por se tratar de um rio de água clara e trabalhos mais flexíveis que usam o termo várzea a apropriação dos recursos com atividades específicas associadas ao pulso de inundação.

São Francisco e esgoto a céu aberto, pela falta de um sistema de coleta e tratamento de esgoto doméstico.

Das praias fluviais destaca-se a Praia do Pepino impactada pela construção da Hidrelétrica de Belo Monte, Praia do Pajé localizada próximo à desembocadura do igarapé Pannels e Praia do Massanori (12 km do centro de Altamira). A exploração de areia do rio Xingu centralizado principalmente na Prainha e próximo à travessia para o Assurini, deposição de argila na planície de aluvial do igarapé Pannels.

Quadro 19: Descrição dos principais tipos de paisagens hidrogeomorfológicas identificadas na área urbana de Altamira.

Unidades Hidrogeomorfológica	Característica, gênese e função	Apropriação e uso na área urbana (Pré-barramento)	Impactos durante a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (Fse de barramento)
Rio Xingu	A Calha do rio apresenta largura de mais de 1000 m, com encostas mais ou menos íngremes e perfil muito variado, muitas vezes profundo e irregular, com fundo de areia ou de rocha. Curso sinuoso e irregular com presença de inúmeras ilhas, que determinam a formação de inúmeros canais (multicanais) menores anastomosados (ISA, 2015; p.20). O rio Xingu é considerado um corredor e apresenta as seguintes funções habitat, condutor, fonte, filtro e sumidouro.	O uso do Rio Xingu conforme ISA (2015; p.21) o canal do rio Xingu por suas características ambientais, constitui um importante ambiente para a pesca comercial.	Os impactos que foram mais sentidos durante a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, do nível das águas do Xingu, elevação do nível do lençol freático com contaminação dos poços nas áreas topografia abaixo de 120m, alargamento do canal pela elevação do nível das águas e desaparecimento de ecossistemas localizados em seu interior.
Igarapés	São cursos d'água de pequena extensão e reduzida largura, de baixa ordem hierárquica, que cortam a área urbana de Altamira e, que são pequenas sub-bacias do Rio Xingu, desaguando diretamente no canal. Os três principais são: Ambé, Altamira e Panelas compondo uma extensa área inundada periodicamente no setor de jusante dos três igarapés e o Rio Xingu. Os igarapés Ambé, Altamira e Panelas também apresentam as mesmas funções do Rio Xingu sendo habitats, condutores, fontes, filtros e sumidouros.	No período que antecede a hidrelétrica de Belo monte, esses igarapés são utilizados pela população, inicialmente para abastecimento de água, uso residencial e lazer por meio dos balneários: São Francisco (Remanejado), Parque do Açaizal (desativado) e na zona rural Recanto Cardoso. No médio e alto curso observou-se a construção de represas e açudes com finalidades diversas: piscicultura, lazer e dessedentamento de animais.	Dentre os impactos provocados pelo período de instalação da barragem estão o afogamento de suas desembocaduras, pela elevação dos níveis das águas do rio Xingu, expansão de obras as margens dos igarapés imprimindo mudanças diretas sobre seu leito maior e excepcional e pela instalação de pontes de concreto sobre os três igarapés como pela construção dos parques ambientais. Assoreamento dos igarapés pela retirada de extensa área de Floresta Aluvial remanescentes e aterramento dos igapós.
Planícies fluviais	Compreendem as áreas que estão às margens dos três igarapés, que são periodicamente inundadas. A a planície fluvial do Xingu também, está em alguns trechos integradas as planícies secundárias. As planícies aluviais exercem funções de habitats, condutores e fontes.	As planícies fluviais dos igarapés foram ocupadas principalmente na parte da desembocadura, no contato com o Xingu, onde se apresentam mais planas e extensas, assim foram ocupadas por grupos com finalidades diversas: exploração de areia,	As planícies foram afetadas principalmente pela construção de pontes de concreto, um total de oito pontes, de imprimindo alterações sobre o leito dos canais. Construção e asfaltamento de vias de acesso na cidade. E por projetos urbanísticos iniciados pela Norte Energia, mas no entanto estavam sendo concluídos pela prefeitura Municipal de Altamira.

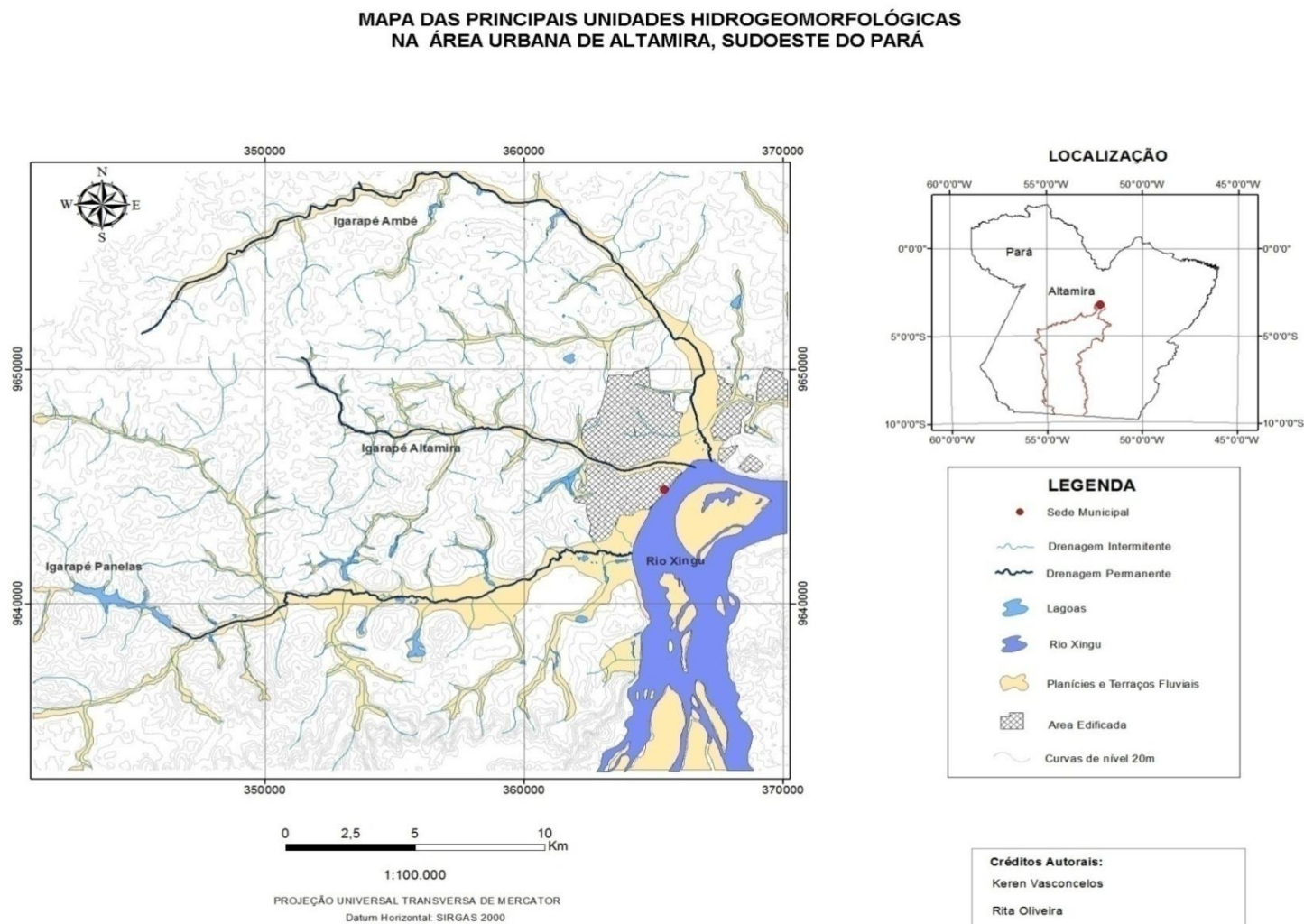
		argila, carpintaria, comércio, habitação anormais adaptadas a flutuação do nível dos igarapés.	
Lagoas Marginais e Lagoas de Ilha	As lagoas marginais são corpos líquidos, ecossistemas de transição que se localizam na planície de inundação, compreendem áreas deprimidas geralmente em formato circular, com lamina d água variável, com profundidade de 3 a 6 metros nas cheias e de 1 a 3 metros nas vazantes tem gênese na área urbana relacionada a meandros abandonados e transgressão marinha. Na ilha de Arapujá sua gênese esta relacionado à presença de Paranás, (cursos complementares a drenagem principal de grandes rios que formam a ilha), bem como, da migração progressiva do leito menor. O intercambio entre lagoas e o rio Xingu depende de um balanço de água na lagoa, que por sua vez depende da quantidade da precipitação, evaporação, entrada de água subterrânea e escoamento superficial, com nível de intervenção antropogênica e intercambio com o Rio Xingu. As lagoas exercem uma importante função de habitat.	As lagoas marginais localizam-se as margens do Rio Xingu. Neste caso, duas grandes representantes no Independente II, e na ilha do Capacete ou Arapujá. Muitas lagoas ao longo do processo de ocupação, e canais de drenagem foram sendo extintas gradativamente ao longo do processo de ocupação histórica. O Plano Diretor de Altamira (ALTAMIRA, 2010; p.69) apresenta uma dessas lagoas na planície do igarapé Ambé, entretanto, o nível de intervenção na área e o processo de desapropriação dos bairros Aparecida e Invasão dos Padres dificultou a identificação da mesma.	Estes ambientes foram grandemente impactados ao longo da ocupação compreendem lagoas as margens do Xingu, a exemplo localizadas no Haras de Altamira e localizadas as margem do Xingu, especialmente relacionadas às planícies de inundação do igarapé Panelas (Bairro Independente II) e na ilha do Arapujá. As outras planícies de inundação por apresentarem processo de ocupação mais antigo às lagoas foram extintas, porém apresentam até os dias atuais impactos.
Terraços Fluviais	São áreas encontradas abaixo da terra firme. São áreas adjacentes a planícies fluviais que correspondem a antigas planícies de inundações e com a sedimentação gradativa, que se estende do Pleistoceno e são retrabalhados no Holoceno	Essas áreas visualmente são as mais difíceis de serem identificadas na margem esquerda do Rio Xingu, sobretudo porque já estavam ocupadas pela população, semelhante às planícies fluviais forma bastante alteradas e ocupadas por residências.	Essa unidade é identificada com maior facilidade após o remanejamento da população ocupava as planícies fluviais ou baixios como designam a área inundada, em muitos casos por uma pequena diferença altimétrica, as casas instaladas nas áreas de terraços foram deixadas fora do remanejamento pela Norte Energia. Um exemplo é a área de sítio arqueológico próximo a praia do Pepino e no bairro independente II. Observaram-se casas isoladas porque se assentaram sob antigos terraços, mesmo com toda a circunvizinhança sendo manejada.
Pedrais	Compreendem afloramentos rochosos no interior de cursos d'água, correspondem a áreas de corredeiras e lajeiros. De acordo com Regiões do rio com falhas geológicas, onde a água corre com maior	Essas áreas estavam localizadas próximas a área localizada na zona rural de Altamira Asurini, no balneário Pedral, onde no	A principal área de pedrais na área urbana localizava-se em Balneário Pedral de mesmo nome, no próprio rio Xingu. Quanto aos impactos essa área integra a área de inundação

	<p>velocidade (em geral $>1\text{m. s}^{-1}$). São acompanhados por blocos rochosos, dispostos nas margens ou nos interior canais (ISA, 2015; p.20). Essas áreas são de grande importância ictiofauna em que predominam os loricariídeos (acarís), anostomídeos (piaus), ciclídeos (representados principalmente por jacundás) e <i>caracídeos serrasalmíneos</i> (principalmente pacus). Apresentam importante papel como habitats e fontes.</p>	<p>período das cheias, essas áreas eram submersas e no período de estiagem eram emersas. Esses afloramentos nos leitos dos igarapés foram identificados no igarapé Cupiúba das Pedras, que integra a bacia do Igarapé Ambé e no Rio Xingu.</p>	<p>permanente. Vale ressaltar que esta unidade não foi identificada no mapa em função da escala geográfica. Entretanto, destaca-se a importância da área de pesca de consumo e ornamental. De acordo com ISA (2015; p.20).</p>
<p>Praias fluviais (Bancos arenosos)</p>	<p>As praias fluviais são feições deposicionais caracterizada por um gradiente, localizadas a margem do Rio Xingu, na área urbana de Altamira, no contato com a foz do igarapé Ambé e Pannels: praia do pepino, praia do pajé e Prainha. Estavam localizadas na área urbana de Altamira, constituídas por partículas de arenosas. São considerados importantes habitats e fontes.</p>	<p>Localizadas a margem do Xingu, a exemplo, da Praia do Pepino (Localizada no Bairro Independente I) e a Praia do Bajé localizado na desembocadura do Igarapé Pannels e alguns fizeram referencia a Prainha localizada na bacia do igarapé Ambé. Eram fundamentais como áreas típicas de lazer.</p>	<p>Após o barramento do rio Xingu essas praias foram desaparecendo gradativamente também compondo as áreas de inundação permanente. Algumas praias artificiais foram construídas em Altamira uma no Asurini, na orla do caís em frente ao Instituto Maria de Matias e na uma Estrada do Macenório, denominada de Praia do Macenório.</p>
<p>Ilhas de acúmulo detrítico</p>	<p>São formas topográficas situadas no leito do canal, elaboradas a partir da interação entre o fluxo de água e o movimento de sedimentos resultando em irregularidades produzida no leito do rio Xingu. São constituídas por partículas de areno-cascalhenta, intercalada com material mais fino (argila e silte). Sua gênese esta relacionada a feições morfogenéticas, barramento litológico de fundo de leito (pedrais) e anastomosadas. São áreas localizadas principalmente no interior do rio Xingu, apesar de não serem enfatizados diretamente, uma vez que a pesquisa concentrou-se na área urbana, foram analisados pontos na ilha de Arapujá ou Ilha do Capacete localizada em frente ao rio Xingu, pois apresenta importantes habitats em seu interior.</p>	<p>Apesar da proximidade a Altamira essa ilha apresentava um lagoa representativa, com elevado nível de conservação, com elevada conectividade com o rio Xingu, por meio de canais de drenagem.</p>	<p>O maior impacto a ilha de Arapujá esteve relacionada à retirada da Floresta Ombrofila Aluvial das árvores de maior porte, queima e enterramento de material da cobertura vegetal. Outra situação que se agrava é que ecossistemas como as tornam-se mais vulnerais a destruição, e inundação e a outros usos.</p>

Fonte: Pesquisa de Campo (2014, 2015, 2016).

]

Figura 28a: Representação das principais unidades hidrogeomorfológicas na área urbana de Altamira, PA.



Quadro 20: Relação dos Sujeitos na área urbana de Altamira e as unidade hidrogeomorfológicas do Rio Xingu.

Agentes Sociais	Funções Antes Da UHBM	Impactos as Atividades Pela Instalação Da UHBM
Pescadores	Na atividade da pesca distinguiríamos dois grupos: a) Um grupo que realizava a atividade extrativista nos moldes da pequena produção mercantil destinada ao abastecimento principalmente a área urbana e adjacências, voltada essencialmente à subsistência; b) e outro grupo que realiza a pesca ornamental, atividade específica e com certa especialização, com técnicas de predação pouco conhecidas visto que a maior parte da produção destina-se ao mercado internacional por meio da captura de vários tipos de acaris (<i>Loricariidae</i>) dentre eles, o ameaçado acari zebra, endêmico do médio rio Xingu (CARVALHO JÚNIOR ⁵⁵ et al. 2009,p.521). Empiricamente, os pescadores ocuparam prioritariamente a faixa de inundação do rio Xingu por meio da instalação de palafitas garantindo a proximidade com o rio e para melhor posicionamento das embarcações, área portuária de embarque e desembarque e bairros típicos de pescadores como o bairro Aparecida e na rua da peixaria na bacia do igarapé Ambé estava localizada a Associação de Criadores e Exportadores de Peixes Ornamentais de Altamira (ACEPOAT).	Tanto a pesca ornamental como a pesca subsistência foram impactadas, pela inundação de pedrais e pela redução das espécies pela acentuada mortalidade de peixes durante a instalação das barragens. Vale ressaltar, que mesmo na área urbana, nas áreas de influencia do igarapé Ambé e mesmo Altamira ainda era possível realizar pesca de subsistência. De acordo com o Plano Básico Ambiental (PBA) e o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), 516 hectares do espelho d'água da hidrelétrica serão destinados à prática da aquicultura e pesca, com construção de um laboratório para estudar e promover o cultivo de peixes ornamentais.
Oleiros	Os oleiros são aqueles que realizam a exploração de argila consiste em uma operação de lavra essencialmente manual, seguida de uma moldagem também manual da argila para produção de tijolos no igarapé Ambé e Panelas. Por outro lado, uma única exceção a este modelo é uma cerâmica industrial, denominada extinta Santa Clara, onde a lavra é feita por pá mecânica, no Igarapé Panelas, e a moldagem dos tijolos, por extrusão, na unidade industrial situada na cidade de Altamira ⁵⁶ .(ELETROBRAS, 2009). Durante a pesquisa de campo foi observado que na área de exploração de argila, muitos oleiros ocupam residências improvisadas de madeira e palha, durante o verão Amazônico e permanecem até o período de cheias se o nível do Rio subir muito, eles abandonam a área mantendo a sazonalidade da atividade. Segundo Rocha &	A atividade foi extinta uma vez que as áreas de olaria foram inundadas. No ano de 2016, é possível observar área considerável inundada, na desembocadura do igarapé Ambé e as proximidades da desembocadura do igarapé Panelas.

⁵⁵ CARVALHO JÚNIOR, J. R.; CARVALHO, N. A. S. da S. ; NUNES, J. L. G.; CAMÕES, E.; BEZERRA, M. F. da C.; SANTANA, A. R. de; NAKAYAMA, L. **Sobre a pesca de peixes ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso.** B. Inst. Pesca, São Paulo, 35(3): 521 - 530, 2009.

⁵⁶ ELETROBRAS. **Caracterização Geológica e Estimativa dos Recursos de Argila das Áreas a Serem Inundadas, Remanescentes e Novas Alternativas de Jazidas em Altamira.** 2009.

	Oliveira ⁵⁷ (2014; p.25) mesmo os que possuem casa própria em outro local, preferem morar no período de estiagem na olaria. Dos três agentes destacam: Dono da olaria, Prestador de serviços que realiza apenas serviço de frete e comercialização e o trabalhador por produção o Amassador e o Cortador. De acordo com o ultimo levantamento realizado eram mais de 30 famílias de oleiros na planície do igarapé Pannels.	
Moradores	Dentre os moradores da planície dois grupos específicos chamam atenção: a) Indígenas e b) migrantes nordestinos. Os indígenas que foram se afastando gradativamente da Volta Grande do Xingu se miscigenaram com outras etnias ou mesmo com não- índios. Nesse processo, perderam o nome indígena, língua materna e religião e assumiram uma vivencia cidadina, durante a pesquisa de campo foram identificadas varias etnias (Xipaia, Curuaia e Juruna) (PATRICIO ⁵⁸ , 2000; SARAIVA ⁵⁹ , 2005; p. 15) e, residiam no setor denominado baixão do Tufi exercem funções diversificadas: pedreiros, comerciantes de peixe, lavadeiras alguns bairros em Altamira são definidos como eminentemente indígenas como bairro Independente II (ALONSO & CASTRO ⁶⁰ , 2006; p.205). Os migrantes são predominantemente nordestinos que vieram para Altamira, principalmente a abertura da Transamazônica, mas, também para participar de “ciclos econômicos” como seringueiros, garimpeiros e, ao termino dessas atividades acabaram ocupando áreas impróprias para moradia como áreas de igapó, a planície de inundação, e o próprio leito dos igarapés especialmente no igarapé Altamira. Em muitos casos, esses migrantes são de municípios próximos como Porto de Moz e Gurupá. Em gral, essas casas são em madeira, com poucos cômodos, sem água tratada e, nem esgotamento sanitário denominadas de Subnormais, e conhecidas regionalmente como Palafitas.	Na estapa que a pesquisa, estava sendo realizado deslocamento compulsório da população do baixão do Tufi e invasão dos Padres estava sendo realizada. Duas principais vertentes de deslocamento foram traçadas: a) Ocupados gradativamente da lagoa do Independente I, e b) As outras áreas de realocação compreendem os Reassentamentos Urbanos Coletivos (RUc) dentre os quais: Jatobá, Laranjeiras, São Joaquim, Água Azul e Casa Nova.
Comerciantes	Nesse grupo também incluímos os donos de bares e restaurantes que atuam na orla e um comercio tradicional a beira do rio as chamadas peixarias	Nesta etapa, foi possível observar que alguns estabelecimentos tradicionais, conseguiram se realocar em outros pontos próximos ao

⁵⁷ ROCHA, C.S.R.; OLIVEIRA, F.P.M. **Estudo da cadeia produtiva do tijolo artesanal e as incertezas quanto ao futuro da atividade oleira em decorrência do impacto da hidrelétrica de Belo Monte, Altamira, Pará.** Universidade Federal do Pará. 2014.40 pg.

⁵⁸ PATRICIO, M. **Índios de verdade: o caso dos Xipaia e os Curuaia em Altamira – Pará.** Belém – 2000. 100f. Dissertação de Mestrado em Antropologia, Universidade Federal do Pará).

⁵⁹ SARAIVA, M.P **Identidade Multifacetada: a reconstrução do “ser indígena” entre os Juruna do Médio Xingu.**2005.185f. (Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Pará, Nucleo de Altos Estudos Amazônicos).

⁶⁰ ALONSO, S.; CASTRO, E. **Processo de transformação e representações rural- urbano em Altamira.** In: CARDOSO, A.C.D (org.). O rural e o Urbano na Amazônia: diferentes olhares e perspectivas- Belém: EDFPA, 2006.p. 161-215.

	especializadas como a Kaline e Peixaria do Fuminho na influencia da praia urbana denominada de praia do pepino. E na principal via de entrada da cidade com vendedores de peixes regionais na jusante do igarapé Ambé.	contato com o rio Xingu, e exemplo da Peixaria Kaline, o Bar e Restaurante Paiol Beer que conseguiram se reestabelcer na Rua Coronel José Porfírio, em Antigos Terraços fluviais.
Areeiros	A atividade de extração de areia e seixo ocorre as margens do rio Xingu é bem ampla e envolvem vários trabalhadores desde motoristas, barqueiros, mergulhadores que dirigem tratores, caminhões, barcas e embarcações menores. Esses trabalhadores estão entorno de uma associação dos Areeiros. Com o crescimento da construção civil a atividade cada vez mais foi intensificada.	Dentre os impactos aos areeiros está a redução da área para a execução de sua atividade, mas precisamente na área próximo a balsa de travessia para o Assuruni, e na área denominada de Prainha. De acordo com os relatos ainda não houve nenhum tipo de indenização ou remanejamento para outras áreas, tal como ocorreu com os carpinteiros Náuticos. Outra reclamação que após a “limpeza da parte frontal da ilha de Arapujá”, é a grande quantidade de lama e restos vegetais que são misturados com a areia.
Carpinteiro Náutico	Grupo responsável pela fabricação de embarcações em madeira (Canoa e Catraia ⁶¹). Os conhecimentos de carpintaria náutica são advindos de saberes tradicionais, sendo repassados de pai para filho. Antes da remoção compulsória os carpinteiros náuticos realizavam suas atividades, em locais variados próximo as margens do Xingu, especificamente no porto seis e em frente ao Instituto Maria de Mattias e, em Frente à Funai, seus principais clientes eram os ribeirinhos, que moravam em ilhas próximas a Altamira.	Dentre os impactos estão à realocação do grupo temporariamente na Prainha, enquanto, aguardam a finalização do Centro Náutico que está sendo construído pela Norte Energia e abrigará os 50 carpinteiro Náuticos. Localizado na Avenida João Pessoa, próximo a Casa do Índio.
Ribeirinhos	Abrange uma parcela da população que mantém uma forte relação com a dinâmica de cheia e vazante do Rio Xingu, estabelecendo um modo de vida específico, são denominados de beiradeiros. No Médio Xingu o modo de vida ribeirinho não exclui sua relação com a cidade e com o mercado, para acesso a educação, políticas públicas e mercadorias mantendo com dupla moradia ou bilocalidade (MAGALHÃES, 2017, p.29).	Vários ribeirinhos foram identificados em pesquisa de campo no baixão do Tufi, muitas famílias que mantinham dupla moradia no baixão do Tufi e nas ilhas desempenhavam atividades conjugadas de pesca e caça para subsistência nas ilhas, e parte da família residia em Altamira, para garantir acesso a saúde e educação. Entretanto, apenas uma residência foi indenizada. Outras situações também foram identificadas de famílias que deslocavam aos finais de semana durante a seca do rio utilizando a residência das olhas para descanso, lazer e pesca esportiva. E por fim, uma minoria que conseguiram as duas residências nos reassentamentos urbanos coletivos, porém, venderam as casas por não se adequar ao modo de vida exclusivamente na cidade e, distante do Rio Xingu.

Fonte: Organizado pelo autor (2016)

⁶¹ Barco simples movido a remo, canoa rústica.

Figura 28b: Unidades hidrogeomorfológicas na área urbana de Altamira: (a) Praia do Pepino. (b) Balneário Pedral, (d) Lagoa em processo de ocupação desordenada e, (d) Igarapé Altamira no baixão do Tufi.

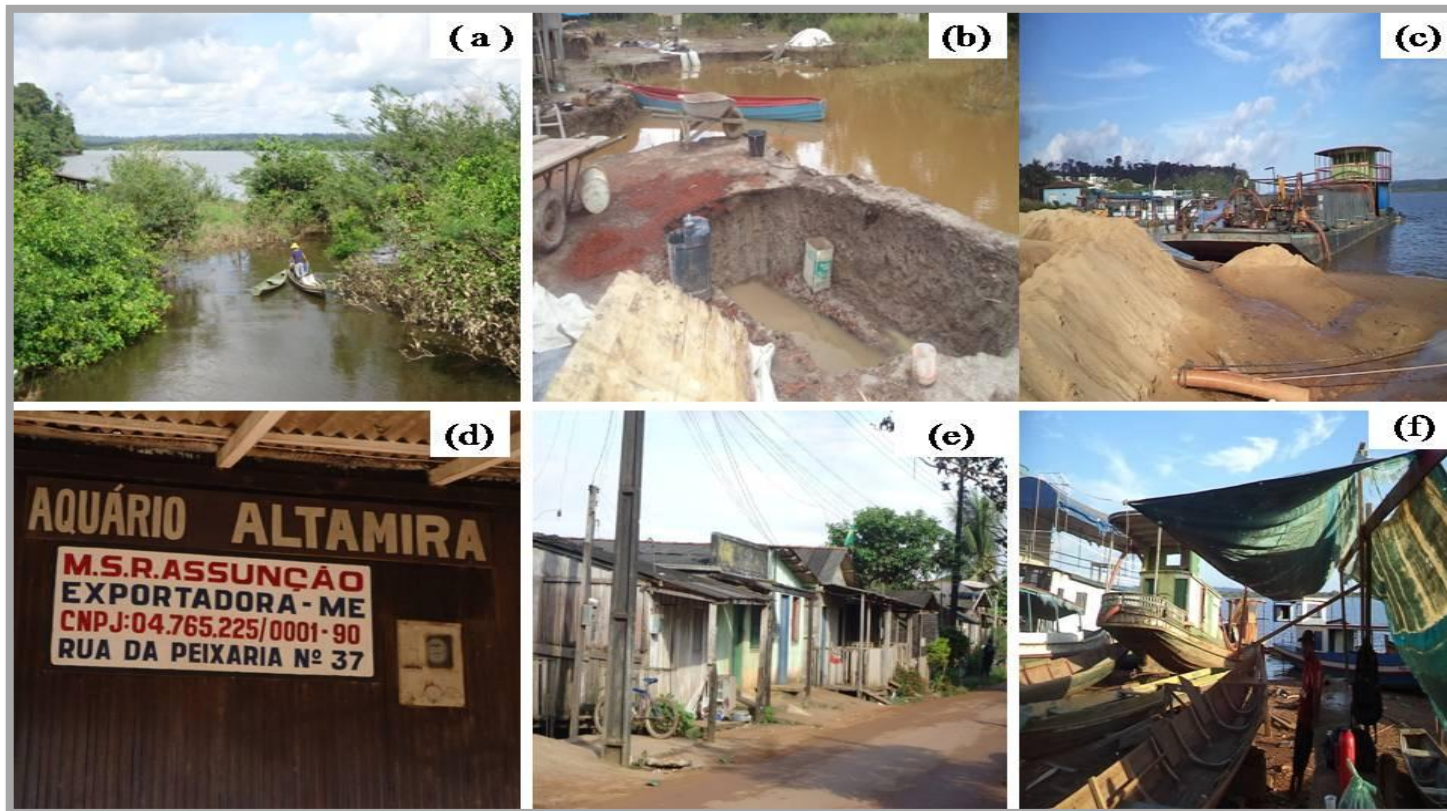


Fonte: Pesquisa de campo (2014 e 2015)

A atividade oleira teve início em Altamira estava associada a construções com o tijolo maciço sem queima, chamada de *adobo*. As primeiras áreas de olarias na cidade de Altamira nas décadas de 40 e 50 localizadas as imediações do Rio Xingu e Igarapé Ambé, Prainha. Em 1986 ocorreu a expansão da atividade para a Olaria dos Padres ou Ambé II (ROCHA e OLIVEIRA, 2014, p. 5). O terceiro e último momento de expansão da atividade oleira foi observado durante esta pesquisa, ocorreu nas planícies fluviais do igarapé Panelas, conhecida com *Olaria dos Milicos* e, posteriormente para a olaria do Panelas, que se manteve até praticamente 2014.

A pesquisa acompanhou a transferência gradativa da atividade oleira do Igarapé Ambé para a Planície do igarapé Panelas. Dos impactos destaca-se a retirada da argila, a continua abertura das unidades de escavação que permaneceram abertas mesmo após estarem exauridas, uso de soda cáustica e, queima de lenha para secagem dos tijolos.

Figura 28c: Diversidade na apropriação das unidades Hidrogeomorfológicas: (a) pesca no setor da desembocadura do igarapé Ambé usado para pesca; (b) exploração de argila para olaria no Igarapé Panelas; (c) Extração de areia no leito do rio Xingu; (d) Presença de Aquários para comercio de peixes ornamentais (e) Planície de inundação do igarapé Ambé aterrada e impermeabilizada e, (f) Setor de fabricação de embarcações.



Fonte: Pesquisa de campo (2014, 2015).

A partir do momento que os oleiros tiveram confirmação da perda iminente da área de exploração de argila, acelerou-se expansão da atividade sob a planície de inundação do Igarapé Panelas, por meio da retirada da floresta aluvial e abertura de novas unidades com a finalidade abastecer o mercado imobiliário local superaquecido pelo início das obras da UHBM. Antes do período chuvoso no ano de 2016 observaram-se inúmeras unidades escavações abandonadas após a retirada de argila para produção de tijolos dando origem as *feições fluviais tecnogênicas*.

Áreas expressivas da planície de inundação do igarapé Ambé e Altamira mesmo antes de serem atingidas pelas obras de requalificação urbana eram consideradas *planícies fluviais tecnogênicas*. Essas planícies tiveram trechos explorados pela atividade oleira, posteriormente foram aterradas, impermeabilizadas com cobertura de asfalto ou bloquetes (pisos de cimento), como no setor *baixão* do *Tufi*, no bairro Sudam I, e Bairro Aparecida (Rua Abel Figueiredo), mesmo não dispondo de sistema de tratamento de esgoto e sistema de coleta de drenagem pluvial eficiente.

De acordo com os relatos orais, de um morador da Rua Abel Figueiredo, quando iniciou o processo de ocupação a partir da década de 80, até então, o ambiente era de igapó permanente, posteriormente essas áreas foram sendo aterradas e até mesmo asfaltadas. Nos primeiros anos de moradia no bairro as cheias anuais do rio Xingu, avançavam até um ponto de referencia onde esta atualmente o Centro Infantil Ermelin de Krautler, estabelecendo um calculo simples até o rio Xingu, avançava cerca de 400 metros, ao ponto de ser amarrada sua canoa no canto da casa.

No complexo *mosaico* de ecossistemas foram sendo instaladas atividades socioeconômicas ao longo de certo periodo, especialmente, nas planícies dos três igarapés. Essas intervenções são resultados de *inputs* socioeconômicos – entrada de energia que pode ser analisado na forma de uma *aspiral rítmica, uma vez que considera a* inter-relação entre as dinâmicas da sociedade e da natureza, que ocorre na forma de políticas públicas na região do Xingu.

Os ritmos são dos processos históricos, cuja relação esta vinculada à noção de tempo histórico, tempo em que as sociedades determinam suas formas de fazer⁶². Quando

⁶² NUNES, J. O. R. **Os novos ritmos da natureza**. XXIV Encontro de professores de Geografia, 2004. Disponível em: <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/839/docs/os-novos-ritmos-da-natureza.pdf>. Acesso em: 09-02-2016 às 20:00 horas.

analisamos os inputs sócio-econômicos em Altamira temos uma diversidade de políticas públicas direcionadas, como foi o caso da construção da Transamazônica e da Usina Hidrelétrica de Belo Monte que se desdobrou em diferentes intensidades sob as planícies fluviais e inserção novos agentes sociais.

A expansão urbana de Altamira deu-se em recorte temporal que opera na forma de espiral rítmica onde as políticas públicas iniciadas em Altamira e região influenciaram no aumento no fluxo de migrantes, nos modelos desocupação e exploração desses ecossistemas.

3.2- Dinâmica de ocupação da paisagem na área urbana de Altamira.

Neste tópico descreve-se a ocupação do Médio Xingu e de Altamira, bem como, a evolução da dinâmica da paisagem até a apropriação instalada em 2015 e 2016. A cada atividade econômica iniciada a partir de Inputs socioeconômicos repercutiram diretamente sob as unidades hidrogeomorfológicas no núcleo urbano.

As conseqüências dos inputs socioeconômicos foram migração, aumento temporário e volátil da renda, expansão urbana do núcleo urbano, com gênese de bairros periféricos, que favoreceram a ocupação das planícies de inundação que indiretamente são o foco deste estudo.

A partir da adaptação Umbuzeiro e Umbuzeiro (2012; p.25) descrevem seis *inputs* econômicos para Altamira e região: a) 1º Colonização portuguesa e aldeamentos; b) 2º primeira fase da Borracha; 3º segunda fase da Borracha; 4º construção da Rodovia Transamazônica (BR-230); 5º Construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e, o 6º ciclo que começa a desenhar-se a partir da mineração de ouro explorada pela *Belo Sun, Empresa Canadense* (Quadro 21).

Apesar da proposta acima se apresenta de forma cartesiana, na pratica outras atividades movimentaram a economia regional como a caça do gato e a atividade de garimpeira, nos garimpos do galo e ressaca, ou ainda o período que antecede a atuação dos jesuítas denominado de Pré – contato considerando a forte ocupação indígena no Médio Xingu, conforme apresentado nos trabalhos de Silva (2002), Fausto (2005) e Heckenberger (2011).

Quadro 21: Resumo dos *inputs* econômicos de Altamira, Sudoeste do Estado do Pará.

Inputs Econômicos	Período Estimado	Característica
Pré – contato População Pré – Colombiana	1200-1300 d.C.	Presença de Assentamentos indígenas dos Asurini (HECKENBERGER, 2011)
	650 AP	Período de obtido por meio de análise e datação por termoluminescência da cerâmica dos Asurini (SILVA, 2002; p. 181).
	1896	Indícios da presença dos Asurini do Xingu (MULLER, 1992)
	IX d.C.	As primeiras evidências sólidas de ocupação xinguana (FAUSTO, 2005, p. 16).
1º Input	1636-1883	Inicia com a chegada dos jesuítas 1637 - Fundação da principal missão do Xingu Itacuruça, posteriormente chamada de Veiros – a partir da missão no Xingu. 1662 - Chegada a Volta grande do Xingu pelos padres Pedro Poderoso e Antônio Ribeiro; 1750- Fundação da Missão Taquavara por Rochus de Hundertfund acima da Volta Grande do Xingu;
2º Input	1883-1942	Marcado pelo ciclo da borracha na região Amazônica, coronelismo, exploração da borracha e presença de migrantes nordestinos. Criação do município de Altamira em 1911 Estagnação econômica após queda nos preços da borracha e crise de 1929; Criação da Prelazia do Xingu
3º Input	1942-1970	Segundo ciclo da borracha que coincide com a segunda Guerra; Vinda dos soldados da Borracha;
4º Input	1970-2011	Construção da Rodovia Transamazônica (Br-230) em (1970); Como instalação das Agrovilas associado à chegada de inúmeros imigrantes de varias regiões do país; Aparecimento de cidades de entorno Brasil Novo, Medicilândia e Uruará.
5º Input	2011-	Início com a construção da Hidrelétrica de Belo Monte Migração Perda areal de bairros na planície do Igarapé Ambé e Altamira. Surgimento de novos bairros de Reassentamento Urbano
6º Input	2012-	Mineração Relatório de Impacto Ambiental do Projeto Volta Grande, no Município de Senador José Porfírio.

Fonte: Modificado de Umbuzeiro & Umbuzeiro, (2012; p.25)

3.2.1 - Pré-Contato

O Pré-contato não pode ser desconsiderado, uma vez que a bacia do Xingu mostra um padrão de territorialidade regional ímpar, ou seja, *polities*⁶³ multicomunitárias com territórios bastante claros dentro de um sistema *maior* que, entre Ac. 1250 e 1650 d.C., se estendeu pela bacia dos formadores do rio Xingu, uma área de mais de 20.000 km² (HECKENBERGER, 2011; p.242), e que integra mesmo que indiretamente na ocupação do Médio Xingu.

No médio Xingu a relevância da população indígena não é menor, de acordo com pesquisas de Müller⁶⁴ (1984; p. 91-114), a presença da população Asurini⁶⁵ remonta o século XIX, mas precisamente desde 1896, e exerceram forte influência na regional, que lhes conferiu capacidade de resistência ao avanço de colonos no auge da atividade de extração do Látex e da Castanha do Pará.

A principal referência está relacionada à presença dos Asurini do Xingu que constituem uma população *indígena Tupi*, de uma língua pertencente à família lingüística *Tupi-guarani*. Oficialmente, contatada em 1971, historicamente um território que ficava entre a margem esquerda do rio Bacajá e a margem direita do rio Xingu e a confluência destes dois rios e as margens do igarapé Bom Jardim (SILVA, 2002; p.176).

De acordo com a autora a sucessivas mudanças de seu aldeamento esteve relacionado a pressões tanto, por grupos indígenas rivais como relacionada às pressões extrativistas na região, relacionada ao látex e castanha do Pará.

Seu local de ocupação mais antigo teria sido a região às margens do Bacajá de onde teria se deslocado devido às pressões dos extrativistas regionais e em função dos ataques das populações indígenas Kayapó. Teria, então, ocupado a região dos igarapés Piranhaquara e Ipiçava estabelecendo, desde a década de 40, várias aldeias e onde, novamente, foi perseguida deslocando-se, desta vez, para a região do igarapé Ipixuna. Lá permaneceu até ser expulsa pelos Araweté que se estabeleceram naquela região, por volta da década de 60, empurrados pelos grupos indígenas Kayapó e Parakanã (SILVA, 2002; p.176).

Schmidt e Heckenberger (2009; p.113) comprovam a presença indígena na bacia do Xingu por meio de registros na paisagem, mas precisamente nos solos, aldeias atuais

⁶³Segundo o autor HECKENBERGER, (2011) considera as sociedades regionais, de *polities*, já que alguma forma de organização política institucional ou ‘governo’ é envolvida na interação regional, mesmo que temporariamente. Esta qualidade de algumas formações sociais amazônicas é referida aqui como ‘regionalidade’.

⁶⁴ MÜLLER, R. Assurini do Xingu. Revista de Antropologia, 27/28: 91-114. São Paulo.

⁶⁵ Os Asurini do Xingu são falantes de uma língua pertencente à família lingüística Tupi. Atualmente eles ocupam uma aldeia localizada na margem direita do rio Xingu (4°02’56”S, 52°34’55” W) junto da qual está o Parque Indígena Kuatinemu administrado pelo FUNAI, através de sua unidade administrativa localizada no município de Altamira, Pará.

(alto Xingu) indicam que há uma continuidade no “fabrico” das Terras Pretas desde a pré-história até os dias atuais, e têm mostrado que as zonas de descarte de lixo são áreas com maior impacto antrópico.

Apesar se sua proximidade com o Xingu, os Asurini do Xingu também desenvolvem atividades agrícolas, conforme os estudos de Silva (2009; p.31) que se caracteriza pela produção de uma variedade de cultivos de mandioca e de milho, sendo base de sua alimentação consumida na forma de farinhas e mingaus.

A ocupação indígena no espaço geográfico no médio e baixo Xingu foi tão marcante povos indígenas afetados pela construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (Quadro 22). De acordo com Reis (2015; p.28) compreende um território formado por mais de dez etnias (Arara, Arara do Maia, Araweté, Asurini, Juruna, Kararaô, Kuruaya, Parakanã, Xicrin e Xipaya) e oito Terras Indígenas, estão no Município de Altamira, que somam quase 3000 habitantes, vivem em aldeias na beira dos Rios Xingu, Bacajá e Iriri. Somado 3.711 indígenas Juruna, Xipaya e Kuruaya que habitam em Altamira (IBGE, 2010). O mapa de Curt Nimuendajú⁶⁶ etno Histórico demonstra a presença marcante dos povos indígenas desde a nascente do Xingu até a sua desembocadura (Figura 29).

A autora ratifica que a história de Altamira se confunde com a dos povos Kuruaya, Xipaya e Juruna que há séculos tem construído um legado de relações inter étnicas com os colonizadores e missionários que ali chegavam, e atualmente de migrantes. Vale ressaltar, a presença de grupos, como os Araweté, Parakanã ou Arara, que história do contato é pouco mais de 30 anos. Os Arara da Terra Indígena Cachoeira Seca foram contatados pela FUNAI no final da década de 90. Há ainda grupos, como os Xicrin, cuja organização social e política é completamente diferente dos demais grupos e, possuem um histórico de guerras e conflitos (Quadro 22).

Aguiar (2017) estabelece uma relação importante para entender a ocupação atual da paisagem no médio Xingu. De acordo com seu estudo Aguiar (2017; 117-122p) reforça dezenas de aldeias, sítios arqueológicos que foram reconhecidos pelos Assurini como áreas de roças, acampamentos de caça, pesca, moradias ou locais com cerâmicas estão inseridas em importantes bacias hidrográficas no Médio Xingu: a) Piranhaguara; b) Ipiaçava; c) Ipixuna e, d) Xingu e em diversas morfologias e níveis topográficos no

⁶⁶ Mapa Etno –Histórico do Brasil e regiões adjacentes, Adaptado do mapa de Curt Nimuendajú. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=214278&view=detalhes>. Acesso: 04-04-2017 as 09:25hs

Pepino (FARIA, 2016; p.206) indicando uma área importante de lítico polido, que pode ser interpretado como uma importante tecnologia para grupos de caçadores e coletores, mesmo a margem de um grande rio. De acordo com o levantamento a extensão do sítio abrangia toda a orla de Altamira, com início da ocupação conforme a análise da cerâmica é de AC 1380-1330 provavelmente representando o início da ocupação do sítio.

Quadro 22: Terras indígenas inseridas na área de Influência de Belo Monte.

Terra Indígena	Município	Etnia
Terra Indígena Paquiçamba	Vitória do Xingu	Juruna
Terra Indígena Arara da volta Grande do Xingu	Senador José Porfírio	Arara da Volta Grande do Xingu
Juruna do Km 17	Vitória do Xingu	Juruna
Terra Indígena Trincheira Bacajá	Senador José Porfírio, Anapu, Altamira S. Félix do Xingu	Xicrin do Bacajá
Terra Indígena Koatinemo	Altamira e Senador José Porfírio	Assurini do Xingu
Terra Indígena Arara	Brasil Novo, Medicilândia, Uruará e Altamira	Arara
Terra Indígena Kararaô	Altamira	Kararaô
Terra Indígena cachoeira Seca	Altamira, Placas e Uruará	Arara
TI Araweté Igarapé Ipixuna	Altamira, S. Félix do Xingu e Senador José Porfírio	Araweté
TI Apyterewa	S. Félix do Xingu	Parakanã
TI Xipayá	Altamira	Xipayá
TI Kuruaya	Altamira	Kuruaya

Fonte: Adaptado de Reis (2015)

3.2.2- 1º input: Colonização Portuguesa e Aldeamentos missionários (1636-1883).

A necessidade de incorporar o território conquistado por Portugal e defender as terras brasileiras de invasões estrangeiras estimulou a colonização portuguesa baseada em aldeamentos missionários, que inicialmente fundamentou-se na atividade de coleta de drogas do sertão especiarias como a salsaparrilha, a castanha, o cravo, a baunilha, o cacau e outras espécies de plantas aromáticas utilizadas como tempero dos alimentos. A

participação indígena será indispensável até o estabelecimento do espaço urbano, conforme apresentou detalhadamente por Simoni e Dagnino (2016; p. 5 -6).

Os primeiros contatos na região iniciam ainda no século XVII, com a chegada dos jesuítas⁶⁷ e implantação das primeiras missões no Xingu, resultando em 1750 com a Fundação da Missão Taquavara pelo Jesuíta *Rochus de Hundertfund*, reunindo indígenas dos povos desde Arara até Xipaya, porém, com a expulsão dos jesuítas do Brasil, a missão foi abandonada e, reativada, quase um século após por Antonio Torquato de Souza da Paroquia de Souzel. O igarapé Pannels forma uma das sub - bacia do rio Xingu que encontrava-se em níveis de intervenção inferior as demais sub- bacias. antes da construção Usina Hidreletrica de Belo Monte

Da importante viagem ao médio Xingu destaca-se o papel de *Rochus de Hundertpfund (austríaco)* ultrapassou a Grande Volta do Xingu em 1750, e fundou uma missão corresponde atualmente a um clube denominado de Xingu Praia Clube Alguns estudos foram realizados na desembocadura do igarapé Pannels onde são identificados sítios arqueológicos citados no tópico anterior (MORAES & OLIVEIRA, 2011; 2012 e FARIA, 2016) que ratificam esses inscitos. Nota-se que essa área próxima ao igarapé Pannels é a de maior representatividade indígena Independente II, e foi o setor que foi desencadeado o maior problema na área urbana após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Simoni e Dagnino (2016; p.6) chamam atenção que a ocupação missionária não ocorreu de maneira permanente, sendo uma trajetória flexível, ao longo de mais de um século, houve várias tentativas de criação de uma missão por diferentes missionários, jesuítas e capuchinhos, pois, os aldeamentos não conseguiam reter um contingente populaciona suficiente.

A conquista efetiva da região do Xingu foi dificultada pelos afloramentos rochosos no leito do rio. Antes do maior detalhamento da questão, é importante a destacar a origem do nome do rio Xingu Karl Von Den Steinen⁶⁸ (STEINEN, 1886) diz que antigamente na margem direita do Rio a distancia de um grau acima da boca do rio existia

⁶⁷De acordo com Umbuzeiro (2012; p.43) com expulsão dos holandeses da Amazônia os primeiros a se aventurar pelas novas terras do Xingu foram os padres jesuítas, cabendo ao Padre Luiz Figueira iniciar a obra de catequese e a ocupação da companhia de Jesus se prolongaria de 1636 a 1760, implantando no médio Xingu importantes centros de aldeamento, além da religião eram ensinados aos indígenas artes e ofícios, com a possibilidade de abertura de igrejas, colégios, associando auxílio espiritual às necessidades cotidianas de qualquer comunidade.

⁶⁸STEINEN, Karl Von Den. *Durch Central Brasilien Expedition zur Erfors chungdês schingü in jabre.*1884, Leipzig: F.A.Brokhaus, 1886.

uma aldeia chamada de Xingu, que equivale a 110 km, em função desta referência para os viajantes da região o rio passou a ser denominado desta maneira. Porém o Rio Xingu anteriormente, foi conhecido por diversas nomenclaturas: a) *Aoripana* (1569) no mapa de Gerard Mercator, em (1939) com o nome de Paranyba⁶⁹ (água clara – em Tupi), além de *Aripana* em 1707 e 1717 no mapa do curso do rio Marañon.

Das ricas descrições da diversidade natural do Xingu está o viajante José Monteiro de Noronha em 1763 que nas narrativas demonstrou a complexidade do leito do Xingu apresentando trechos com cachoeiras e, outras com praias fluviais e afirmou:

O rio Xingu desce do sul ao norte paralelo ao rio Tapajós [.....]. Oito dias de viagem de sua barra ao cercao cachoeiras. Suas florestas são amenas e suas praias vistosas. Dos seus matos tem se extrahido muito pau cravo⁷⁰, e ha nelas algum puchiri⁷¹. Desaguaõ neste rio alguns outros, dos quais os mais notável é o Guiriry, que nele entra pela margem ocidental. O rio Bacau é uma das areas fontes, alem de outros, que não distam das cabeceiras do Cuyabári mais de duas léguas e meia (NORONHA⁷², 1862. p. 18).

Neste trecho destaca-se a árdua navegação de oito dias da foz até Belo Monte, a além de destacar dois produtos importantes para o comércio no exterior como o *pau-cravo* muito comum em Vitória do Xingu, mas que com o início da construção de Belo Monte estima-se que as últimas espécies tenham sido extintas e o puchiri uma espécie de erva medicinal. Coudreau (1897; p.19) em sua viagem faz referência a grande exploração de salsaparrilha, este produto é bastante abundante, entretanto, houve uma queda no preço, em função da exploração da borracha.

⁶⁹ D'ACUNHA, Cristobal. *O Novo descobrimento do Amazonas*. 1639.

⁷⁰ Trata-se do pau-cravo (*Dicypelliumcaryophyllaceum*), árvore nativa da Floresta Amazônica, de cuja casca e inflorescência se retiram a canela e o cravo, respectivamente. Considerada uma droga do sertão, foi explorada quase à exaustão quando o Brasil era uma colônia de Portugal, na época das Entradas e Bandeiras. Daí o porquê de muitos dos botânicos da atualidade só saberem da existência dessa espécie por relatos da literatura científica, sem nunca terem conferido-a de perto

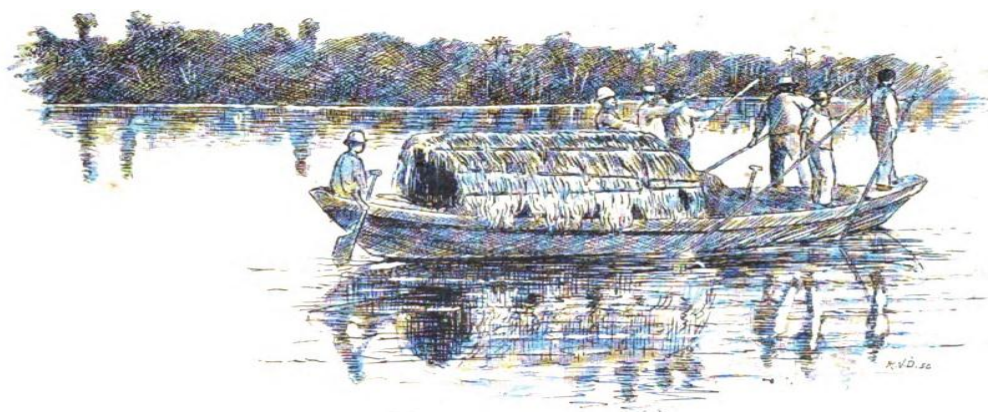
⁷¹ Droga medicinal conhecida como puchuri ou puchiri *Nectandra puchury major* é uma árvore originária da região superior do rio Negro, Venezuela e Guianas, cujas sementes são tônicas e estimulantes, sendo empregadas pelos indígenas e moradores no tratamento de várias moléstias, como a diarreia, leucorreia, cansaço e prisão de ventre. O puchiri também era bastante utilizado pelos indígenas na cicatrização de picadas de insetos. Ver: Pedro Luiz Napoleão CHERNOVIZ. *Diccionario de Medicina Popular e das ciencias accessórias para uso das familias*. Volume 2, 6ª edição, Paris: Casa Impressora A. Roger & F. Chernoviz, 1890, p. 813 *apud* Brito, A. J. I. *Insubordinados sertões: o Império português entre guerras e fronteiras no norte da América do Sul – Estado do Grão-Pará, 1750- 1820 /*; orientador João Paulo G. Pimenta. – São Paulo, 2016.596 f. (Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo).

⁷² NORONHA, J.M. de. **Roteiro da Viagem as Cidade do Pará as ultimas colônias do Neriao da Provincia. Tipografia Santos e Irmãos**. Pará. 1862. 77p.

A obra Brasil: Amazônia–Xingu de Adalberto⁷³, Príncipe da Prússia em sua viagem entre 1811-1873 já faz referência às cheias do Xingu que naquele ano apresentou-se antecipada uma vez que o mês de março e abril são os de maiores frequência de cheias (Figura 30).

[.....]até 110 quilômetros da margem esquerda do Amazonas, onde mais adiante ainda mais para o sul, na serra de Almeirim ou de Paru, se avistará obliquamente de frente, ao mesmo tempo, a embocadura do Xingu, e **sua enchente antecipada** (ADALBERTO, Príncipe da Prússia, 2002. p. 186).

Figura 30: Representação dos igarapés no período das cheias.



L' « igarité » en marche.

Fonte: Coudreau⁷⁴, (1897, p. 19)

Nesse período houve uma grande dificuldade no domínio do meio físico da região do Xingu uma observação muito importante é sobre o leito do rio, que dificultava a navegação conforme relatou Carlos Von Den Steinen⁷⁵ (1888) essa especificidade se refere ao trecho do Médio Xingu onde foi construída a Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Segundo o viajante os afloramentos rochosos do leito destruíam as embarcações em madeira. Outro aspecto que chama atenção nesse trecho é como os indígenas auxiliavam no reconhecimento da paisagem, em especial os da etnia Juruna, por meio de seus conhecimentos em navegação e “engenharia náutica”.

⁷³Adalberto, Príncipe da Prússia, 1811-1873. Brasil: Amazônia–Xingu / Príncipe Adalberto da Prússia; tradução de Eduardo de Lima e Castro. – Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2002. 382 p. : il. – (Coleção o Brasil visto por estrangeiros).

⁷⁴COUDREAU⁷⁴, H. **Voyage au Xingu:** 30 de mai 1896 -23 de octobre 1896. A LahureImprimeur – Editeur. Paris. 1897. 226p.

⁷⁵STEINEN, Karl Von Den. *Durch Central Brasilien Expedition zur Erforschung d'esschingü in jabre.* 1884, Leipzig: F.A.Brokhhaus, 1886.

*E quanto ao norte, o mesmo Xingu, de todos os afluentes do Amazonas, o mais encachoeirado, atravessando no meio de seu curso um território montanhoso e de mata virgem, tem aí a correnteza tão violentas que as canoas fracas em uso pelos indígenas da parte superior, feitas de uma casca de árvore não podem de maneira alguma vencer esses saltos, cachoeiras e corredeiras[] e quando estavam quase inutilizadas **nossas canoas os Yurunas nos forneceram canoas de madeira, fortes e com ellas nos guiaram por sobre as cachoeiras sem número** [STEINEN, C. V. D. 1888;p. 191p.]*

Do aproveitamento do meio físico pelos indígenas, há ecossistemas importantes como as lagoas, que é apresentada por Steinen (1888; p.197). Segundo o viajante em exploração a um desses afluentes do Xingu, próximo ao salto Senador Taunay (distante em um quilometro) chegaram a um aldeamento indígena na qual teve oportunidade de pescar, no próprio rio ou em uma *lagoa pequena*, utilizando-se flechas, em que se pescava por meio de cestos que se lançavam sobre os peixes.

Coudreau (1897; p.19) fez referencia a uma praia e dois “lagos” existentes na lha de Arapujá um destes denominados de “Lago de Arapujá”, sendo uma porção fluvial muito utilizada pelos seringueiros. Outra importante referência do viajante foi o aproveitamento econômico no igarapé Panela com extrativismo de salsaparrilha, abundante na região, porém, com a queda dos preços que foi sendo substituída pela exploração do látex. Outra observação que as águas do igarapé Ambé e Panelas são límpidas, porém o igarapé Panela apresenta em certos trechos águas amarelas e lamacentas por atravessar uma região bastante argilosa e deprimida.

A relevância da bacia do Xingu refletiu-se na representação de sua bacia hidrográfica em 1884, em que o rio é apresentado como apontamentos tomados na exposição feita pelos exploradores alemães e o plano geral do rio por eles apresentado em 5 de dezembro de 1884, na Sociedade de geografia do Rio de Janeiro, conforme a (figura 31), em que aparece um dos afluentes do Xingu que é objeto desta pesquisa o igarapé Ambé e as etnias estavam assentadas as proximidades dos cursos d’ água, como é o caso dos Araras entre o igarapé Ambé e o rio Iriri, e os Juruna ao longo do Xingu.

Quanto a escravização dos indígenas, outra instrução⁷⁷ dirigida ao comandante militar em Gurupá foi à realização contínua fiscalização e, possíveis apreensões de embarcações poderiam ser que usadas em negócios ilícitos. Essa determinação era destinada principalmente a moradores que saíam à busca drogas do sertão e traziam índios amarrados, principalmente contrabandistas que atuavam nos sertões do Xingu. Em meados do século XVIII um conflito foi citado por Nimuendajú, os índios Juruna insatisfeitos com a rigidez expulsaram os missionários jesuítas da missão de Anaurera ou Tauaquera, próximo a Altamira (NIMUENDAJÚ, 1948; p.218).

3.2.3- 2º (1883-1942) e 3º (1942- 1970) Inputs da Borracha.

O extrativismo do látex na Amazônia foi de grande importância econômica e, sobretudo, geográfica para Amazônia. Trouxe um número de migrantes considerável para região, especialmente nordestinos, originou novas relações de trabalho, como por meio do coronelismo, aperfeiçoou reconhecimento do espaço geográfico por via fluvial.

A seringueira é uma árvore que fornece a melhor goma elástica e pertence ao gênero *Hevea* representada na Amazônia por uma dúzia espécies bem distintas *Hevea Brasiliensis*. Nesta pesquisa, uma importante referência da relação da atividade com o rio e duas unidades topográficas a Terra Fime e o Igapó.

Huber⁷⁸ (1900) definiu como uma espécie que ocorre na beira dos rios, ou várzeas baixas, em Altamira ocupam o igapó estacional, e ainda em faixas de transição a margem das terras firmes, sendo por isso bastante variável na cor da casca de cinzento claro, ao vermelho quer no tamanho e forma das folhas.

Segundo o autor o látex extraído na Amazônia é uma das principais matérias-primas retirada da floresta amazônica. A forma de trabalho inclusive é descrita pelo autor. Após o leite ser coletado é despejado por meio de uma cuia⁷⁹, forma que o seringueiro manipula na mão até forma uma camada de borracha, uma vez que é exposta a fumaça de um boião (vasilha), produzido pela queima do caroço de inajá e combustão de outras madeiras, virando diversas vezes a forma consegue que o leite consiga coagula-se e, transformar-se em borracha (HUBER, 1900; p.20).

⁷⁷ Ordem expedida pelo governador e capitão general do Estado do Maranhão e Grão – Pará. Francisco Xavier de Mendonça Furtado, para o capitão mor de Gurupá. Pará, 16-11-1751. Códice: 55, Bandos, Representações, Regimentos e Portarias (1749-1755) . Doc. 319. APEP.

⁷⁸ HUBER, J. **Iconografia dos mais importantes vegetais espontâneos e cultivados da região Amazônica. Museu Paraense de História Natural e Ethnographia.** 1900.40p.

⁷⁹ Fruto da cuieira (*Crescentia cujete* e *Lagenaria siceraria*), bem como ao vaso **feito** desse fruto maduro depois de esvaziado do miolo.

A atividade da borracha apropria-se do rio das planícies de inundação tanto para coleta da matéria – prima, como na localização da principal unidade produtiva o barracão. Informalmente, constituía-se no local que recebia a borracha coletada no seringal, onde seringueiros aviavam gêneros de primeira necessidade. Na obra a travessia do Xingu ao Tapajoz, Snethlage, (1912) cita a figuras dos coronéis da seringa em Vitória e Altamira, e mais importante apresenta a distribuição geográfica dos principais barracões na boca (Confluência) de rios as proximidades de Altamira, como posição geoestratégica, no Rio Xingu com Rio Iriri e do Iriri com Rio Curuá, conforme observado em mapa (Figura 32a).

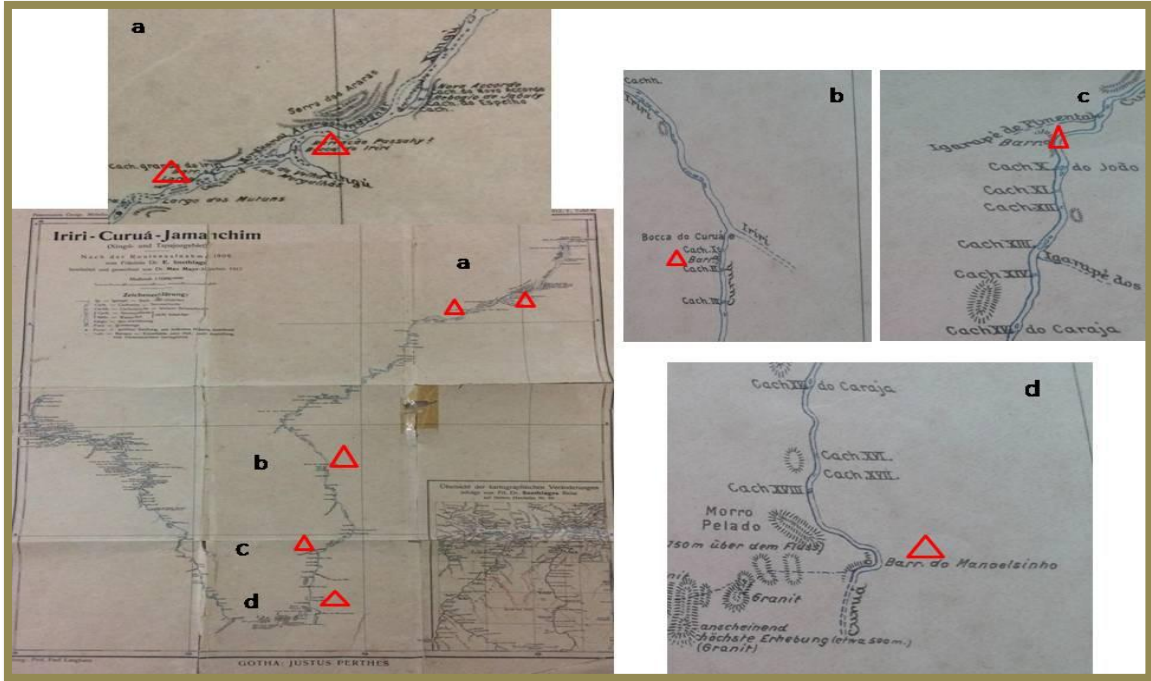
A maloca manoelzinho é um exemplo desta forma de organização, barracão localizado no Rio Curuá constituindo-se de estruturas simples em madeira, com teto alto com coberto com folhas de plameiras sem paredes exteriores com 20m de comprimento e 8m de largura com andaimes de diferentes alturas onde se guardavam provisões farinha, banana e armas e roupas civilizadas (SNETHLAGE, 1912; p.68-69). Conjugavam-se seringais bem marcados no igapó e na terra firme, castanhais, roças, o barracão (figura 32b).

Observações sobre o regime hidrológico no Xingu foi também descrito por Emília Snethlage⁸⁰ (1912) referindo-se a antecipação das cheias no ano de 1908, demonstrando variabilidade no nível das águas:

“Tinha levantado um mappa cuidadosamente detalhado d’esta região do qual elle me ofereceu uma cópia que agora se acha no museu. Elle quis ainda ajudar-me, mandando-me ate o ponto donde se podia tentar a travessia ao Rio Curuá [...] mas infelizmente a enchente do rio já estava muito adeantada. A 22 de dezembro, tendo chegado até o pé das grandes cachoeiras de cima, que nesse tempo já não se podiam passar em canoa sem perigo de tida tive que regressar” (SNETHLAGE, 1912.p. 50).

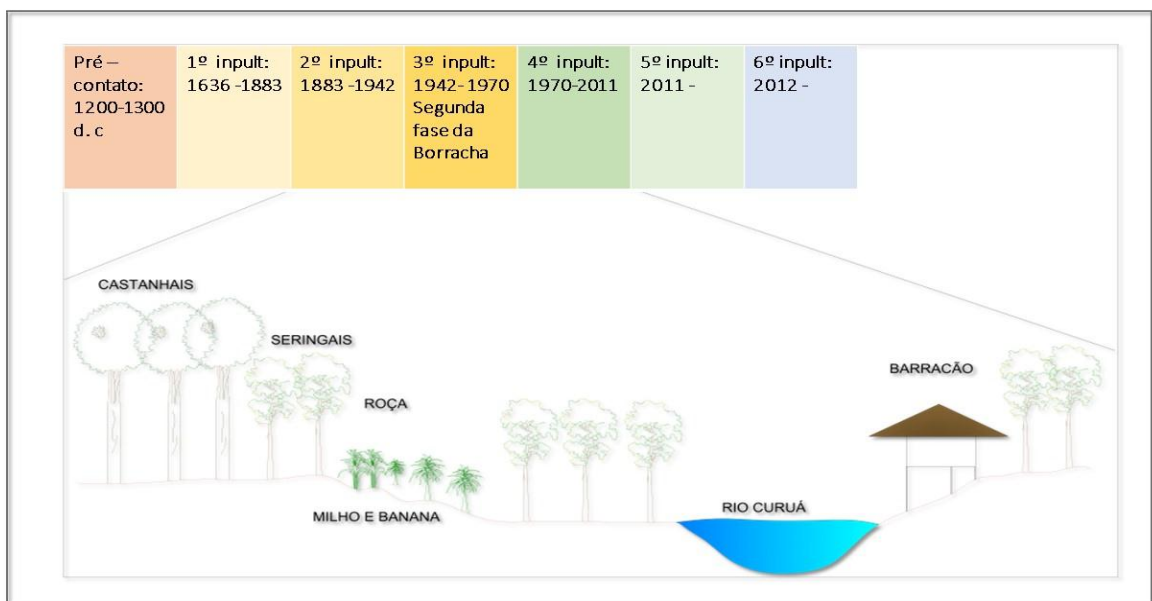
⁸⁰ SNETHLAGE; E. **A travessia entre o Xingú e o Tapajoz.** [1910]. Boletim do Museu Goeldi, Belém, v.7, 1912. p. 49-92.

Figura 32a: Mapa dos Rios Iriri – Curuá – Jamanchim, de 1912 localizando os principais barracões: (a) Barração denominado Passahy e barração próximo a cachoeira grande do Iriri confluência do Xingu-Iriri (b) Curuá- Iriri, (c) Igarapé do Pimental – Curuá e (d) Jamanchin- Curuá.



Fonte: SNETHLAGE, (1912)

Figura 32b: Modelo de organização da atividade seringueira no Médio Xingu conforme descrito por Sneathlaga (1912) a partir do barracão do Manoelzinho.



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Em outro trecho descreve um comportamento específico do Rio Xingu na vazante, com elevada diversidade paisagística de numerosas ilhas e praias, que sugere a descrição de um padrão *Anabanching*:

A parte do Xingu que percorremos até a boca do Iriri tem no verão um aspecto singular. Dizem d'este Rio que elle tem mais pedras que água, efetivamente a impressão que tive do seu Valle enormemente interrompido por inúmeras ilhas grandes e pequenas de arbustos escassos ou de uma matta geralmente baixa e pouco luxuriante (SNETHLAGE, 1912.p. 53).

Os viajantes que descreveram a paisagem *xinguana* pontuaram aspectos fundamentais das limitações e potencialidades da conquista do território, e posicionamento dessas atividades nas unidades de paisagem apesar dos aldeamentos portugueses se localizarem a margem do Rio Xingu a coleta das drogas (temperos, conservantes e medicamentos) ocorria tanto na terra firme como no igapó Noronha (1763), Adalberto (1811-1873), Steinen (1888), Snethlage (1912), entretanto, o escoamento era realizado via fluvial.

Apesar de neste momento não ser o foco central da pesquisa vale ressaltar a existência de um grande conflito entre coronéis da seringa e os seringueiros em virtude do sistema de aviamento, muito bem demonstrado *na obra de ficção Batalha do Riozinho do Anfrosio* (NUNES⁸¹, 2003) que narra o processo de colonização da região. De acordo com Souza e Serra Neto⁸² (2008) a idéia de aviamento reforçava-se da condição de trabalhador autônomo, tão ansiada pelos migrantes, transmitia-lhes a idéia de trabalho livre, a maioria dos seringalistas aviava equipamentos de trabalho, remédios, passagens e alimentação a altos juros. Esse procedimento garantia um endividamento contínuo e impagável que impedia o migrante de sair da colocação.

No período do segundo input da borracha Pinto (1930; 323p) descreve a vila de Alta-Mira, localizada a margem esquerda do rio Xingu, com aproximadamente 100 casas, com autoridades legalmente constituídas, certa infra-estrutura para época como escolas, *collectoria*, agência de correio e comércio intenso girando centenas de contos. Em 1910 a borracha extraída foi de 400.000 quilogramas.

⁸¹ NUNES, A.C. **A Batalha do riozinho do Anfrosio: uma historia de índios, seringais e outros brasileiros.** BELEM: SECULT/FUNBEL.2003.

⁸² SOUZA, C.M.; SERRA NETO, I.Z. **De imigrantes nordestinos a seringueiros no Xingu: História, memória e Literatura.” A batalha do Riozinho do Anfrosio”.** In: SOUZA, C.M. de e CARDOZO, A. (ORG). *Histórias do Xingu, Fronteiras, Espaços e Territorialidades.* 2008. 215-234p.

No século XIX, sua inserção de Altamira, se dá no contexto da extração do látex e coleta da castanha do Pará, que apesar de algumas oscilações provocadas por crises econômicas mundiais como a crise de 1929. A importância regional de Altamira contribuiu para a criação oficial do município de Altamira em 1911.

A coleta de castanha- do-Pará surgiu como atividade complementar durante as crises da Borracha. Os castanhais na Amazônia exibem bom desenvolvimento em áreas de terra firme, não suportando terras alagadas com grande retenção de água. Os castanhais nativos estão situados em áreas de solos argilosos e textura média podendo aparecer também em solos com horizonte plúntico (EMBRAPA, 1995).

É uma das espécies mais longevas podendo atingir 50 m de altura e 5 de diâmetro, e viver cerca de 1000 anos, ocorre em aglomerado conhecidos como castanhais podendo conter de poucas a centenas de castanheiras, existem fortes evidências que a distribuição geográfica esteja associada ao manejo das populações Pré-colombianas ameríndios, estando associadas a solos de Terra Preta Arqueológica e Terra Mulata, também, observou-se que relação de antigos castanhais no rio Xingu está perto do local de uma antiga Aldeia indígena. Os castanhais atualmente explorados têm origem do plantio sistemático por índios pré-colombianos. Ao longo de trilhas, além da castanheira, percebe-se uma diversidade de espécies frutíferas.

As árvores de *B. excelsa* ocorrem em povoamentos de 50 a 100 indivíduos, cada um deles separado um do outro por distâncias de até um quilômetro. Esses povoamentos são conhecidos como umanchales "no Peru e" castanhais "no Brasil. Densidades tão baixas quanto uma árvore por seis hectares e até 15-20 árvores por hectare foram relatadas (MORI, 19990; SHEPARD JR e RAMIREZ, 2011).

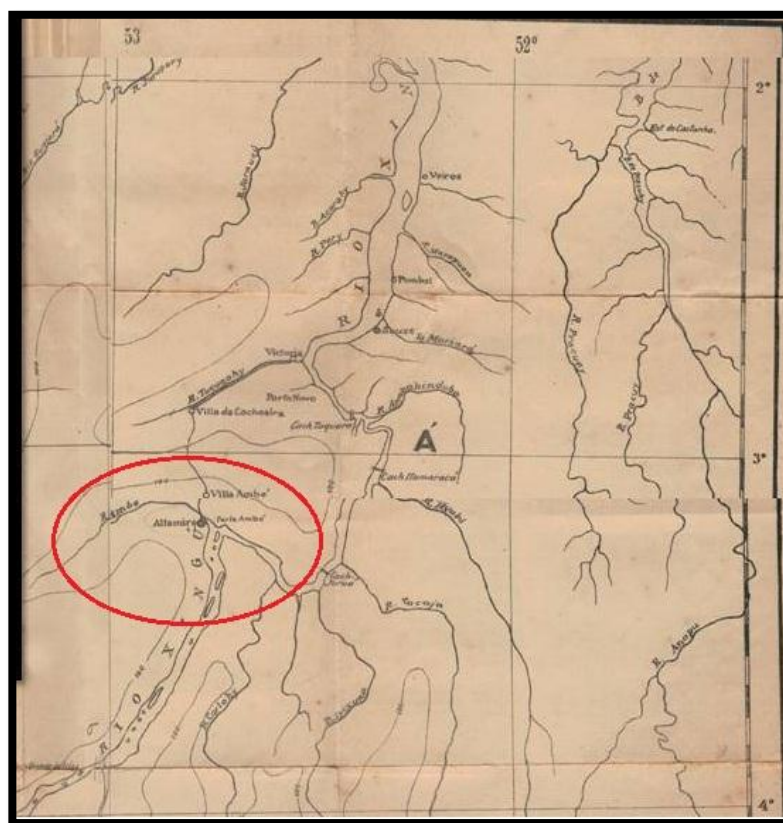
Augusto Pinto (1930) descreve o Rio Amazonas e seus afluentes, nos escritos faz uma descrição minuciosa sobre o Xingu destaca a variação de suas águas de verde escuro a cristalinas, a complexidade hidrológica e morfológica entre o médio Xingu encachoeirado de difícil acesso, o Baixo Xingu com infinidade de ilhas baixas e alagadiças e inúmeros canais estreitos. Dos igarapés estudados ele descreve o igarapé Ambé da seguinte maneira:

*O igarapé Ambé tem no Xingu uma embocadura de cerca de quatro metros de largura, e que esta longe de fazer prever a importância intrínseca do Ambé, como igarapé e sua importância **relativa como via de comunicação**. A pequena distância acima da embocadura, o Ambé apresenta uma corredeira nem forte nem bem perigosa, coberta, além disso, durante o inverno pelas*

águas do Xingu, que recalcam o Ambé em vários kilometros, cerca de duas horas de subida, inundando os igarapés que atravessam o curso inferior do igarapé. O Ambé não tem pedras no seu leito e sua água é fresca (PINTO, 1930; 323p).

Na observação de Pinto, nos chamam atenção três características espaciais importantes: a) A presença de corredeiras no igarapé Ambé; b) A influência exercida pelas águas do Xingu no período chuvoso que avançam para o interior da bacia em ecossistema definido pelo mesmo de igapó e c) A importância geoestratégica do igarapé Ambé como via de comunicação (Figura 33).

Figura 33: Mapa do Rio Xingu, produzido por Pinto (1930).



Fonte: Modificado de Pinto (1930).

No mapa produzido na obra de Pinto (1930) estão representados o curso do igarapé Ambé, o Forte Ambé, a Cidade de Altamira e a Vila Ambé, sendo o Ambé único igarapé na área urbana representado. Outro aspecto interessante é o termo *Forte Ambé* que é utilizado em várias obras. Segundo Condeau (1896) esteve relacionado à estrada de Vitória ao Forte Ambé com 51 km e 500 metros. Essa estrada de Vitória ligava o rio Tucuruí até a confluência do Xingu e igarapé Ambé (à montante da Volta Grande do

Xingu), servia como via estratégica para chegar-se a Altamira, escapando dos perigos da Volta grande do Xingu.

É nítido observar que no primeiro mapa o trecho entre o igarapé Ambé⁸³ e o Iriri era territorialmente demarcada com o nome da etnia *Arara*, entretanto, em 1930 nenhuma referência nos mapas eram remetidas aos indígenas, o espaço apresenta-se com outra funcionalidade, como entreposto para comércio de látex e castanha-do-pará, e Altamira não mais como vilarejo.

Por meio de coleta dos relatos orais na pesquisa de campo, de um microempresário de transporte turístico com lanchas, teve uma de suas filhas casada com um dos herdeiros de uma família tradicionais de regatões⁸⁴, que lhe conferem respeito e poder local, acumulando imóveis e terrenos valorizados no bairro Jardim Independente I, II e III. De acordo com seu relato do empresário, é natural de Santarém, e migrou para região para trabalhar na montagem de uma serraria em Vitória do Xingu em 1963, havendo naquele momento concluído o curso de indústria madeireira ofertado Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura ou *Foodand Agriculture Organization* (FAO).

Segundo o empresário A, sua viagem foi cansativa, de Vitória do Xingu a Altamira teve duração de uma semana, e percorreu a mesma estrada que ia de Vitória até o Ambé. Destaca que Altamira nesta época estava resumida a poucas vias: João Pessoa, Magalhães Barata, 1º de janeiro e Djalma Dutra. O Cais já estava instalado e percebia-se que já havia mudanças na paisagem original dentre estas a arborização da orla com inúmeras mangueiras (Fonte: História oral coletado em pesquisa de campo, 2015).

⁸³ O termo Ambé ou Imbé é apresentado na obra de Villas- Boas & Villas- Boas⁸³ (1979; p.19) quando os autores descrevem sobre a arte da caça pelos Mekrangnonti (Txucarramãe) no alto Xingu. Esse grupo trança parte superior do Tacápe onde é empunhado engenhosamente, tirados da palmeira Buriti, entrelaçados com talos pretos de casca do cipó Imbé (*Phylodendron*). Feito isso preparam a borduna saem para caçar procurando porcos antas e tudo mais. Neste caso, supõe-se neste trecho que o nome Ambé remete presença desse cipó Imbé, tipo de trepadeira que deveria ser uma espécie abundante no período, usado como fios e cordas. Atualmente, em Altamira existe um balneário denominado de cipó Ambé. In: Villas- Boas, O. & Villas- Boas, C. **Xingu: Território Tribal**. São Paulo. 1990. Cultura. Editores Associados. 33p.

⁸⁴ Era uma figura importante no interior da Amazônia o regatão, se municia de produtos industrializados nos centros urbanos e navegavam nos rios, negociando com ribeirinhos e indígenas In: ANTUNES, A.P.; SHEPARD JUNIOR, VENTICINQUE, E. M. **O comércio internacional de peles silvestres na Amazônia brasileira no século XX**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas. Belém, V.9, n.2, 2014. p. 502

Mesmo Altamira atravessando dois *inputs* borracha, o núcleo urbano era restrito as margens do Rio Xingu, e a dinâmica de exploração do látex ocorriam em ilhas, e seringais mais afastados como na Terra do Meio.

Outro relato coletado em campo no ano de 2015, com morador do bairro Premem se definiu como seringueiro e seringalista⁸⁵ (A) de 79 anos, que considero relevante e incisivo, sobre o período da borracha. Nascido no Alto Xingu seringal, Belo Horizonte, filho de seringueiro imigrante nordestino do Rio Grande do Norte, com sete anos foi iniciado na atividade e acompanhava o pai nos caminhos ou picadas⁸⁶ no seringal.

As funções de seringueiro e seringalista lhe rendem homenagens e respeito da população altamirense até os dias atuais, porém, a recompensa econômica foi menor ao que imaginava (Figura 34). Das condições de trabalho, considerava precárias, pois os seringueiros ficavam instalados em barracas de madeira, cobertas por palhas as margens do Xingu, pois precisavam recolher o látex das ilhas do Xingu eram repletas de seringueiras, permitindo o manejo, e conferiu-lhe 50 anos de moradia em um seringal.

As atividades de extração do látex e castanha-do-pará se complementavam, a primeira era extraída durante o verão amazônico e a segunda era coletada no inverno amazônico. Afirmou que o enfraquecimento do comércio da borracha, foi causado pela transferência de sementes da Amazônia e, plantadas na Malásia, que desvalorizou o preço no mercado.

Complementa ainda, o seringueiro e seringalista (A) as crises que atravessou a borracha contribuíram para aparecimento das atividades complementares como, a coleta da castanha-do-Pará e o comércio de pele de animal silvestre, especialmente do gato Maracajá, esse mercado de peles visava o atendimento do mercado exterior. Assim, de acordo com suas memórias o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), que corresponde ao atual IBAMA proibiu⁸⁷ a comercialização de peles de animais na

⁸⁵ A utilização do termo foi explicada pelo “entrevistado” pois, além de trabalhar por maior parte de sua vida coletando o látex de 7 anos a 30 anos, no ano de 1943 foi contemplado com recursos do Banco de Crédito da Borracha, direcionado-se ao transporte e fornecimento de mercadorias.

⁸⁶ Caio Prado Junior (1998) descreve como ocorria o processo de exploração nos seringais, ou seja a, geografia do seringal, assim, eram constituídos de imensas áreas, disposto ao longo do rio, funcionava como principal e única via de circulação, sendo divididas em picadas de 4 a 6 quilômetros de comprimento, abertos na mata e que conduzem do Rio através de pontos em que se concentram os seringais. In PRADO JUNIOR, C. **História econômica do Brasil**. São Paulo. Brasiliense, 1998p. 237.

⁸⁷ Duas leis importantes nortearam o encerramento da atividade Lei 5.197 em 1967 conhecida como Lei de Proteção a fauna proibiu a total comercialização de animais silvestres e a portaria Nº4,55, 112, 252 do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal que dispõem sobre prazos para encerramento de estoque ao qual o relato faz referencia. In: BRASIL. Lei nº 5.1967. Dispõe sobre a proteção da fauna e das outras providências. Diário oficial da União. Brasília. 5 de janeiro de 1967 e CECCATO, JN. Lei de proteção à

década de 70, pois a cada 10 gatos maracajás mortos, em torno de 100 animais eram mortos por engano (Fonte: História oral coletado em pesquisa de campo, 2015).

Desses dois relatos é importante enfatizar, que a mão de obra do seringal não residia na cidade permanentemente e sim nas ilhas e beira do Rio Xingu, e o segundo aspecto que toda a riqueza gerada pela região do Xingu não se convertia em benfeitorias em seu espaço urbano, enquanto, Belém por meio da acumulação primitiva de capitais⁸⁸, com recursos advindos dos seringais, como do pólo Altamira, reorganizava seu espaço urbano e construía novos espaços de lazer.

Esse relato coaduna informações contidas em Antunes, Shepard Junior e Venticinque⁸⁹ (2014) no artigo publicado intitulado “*O comércio Internacional de peles silvestres na Amazônia Brasileira no século XX*” publicado no boletim de ciências humanas do Museu Paraense Emílio Goeldi e artigo de Lopes⁹⁰ (2016) para folha de São Paulo sobre a caça de animais aquáticos na perspectiva da “*ecologia histórica*” correlacionam o declínio da atividade da borracha e a 2ª guerra mundial com o aumento do comércio de peles de animais silvestres na Amazônia, que aproveitou a estrutura de escoamento da portos, frota fluvial, rota e o sistema de crédito altamente lucrativo “o aviamento⁹¹ do *input da borracha*.”

fauna. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DA FAUNA E RECURSOS FAUNÍSTICOS. 1., 1977. Brasília Anais Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Fundação Brasileira de Conservação da Natureza. Departamento gráfico do M.A.F.C. 1977. p.153-174p.

⁸⁸ SOUZA e SERRA NETO (2008) no artigo “De migrantes a seringueiros no Xingu: história, memória e literatura. IN: SOUZA e CARDOSO (Org.). Histórias, fronteiras e territorialidades (séc. XVII-XXI). EDUFpa 2008 apropriou-se do termo acumulação primitiva de capital para discutir a organização do espaço urbano em Belém. De SARGES, M.N. Riquezas produzindo a *Belle époque*. Editora Pakatatu. 2002.

⁸⁹ : ANTUNES, A.P.; SHEPARD JUNIOR, VENTICINQUE, E. M. O **comércio internacional de peles silvestres na Amazônia brasileira no século XX**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas. Belém, V.9, n.2, 2014. p. 502

⁹⁰ LOPES, R.J. **Bichos aquáticos sofreram mais com a caça na Amazônia**. Folha de São Paulo. 13 de outubro de 2016.b7.

⁹¹ A consolidação e apogeu do aviamento aconteceu durante o período da borracha, mas é uma atividade que se perdura até os dias atuais. Dos fatores que contribuíram para consolidação na região estão: a) distribuição ampla dos recursos e dificuldade de acesso; b) técnica de produção rudimentar; raridade de dinheiro em espécie nas transações comerciais; c) lideranças mercantis locais e ligação com mercado em pleno funcionamento. Não que houvesse sempre ausência de dinheiro, mas é o que geralmente ocorre. Uma vez que as casas aviadoras localizadas nas capitais forneciam créditos para os seringalistas ou comerciantes do interior- todo e qualquer bem de consumo. Enquanto, os consignatários conseguiam toda a produção extrativista do interior. De forma geral, o aviado era também um aviador de primeira linha de comerciantes, os quais por sua vez, eram aviadores de segunda linha de comerciantes menores e dos extrativistas. Estes últimos trocavam sua produção por bens de consumo. Daí surge uma figura importante no interior da Amazônia o regatão, ele se municiava de produtos industrializados nos centros urbanos e navegavam nos rios, negociando com ribeirinhos e indígenas In: ANTUNES, A.P.; SHEPARD JUNIOR, VENTICINQUE, E. M. O **comércio internacional de peles silvestres na Amazônia brasileira no século XX**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas. Belém, V.9, n.2, 2014. p. 502

Figura 34: Memória da atividade da borracha: (a) moedas fabricadas nas décadas de 20 e 30 de quinhentos e mil Reis; (B) machadinho de seringueiro e certificados de homenagem ao seringueiro e seringalista pela Superintendência da Borracha (SUDHEVEA) no IV Encontro dos Seringalistas e Seringueiros dos Vales do Juruá, Purus e Madeira e na região dos baixos rios.



Fonte: Pesquisa de campo (2015)

Por outro lado a profissionalização da atividade apenas ocorrerá durante o século XX. As peles finas, também chamadas de peles de *luxo ou fantasias*⁹², eram extraídos dos gatos maracajá-peludo (*L. wiedii*) da onça pintada (*P. onça*), da Ariranha (*P. brasiliensis*) e da lontra (*L. longicaudis*). Alcançavam as maiores cotações sendo utilizadas na confecção de vestimentas luxuosas. De acordo os pesquisadores a partir da conversão de quilos de animais em números de espécies os Estados do Amazonas, Acre, Rondônia, e Roraima apresentaram um número 23 milhões de 1900 até 1970. No período o mercado cotava e classificava as peles em categorias de primeira, segunda e terceira linhas segundo decreto federal (BRASIL⁹³, 1941).

A caça para obtenção de peles de luxo seguiu a lógica do aviamento. Uns padrões locais da seringa ou regatões forneciam armas e mantimentos aos gateiros, no final da

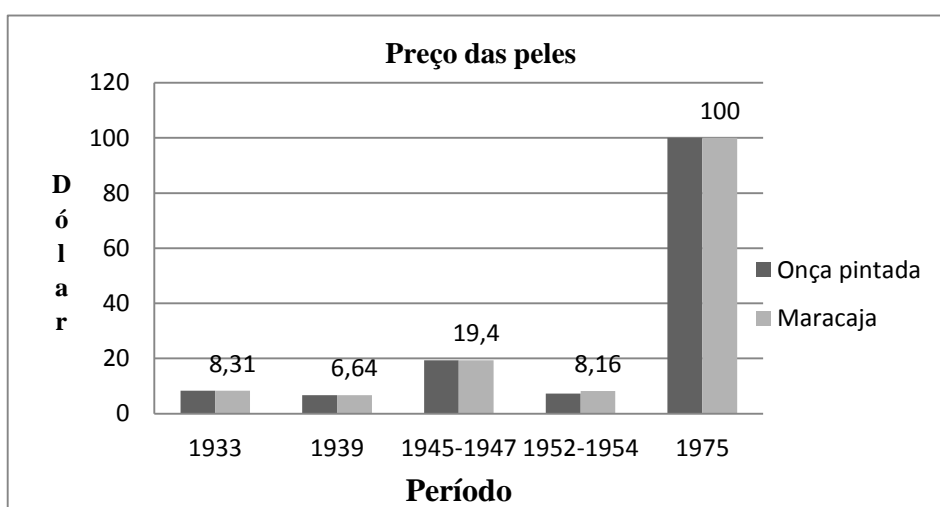
⁹² Um casaco de luxo Maracajá-açu exigia, aproximadamente, oito peles da espécie, de Maracajá –Peludo entre doze a quatorze a 14, e de onça pintada, cerca de três a quatro peles de luxo ocorreu a partir do fim da década de 1950,

⁹³ BRASIL. Decreto Nº 7.136, de 8 de maio de 1941. Aprovam-se especificações e tabelas para classificação e fiscalização da exportação de couros e peles, não beneficiados ou em bruto, de animais silvestres, visando sua padronização. **Diário oficial da União**, Rio de Janeiro, 10 de maio de 1941. Secção 1;p.16505.

época chuvosa, o grupo deslocava-se as cabeceiras dos igarapés para atraírem e capturar as caças (SMITH, 1976 *apud* ANTUNES, SHEPARD JÚNIOR e VENTICINQUE, 2014; p. 498). Em Altamira as inúmeras ilhas tornaram-se referencia paisagística para caça de animais.

No Estado do Pará, os municípios de Marabá e Altamira foram referencia no comércio de peles. Nos relatos orais as espécies gato maracajá e onça pintada foram enfatizadas em Altamira, em muitos casos os seringueiros foram sendo transformados em gateiros, tornou-se ápice da atividade mais lucrativa que o garimpo. A evolução do mercado das peles entre os anos de 1933 e 1975 são apresentados em um gráfico na figura 35.

Figura 35: Valor médio por unidade das peles de Onça Pintada e Gato Macarajá, em dólar Norte Americano, entre os anos de 1933-1975.



Fonte: Modificado de BENCHIMOL (1977) adaptado de ANTUNES, SHEPARD JÚNIOR e VENTICINQUE, 2014; p. 498

O segundo *input* da borracha ocorre de 1942- 1970, na verdade coincide com a 2ª guerra mundial (1939-1945), e com o objetivo de retomar o dominio regiões produtoras de borracha na Malasia e investir no seu potencial bélico os Estados Unidos da América assinou com o Brasil o Acordo de Washington, visando reabastecimento do produto no mercado.

De acordo com Güillen e Nabuco (1997; p.96) iniciou-se a campanha da borracha visando aumento da produção e reincorporação dos seringais abandonados, por meio do

aumento da mão-de-obra via migração nordestina denominados de “*soldados da Borracha*”, sujeitos a relações de trabalho que culminava em uma escravidão por dívidas (DEAN, 1989; p. 73), em função do arcaico sistema de aviação, somados a elevada mortalidade e sua reelaboração cultural, espacial e temporal na Amazônia (GUILLEN,⁹⁴ 1997; p. 97).

De acordo com Matos e Caldarelli⁹⁵ (2017; p.5) afirmam na década de 60 e 70 a pele de fantasia associada à presença de regatões constituiu-se em um período que os trabalhadores afrouxaram as amarras referentes ao sistema de aviação conquistando certa autonomia social, uma vez que esse atravessador comprava as peles, as castanhas, e até mesmo a borracha dos trabalhadores. Após dois *inputs* da Borracha, inicia-se um período marcado por políticas desenvolvimentistas na Amazônia com a construção da Transamazônica (BR-230), e da Hidrelétrica de Belo Monte.

3.2.4- 4º Input: Construção da Transamazônica Br—230 (1970-2011)

A construção da Rodovia Transamazônica foi um marco para passagem de um modo de vida rural para o urbano em Altamira. Apesar de que sua construção estendeu-se entre dois séculos, iniciada em 1970 e, continuada com obras de asfaltamento em 2011, a partir do *input* da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Na década de 20, a população era eminentemente rural e o núcleo urbano de Altamira resumia-se a um bairro central por onde a colonização iniciou chamado de *Catedral*, sendo construídos os prédios mais importantes das autoridades religiosas e econômicas da época, e manteve-se intacta até 2011.

Na década de 1940, Altamira apresentava-se como um núcleo regional produtor de borracha, surgindo novos bairros como o bairro Centro e Recreio, de uso residencial e de comercial, com população de baixa renda. Em 1960 a economia estava voltada à inércia final do 3º *input* e ainda forçava a relação da cidade e de suas funções sociais e econômicas com o rio (COSTA⁹⁶, 2013; p.78).

⁹⁴ GUILLEN, I. C. M. **A Batalha da borracha: propaganda política e migração nordestina para Amazônia durante o Estado Novo.** Revista de Sociologia e Política, n. 9, 1997. p. 95-102.

⁹⁵ MATOS, F. ; CALDARELLI, C. E. **Liberdade na pele: gateiros e o comércio de “peles de fantasia” no Baixo Xingu (décadas de 1960-1970).** XXIX Simpósio Nacional de História. 2017. p. 1-16. Disponível em: <http://www.snh2017.anpuh.org/site/anais> acesso em: 11-11-2017 as 02: 27 hs.

⁹⁶ COSTA, É. F. N. da **Periferização, dispersão e fragmentação urbana em cidades intermediárias da Amazônia: o caso de Altamira, Pará.** 213.159p. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, da Universidade da Amazônia, para obtenção do grau de Mestre. Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Arbage Lobo).

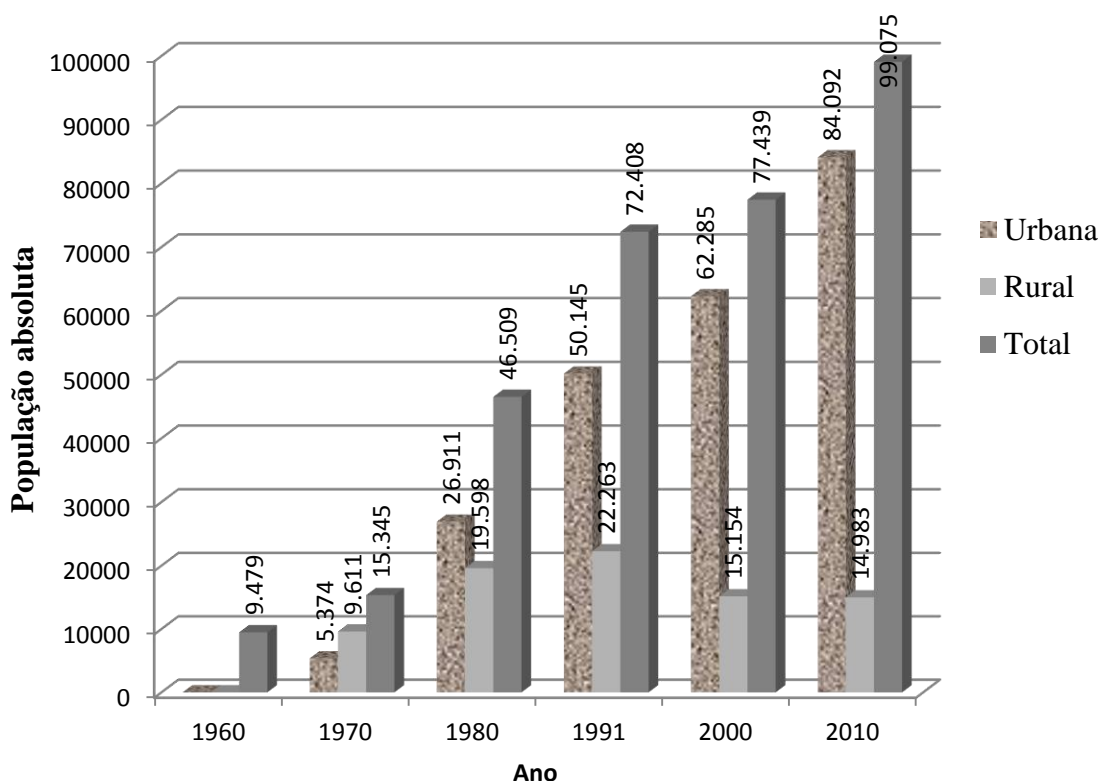
Em 1980 o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresentou uma mudança nos dados do censo demográfico onde a população urbana maior mostrou-se maior que a rural (Figura 36). A abertura da rodovia Transamazônica (BR-230), a instalação das Agrovilas, Agrópolis e Rurópolis associado à chegada de inúmeros imigrantes de varias regiões do país, principalmente nordestinos, tornaram a cidade *Bicéfala* (SIMONI e DAGNINO⁹⁷, 2016; p.8), em que parte se sua atividade volta-se para o rio e a outra para estrada.

Dentro de uma política de integração nacional, procurava-se incorporar ao desenvolvimento do país áreas isoladas e marginalizadas, visando minimizar os desequilíbrios regionais e descentralizar o desenvolvimento do centro-sul, por meio da apropriação dos recursos naturais da região e desconsiderando as especificidades locais. O Plano de Integração Nacional - PIN pretendia atingir os objetivos por meio da construção da Rodovia Transamazônica (BR-230) e Cuiabá- Santarém.

De acordo por ROCHA (2013; p. 94-97), a partir três travessões na microrregião Altamira observou que a os atores sociais têm sua origem no processo de migração, destacando os nordestinos, principalmente os maranhenses. Alguns estabelecimentos não possuem área de floresta, predominando a pastagem. Dos 60 estabelecimentos, 44 têm menos de 50 % de área do estabelecimento com floresta. Dos principais impactos identificados pelas atividades observaram-se processos erosivos em áreas acidentadas, assoreamento de leito de igarapés, redução do volume de água disponível para consumo familiar e criação.

⁹⁷ SIMONI, A. T.; DAGNINO, R. de S. **Dinâmica demográfica da população indígena em áreas urbanas: o caso da cidade de Altamira, Pará.** *R. bras. Est. Pop.*, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p. 2016. 303-326.

Figura 36: Gráfico apresentando o aumento da população urbana em detrimento a população rural em Altamira, com base na migração, a partir de 1970 até 2010.



Fonte: IBGE (censos demográficos)

Nota: elaboração do autor

As políticas que subsidiam a abertura da Transamazônica a partir de 1970, e suas contradições, são responsáveis por maior parte dos conflitos ambientais e socioeconômicos atualmente na região, e são resumidas no quadro 23.

Quadro 23: Programas governamentais e principais características em Altamira, PA.

Programas governamentais	Características
Programa Integrado De Colonização – PIC e Projeto Fundiário de Altamira (1970)	Foram elaborados com base nos decretos Leis N° 1.106/70, 1.164/71 e 68.443/71 que desapropriam terras do polígono de Altamira e incluem o município em zona de segurança nacional. Canalizam-se intensos fluxos migratórios de pequenos agricultores, voltados à agricultura familiar até 100 hectares, e estende aos demais municípios vizinhos da Transamazônica, trazendo à tona a figura do colono.
Programa Poloamazônia (1974)	Lançado em 1-10-1974 O programa de pólos Agropecuários e agrominerais da Amazônia (Polamazônia), prevê investimentos totais de 4 bilhões no período 1975-79, visando à ocupação seletiva da região amazônica em 15 áreas prioritárias entre estas: Xingu- Araguaia e Altamira. Assim, previa-se grandes projetos pecuaristas para o município de São Felix do Xingu, sob influencia da BR-158 e em Altamira os projetos de colonização do INCRA, conforme pesquisas realizadas pelo Ministério da Agricultura foram revelados solos de alta

	fertilidade destinados ao plantio de café, pimenta do reino, cacau e cana-de-açúcar (SUDAM, 1976; p. 292) O governo federal por meio de políticas e incentivos fiscais dando prioridade a investimentos privados nos setores voltados para exportação: pecuária, madeira e mineração, repassou vultosos subsídios públicos. Houve um aquecimento do mercado Essas atividades elevaram preço das terras, com a chegada de novas empresas, e de novos atores sociais que vieram trabalhar fazendeiros, madeireiros e garimpeiros.
Projeto de assentamento Assurini (1990)	Parte da área de terra da gleba Assurini destinou-se ao Projeto de assentamento Assurini em 17-07-1995.

Fonte: Adaptado de (SUDAM, 1976; ALONSO e CASTRO, 2016).

Por meio dessa análise é possível entender o perfil econômico do médio e alto curso dos três igarapés Ambé, Altamira e Panelas consolidado a partir de 1970 na agropecuária. Identificou-se em pesquisa de campo no Ramal S. Francisco, zona rural de Altamira, o predomínio da pecuária extensiva com cobertura do solo por pastagens foram responsáveis por processos erosivos de grande envergadura como as voçorocas⁹⁸ (Figura 37), sendo área de nascente de sub- bacias do Xingu.

Figura 37: Ramal S. Francisco, zona rural de Altamira, onde se localizam as nascentes do igarapé Ambé impactadas pelo assoreamento de nascentes (a) e (b) frequência de ravinas e voçorocas.



Fonte: Pesquisa de campo (2011)

⁹⁸ : FARINA, A. de O.; SILVA, A.M.; SOUSA, A. M. de; SILVA, G.M.V. **Trabalho de Campo: Análise do perfil de uma voçoroca no Ramal São Francisco, Altamira – Pará.** Relatório apresentado à Prof.^a MSc. Rita Denize de Oliveira, como requisito para obtenção de conceito, na disciplina de Fundamentos de Pedologia. 2011.18p.

O crescimento da população urbana a partir de 1980 repercutiu diretamente sobre o núcleo urbano de Altamira, por um lado, de maneira acelerada e desorganizada e, por outro, obedecendo a critérios mínimos previstos no Plano de Diretrizes Urbanas e desenvolvidas pelos interventores federais que objetivava aparelhar os órgãos federais e estaduais⁹⁹ (ALTAMIRA, 2010, p.100). Além de obras que transformam vastas áreas de planícies de inundação, como pela construção do cais na orla do Rio Xingu, a retificação de parte do leito do Igarapé Altamira e a construção do novo aeroporto que cortam paralelamente as planícies do Rio Xingu e do igarapé Panela por meio da Avenida Tancredo Neves.

Um aspecto que limitava a expansão urbana era a presença de fazendas privadas das elites locais que estavam nas colinas e morrotes no entorno do núcleo urbano. Assim, a pressão exercida pela chegada de migrantes que se deslocavam da região Norte, de áreas em conflitos de terras. Da mesma maneira que ribeirinhos e indígenas também chegavam à cidade em busca de trabalho, lembra-se que a década de 80 é conhecida como a década perdida marcada pela recessão, devalorização da moeda e inflação.

Outro aspecto interessante que contribuiu com a expansão do núcleo urbano de Altamira foi o êxodo rural, muitos colonos começaram a se dirigir para as cidades em busca de melhores oportunidades (ALONSO e CASTRO, 2006), especialmente vindos do da Gleba Assurini e do Travessão dezoito, como foi o caso do bairro Bela Vista, que começou como um loteamento pouco povoado, e posteriormente foi invadido. E bairros que serão marcados por uma população excluída como o baixão do Tufi e invasão dos Padres. Uma tendência geral da década de 70, 80 e 90 e 2000 foi abertura de loteamentos privados e invasões de terras em áreas de planícies de inundação das sub-bacias dos três igarapés (Tabela 05 e Figura 38).

⁹⁹ Dentre os órgãos estão INCRA, ampliação do Hospital São Rafael / FSESP, Projeto RONDON, FUNAI, Quartel do Exército (51º Batalhão de Infantaria e Selva), Banco do Brasil, Banco da Amazônia, CELPA, COSANPA e TELEPARÁ, entre outros.

Tabela 05: Alguns empreendimentos imobiliários entre os anos de 1970-2010¹⁰⁰ em município de Altamira, que originam importantes bairros no interior das três sub-bacias.

Empreendimentos	Ano	Numero de lotes	Sub bacia
Santa Ana	1981	290	Igarapé Ambé
Colina	1984	323	Igarapé Ambé
Loteamento Aparecida 3	1985	82	Igarapé Ambé
Loteamento Aparecida 4	1991	133	Igarapé Ambé
Mutirão	1997	597	Igarapé Ambé
Jardim São Sebastião	1979	277	Igarapé Altamira
Parque Ipê	1980	433	Próximo as nascentes do Igarapé Altamira
Sudam 2	1983	476	Igarapé Altamira
Bela Vista	1984	133	Próximo as nascentes do Igarapé Altamira
Esplanada do Xingu	1984	532	Igarapé Altamira
Cooperfron 2	1985	353	Próximo as nascentes do Altamira
Tufi	1995	96	Igarapé Altamira
Jardim Oriente	1979	844	Igarapé Panelas
Independente 2	1986	576	Igarapé Panelas
Independente 3	1986	553	Igarapé Panelas
Independente 1	1991	670	Igarapé Panelas
Altaville	2003	229	Igarapé Ambé (Divisor de águas)
Jardim França	2003	718	Igarapé Ambé (Mutirão)
Nova Altamira	2007	825	Igarapé Altamira
Jardim Dona Elvira	2008	92	Igarapé Panelas (Jardim Independente II)
Parque do Açaí	2008	303	Igarapé Altamira
Jardim Paraíso	2009	105	Igarapé Altamira

Fonte: Adaptado de Costa (2013) e Prefeitura Municipal de Altamira (2015).

¹⁰⁰ Dados cedidos pela Secretarias de Obras, Prefeitura de Altamira.

Figura 38: Loteamentos privados e invasões responsáveis pela expansão urbana em Altamira: (A) Bairro Bela Vista com problemas graves de abastecimento de água; (B) Residencial Altaville, localizado no bairro Alberto Soares concentra à classe média funcionários públicos e empreendedores; (C) Bairro Aparecida, localizado na planície de inundação do igarapé Ambé; (D) Invasão dos padres que compreende áreas de igapós estacionais e permanentes, com presença de lagoas e palafitas.



Fonte: Pesquisa de campo (2014 e 2015).

De acordo com relato do Padre (A), ligado a Prelazia do Xingu que participou da criação do loteamento Aparecida a Prelazia do Xingu a partir de 1934, por uma exigência de Roma, foi aconselhada a adquirir terras dentre essas a que se conhece por bairro Aparecida. Entretanto, com impacto da abertura da Transamazônica - BR 230 as terras estavam sendo ameaçadas de invasão pelo grande número de migrantes especialmente nordestinos que chegaram a região para evitar a criação de uma grande “favela” a Prelazia solicitou levantamento topográfico, sendo os terrenos todos com mensuração padronizada e ruas, segundo o padre eram em torno de 600 a 700 lotes, assim a prelazia legalizou todo processo abriu escritório para venda simbólica dos lotes em torno de cinco reais a mensalidade, e uma paróquia da Europa ajudou a fazer as casas.

Nas áreas que sofriam alagamentos criaram-se Olarias Aparecida onde o acordo Padre, durante o período de verão os oleiros tinham que pagar mil tijolos, em torno de 60 a 70 oleiros, contabilizando 70.000 (setenta mil tijolos) anualmente, desta forma a igreja

abriu 30x90m de olaria, e contribuía com construção de escolas, igrejas¹⁰¹. A área conhecida atualmente como *invasão dos padres*, no bairro Aparecida recebe esse nome justamente porque as terras pertenciam a Prelazia do Xingu, era uma área que havia sido reservada pela igreja para preservação de espécies da Amazônia, com uma mancha de mata aluvial - virgem, que seria destinado à construção de uma “Escola bosque”, e no auge da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, gerou muitos problemas quanto ao aspecto indenizatório desses terrenos junto a Norte Energia (Historia de vida, cedida em 17 de abril de 2015), porém mais uma vez a igreja católica se prontificou a colaborar juridicamente os impactados.

3.2.5- 5º e 6º inputs: Usina Hidrelétrica de Belo Monte e a mineração

A construção da usina hidrelétrica de Belo Monte é uma das principais obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal. A Usina Hidrelétrica de Belo Monte começou a ser construída em 2011, apesar de grande resistência por parte dos ambientalistas, juristas, opinião pública, ribeirinhos e indígenas. Dentre as críticas estavam a ineficiência energética que funcionaria 40%, abaixo de sua potência, o alto custo da obra na cifra de bilhões, e os impactos socioambientais a Altamira.

As primeiras estimativas dos empreendedores previam 50 % da área urbana inundada, e apesar de vários estudos apresentados as contradições ainda não foram completamente elucidadas. Em 2017, ainda pairam questões sobre o aumento real da população urbana, que em 2010 (IBGE - Censo Demográfico) apresentou um valor absoluto de 98.758 mil, sendo provável que tenha dobrado chegando a 200.000 mil no auge da barragem, sem que as obras condicionantes tivessem sido cumpridas especialmente saúde e educação.

O efeito colateral que mais incomodou os moradores foi o super aquecimento do mercado imobiliário, provocado pela explosão migratória, que elevou às alturas os preços de compra e aluguel dos imóveis, assim tornou-se mais cômodo o recebimento de casas nos Reassentamentos Urbanos Coletivos: Jatobá, Laranjeiras, São Joaquim, Água Azul e Casa Nova.

¹⁰¹ O papel da igreja na região do Xingu é muito forte, pois muitas das funções deveriam ser executadas Estado, a igreja no passou a executá-las, como foi o caso do Hospital São Rafael, era gerenciado pela igreja e posteriormente foi transferida para ação da Prefeitura, a Instituto Maria de Mathias que foi transferido para Estado. No que se refere às inundações ele destaca o papel da igreja enquanto, ajuda humanitária, distribuindo roupas, alimentos etc.

Alguns elementos são apresentados por Leturcq (2016) serão importantes para compreendermos os impactos sob a área urbana de Altamira, sua reestruturação após o início da obras, e sob as três sub – bacias dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas: *As especificidades quanto à reinstalação das famílias após a construção da barragem e a alteração nas paisagens após a instalação da barragem.*

A cidade de Altamira como se observou pelo histórico da ocupação, sempre estabeleceu vínculo econômico e cultural com o Rio Xingu até mesmo pela proximidade geográfica, sendo muito comum a manutenção de duas residências uma na cidade e outra em ilhas. Entretanto, a Norte Energia indenizava apenas uma das residências, neste caso, o atingido é obrigado a dar preferência a casa na área urbana, mas precisamente nos Reassentamentos Urbanos Coletivos (Rucs): Jatobá, São Joaquim, Laranjeiras, Casa Nova e Água Azul compreendendo um total de 4.476 lotes. Esses deslocamentos da população de acordo com Leturcq (2016; 277) promovem mudanças diretas de estilo de vida e de espaço de vida (zona urbana, mobilidade, novos vizinhos etc.).

Em pesquisa de campo, no dia 17 de abril de 2015, no bairro Sudam I, setor conhecido popularmente como baixão do Tufi foram coletados vários relatos de pessoas que compunham um acampamento coordenado pelo movimento de mulheres de resistência a construção da ponte sob o igarapé Altamira. Dos fatores da resistência destacamos as seguintes questões conforme relatado por um Pedreiro, descendente dos Xicrin (A) afirmou que em sua casa, confeccionada em madeira era ocupado por mais de uma família, entre filhos, noras, genros e netos, e ao invés de receberem três casas, receberam apenas uma casa, que gerava um grave conflito de acomodações na casa no Reassentamento São Joaquim pela família do indígena.

Outro relato apresentado por uma “indígena” Xicrin é que ela possuía duas residências uma em Altamira, ao qual ela ocupava com seu esposo, e outra em uma ilha em que residiam a filha, genro e os netos. O problema que como o cadastro havia sido feito no nome da dona de casa, apenas um dos imóveis deveria ser indenizado neste caso, houve preferência pela casa do Reassentamento Urbano Coletivo Jatobá, que segundo a impactada já apresenta sinais de rachaduras na casa, apresentava dificuldade de acesso a água tratada e sistema de esgoto eficiente, agravado pela dificuldade de mobilidade da família pois o reassentamento seria distante do centro urbano.

Outra situação relatada pelas mulheres do movimento de resistência a construção da ponte no baixão do Tufi, é que alguns imóveis por não apresentarem os documentos

comprobatórios de posse, receberam mandato judicial para desocuparem em 24 horas, assim o protesto solicitava um valor irrisório junto a Norte Energia para pagamento de pelo menos um ano de aluguel.

A Alteração nas paisagens após a instalação da barragem a montante da barragem da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, apesar de reformulações no projeto original da Usina as áreas inundadas foram ainda bem representativas das principais perdas estão bairros instalados sob áreas de preservação permanente nos igapós, planícies de inundação, leito de igarapés: Sudam I – Baixão do Tufi, Aparecida-Invasão dos Padres, Boa Esperança e bairro Açaizal, provocando inúmeras alterações nas paisagens.

A expansão da área urbana ocorreu para novos trechos da planície de inundação dos três igarapés, por meio de loteamentos privados como o Loteamento Terras de Bonanza localizado na planície do igarapé Ambé e Xingu, áreas residências na planície do igarapé Panelas como no setor lagoa e, para áreas mais elevadas como colinas e morros em que se instalaram os RUCs. O quadro seguinte apresenta os principais loteamentos privados criados no contexto da UHBM (Quadro 24 e figura 39).

Os Reassentamentos Urbanos Coletivos (RUCS) foram construídos para abrigar a população dos bairros atingidos pela inundação permanente, e inicia nova etapa da reorganização urbana, com ocupação efetiva da área do Planalto Residual Sul Amazônico, compondo cinco novos bairros: RUC jatobá (Sub bacia do igarapé Ambé), RUC Água Azul (Sub bacia do igarapé Ambé), RUC Casa Nova (Sub bacia do Igarapé Altamira), RUC São Joaquim (Sub bacia do igarapé Altamira) e RUC Laranjeiras (Sub bacia do Igarapé Panelas) assim ocupa-se os setores de desembocadura com outras construções como o Parque Ambiental do igarapé Ambé e Altamira e inicia-se um avanço a trechos do médio curso dos igarapés.

Esse avanço para médio e alto curso dos igarapés permitiu também a abertura de novas vias como é o caso do anel viário, que liga a Avenida Pedro Gomes a Avenida Perimetral (Transamazônica – BR-230) que foi responsável pela retirada de uma mancha remanescente de Floresta Aluvial e, por conseguinte alteração da planície de inundação do igarapé Altamira, que estava relativamente preservada mesmo localizada em uma área central da cidade.

De acordo com relatos essa área abrigava um complexo sistema de lagoas marginais o qual a população ainda pescava. Das extintas está a Rua da Peixaria que permite o acesso ao conjunto residencial Altaville. Algumas variáveis são importantes

considerar nesta ocupação e evolução urbana do município de Altamira, além do relevo colinoso que durante algum tempo limitou a expansão urbana, o fator mais importante dessa configuração espacial do núcleo urbano esta relacionado às atividades econômicas força motriz do *sistema socioambiental* concentrava-se predominantemente no leito do Xingu, nas planícies no igarapé ou no beiradão da terra firme.

Quadro 24: Principais loteamentos criados no contexto da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Principais loteamentos	Sub – bacia	Características gerais
<i>Loteamento Cidade Jardim</i>	Igarapé Panelas	Localizado na BR-230, na saída Oeste da cidade, ofertando 5.386 lotes. Compreende áreas de divisores de águas, com altitudes que chegam a 270 metros, com presença de relevo colinoso, drena grande parte de suas águas para o igarapé Panelas que corta o fundo do vale.
<i>Loteamento Terras de Bonanza</i>	Igarapé Ambé e Xingu	Localizado na BR-230, em frente ao trevo com a PA-415, que dar acesso a Vitória do Xingu ofertando 1.099 lotes numa área de 749,82 hectares. Esse loteamento apresenta sérios problemas drenagem do solo; foi instalado em um fundo de vale, cortado pelo igarapé Trindade, apresenta-se como afluente do igarapé Ambé. Em pesquisa de campo identificou presença de solos de cor acinzentada, indicador de acúmulo de água no local, inúmeros canais de drenagem que estão sendo canalizadas, vastas áreas de buritizais.
<i>Jardim Tropical,</i>	Igarapé Panelas e Rio Xingu	Condomínio; fechado, com 100 lotes e área total de 50 hectares, localizado próximo ao Xingu Praia Clube; no bairro Independente I; voltada ao atendimento da classe A. O entorno do condomínio apresenta vias que sofreram bastante pela deficiência de drenagem urbana.
<i>Residencial Santa Benedita</i>	Igarapé Ambé	Empreendimento particular financiado com recursos federais, implantado em 2010, com 958, residências, voltado a um público de poder aquisitivo mais baixo. Esse residencial está próximo ao igarapé Lama Negra, que é um afluente do igarapé Ambé.
<i>Loteamento Cidade Nova</i>	Igarapé Altamira	Localizado próximo, ao bairro Bela Vista, com lotes urbanizados, com previsão de construção de 6 mil residências, construção de um shopping Serra Dourada, supermercado vinculado as maiores redes de varejo do Brasil e complexo universitário. Esse Loteamento influencia sob a qualidade das nascentes do igarapé Altamira. Vale ressaltar, que essa área das nascentes foi bastante pressionada ambientalmente pela presença do

		antigo lixão a céu aberto, substituído recentemente pelo aterro sanitário.
--	--	----------------------------------------------------------------------------

Fonte: Pesquisa de campo (2016)

No sentido de minimizar os impactos sob as unidades hidrogeomorfológicas que funcionavam como espaços de lazer conhecidas regionalmente como praias (bancos e barras arenosas no Rio Xingu). Dentre as mais representativas estão praia do pepino, pedral, padeiro, sossego, besouro e do Assurini que foram praticamente extintas ou gravemente impactadas. A NorteEnergia por meio do Projeto de Recomposição das Praias e locais de Lazer construiu três praias artificiais: Praia na orla do Xingu, Assurini e Massanori banhadas por águas do Xingu, que ainda que ainda não estavam sendo tratadas até abril de 2016, pelo sistema de tratamento de esgoto. A Estrutura é relativamente simples constituída faixa lateral de areia, escadas de acesso e delimitadas por fragmentos de rochosos (Figura 39; 40 e 41).

Figura 39: Planície do Igarapé Pannels: (a) Presença de planície fluvial encaixada entre os morros e vertentes de elevada declividade; (b) impactos sob trechos de planície preservadas antes da instalação do RUC (c) Vista de cima do Reassentamento Urbano Laranjeiras; (d) Pier de Acesso ao RUC Laranjeiras, foi construído sob o leito do igarapé.



Fonte: Pesquisa de campo (2016)

A construção do Pier de acesso ao Reassentamento Urbano Laranjeiras faz parte do Projeto Básico Ambiental que prevê a construção de estrutura de atração ao longo da orla, com a construção de dois Piers no mercado do peixe, porto seis, porto do Pepino, e acesso ao Ruc Laranjeiras. No caso específico do Pier de acesso ao reassentamento Laranjeiras a área constitui em área de lazer e banho, além da função de atracação de

pequenas embarcações dos moradores principalmente pescadores que residem no referido reassentamento provenientes do bairro Independente II (Figura 40).

Quanto aos impactos aos igarapés estão à maior recarga de sedimentos para o interior dos mesmos, em função das colinas e morros, recobertos por pastos sofreram intervenções diretas como topos aplainados, cortes em curvas de níveis e cortes para abertura de estradas, maior, e alargamento em pontos dos igarapés pela retirada da vegetação marginal, tal qual no igarapé Panelas, com setores de até 20 metros de largura.

O maior impacto está sob o trecho à jusante do igarapé Altamira atualmente modificado pela instalação do Parque Ambiental, que substituiu o ambiente de igapó e planície de inundação por ambiente de terra firme, através da adição de solo oriundo de colinas e morros aplainados durante abertura de vias e dos Rucs. Da principal consequência esta a redução o *efeito esponja* da faixa de inundação, anulando a capacidade de armazenamento de água, durante o período de cheias, através das mudanças qualitativas nos sedimento (estratigrafia, textura, estrutura, fertilidade), com inferências na dinâmica de absorção da água, escoamento subterrâneo durante a cheia e vazante e, da própria reprodução do igapó, que se constituíam em importantes locais de pesca artesanal durante as cheias (Figura 41).

Outro aspecto também com a instalação dos RUCs e loteamentos privados são os impactos na dimensão longitudinal dos três igarapés Ambé, Altamira e Panelas principalmente no médio e baixo curso, a redução da vegetação riparina exerce influencia direta na quantidade de matéria orgânica dentro do canal de drenagem, e, portanto, na distribuição da

Figura 40: Mudanças na reinstalação dos atingidos: (a) Acampamento do Movimento de mulheres resistente a construção da ponte no baixão do Tufí sob o igarapé Altamira, rua

dos operários; (b) Casa cujo morador estava sob mandato judicial de 24 horas para desocupar o imóvel para continuação da obra federal; (c) Aterro de leito do igarapé para construção da ponte sob o igarapé Altamira; (d) Ruc Jatobá com sérios problemas no sistema de tratamento de esgoto que contaminou o trecho do igarapé Ambé, (e) Construção da ponte sob o igarapé Panelas com alargamento do leito e retirada da vegetação aluvial; (f) Construção do Pier de acesso no igarapé Panelas, com retirada de vasto trecho de floresta aluvial.



Fonte: Pesquisa de campo, 2015 e 2016

Figura 41: Dinâmica na paisagem após a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: (a) Parque ambiental do igarapé Altamira com alteração de extensas planícies de

inundação (b) Ponte de concreto sob o igarapé Altamira na Avenida João Coelho; (c) Praia Artificial na Orla do Rio Xingu, (d) Estação de tratamento de Esgoto com os primeiros problemas de vazamentos e contaminação do Rio Xingu em 2017¹⁰²; (e) Áreas que sofreram inundações permanentes após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no bairro Aparecida.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Google Maps (2017) Altamira. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Altamira>.

A construção do Parque Ambiental do igarapé Altamira suprimiu parte das planícies de inundações, por meio de aterro, terraplanagem, tentando criar um ambiente de terra firme, em detrimento da recomposição dos igapós, além da redução da sinuosidade dos cursos dos igarapés, e instalação de seis pontes sob esses igarapés.

¹⁰²Toninho Modergan. Reportagem exibida pela rede Recorde no dia 17 de outubro de 2017. Título da reportagem. Crime ambiental: esgoto vaza da estação de tratamento e vai parar no rio Xingu. Segundo a reportagem o crime ambiental foi denunciado a SEMAT, pelos areeiros uma vez que essa área é utilizada para extração e comércio de areia, sendo identificado pelos mesmos liberação de líquido escuro de mau cheiro, que os areeiros no momento de descarregar o material entram em contato mesmo pela água contaminada.

Alguns cortes nos morros no Ruc Laranjeiras foram profundos e atingiram afloramento de folhelho¹⁰³, da Formação Curuá, sendo rochas que permitem fluido constante de água. Segundo moradores locais esse impacto é considerado um serio problema estrutural pelo continuo fluxo de água que escoar em direção ao Reassentamento e a estrada.

Essas transformações nas unidades hidrogeomorfológicas com incremento de feições artificiais coadunam com as afirmações de Leturcq (2016; p. 282) referente às dimensões da paisagem. Essas novas formas diferem das originais em “estrutura, funções e dinâmicas” com implicações geológicas, pedológicas, ecológicas, hidrográficas, fitogeográficas, socioeconômica e, na dimensão abstrata, histórica cultural¹⁰⁴.

O resumo da evolução urbana de Altamira, seu uso atual são apresentados nas figuras 42a e 42b. A. Pesquisa desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) intitulado Relatório Urbis Amazônia¹⁰⁵ apresentou resultados da nova configuração espacial Altamirense, ratificados nos mapas de evolução urbana e uso do solo. Observa-se na figura 43, que as novas áreas ocupadas pelos Rucs e loteamentos privados, compreendem as classes pasto sujo e pasto limpo, antigas fazendas adquiridas no *input* da borracha pelos seringalistas.

¹⁰³ Na região a Formação Curuá da origem a Vale reassaltar que esse tipo de Rocha da origem a uma caverna denominada de Leonardo Da Vinci na bacia do igarapé Panelas.

¹⁰⁴ BERDOULAY, V. **Les valeurs géographiques**. In: BAILLY, A. FERRAS, R. PUMAIN, D. (s/ Dir.) **Encyclopédie de géographie**. Paris: Econômica, 1995.

¹⁰⁵CARDOSO, A. C.; FERNANDES, D. A.; e BASTOS, P.B . **Relatório Urbis** Amazônia. Convênio URBIS Amazônia, Reg. FUNCATE nº: 3.611.000.00/11. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/urbisAmazonia/lib/exe/fetch.php?media=urbis:producoes:rel:anexo_k_entreescalas_cidades_desurb.pdf.

Figura 42a: Planta de Expansão Urbana do Município de Altamira até o ano de 2002.

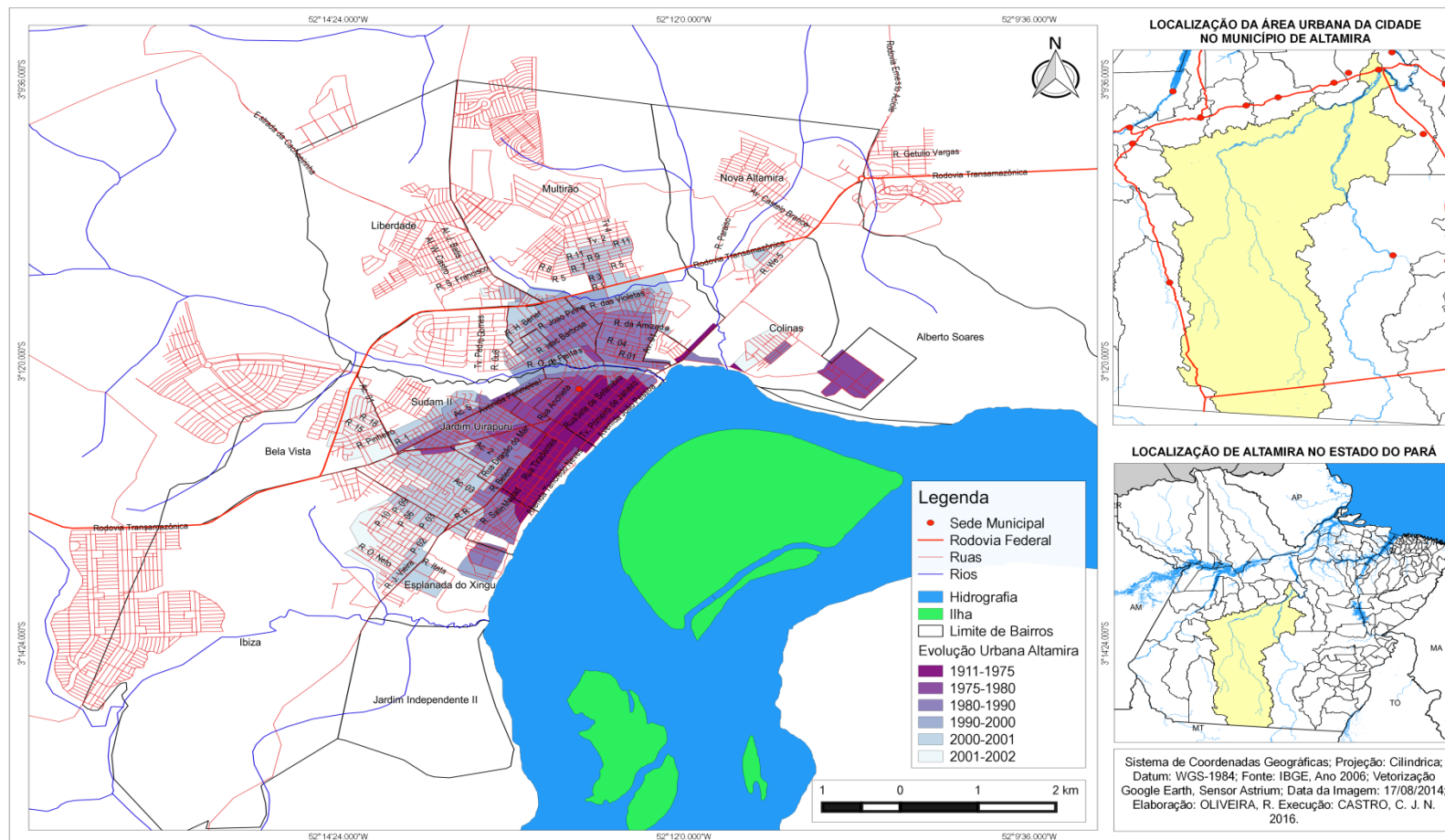


Figura 42b: Planta da área urbana para o ano de 2015 no Município de Altamira.

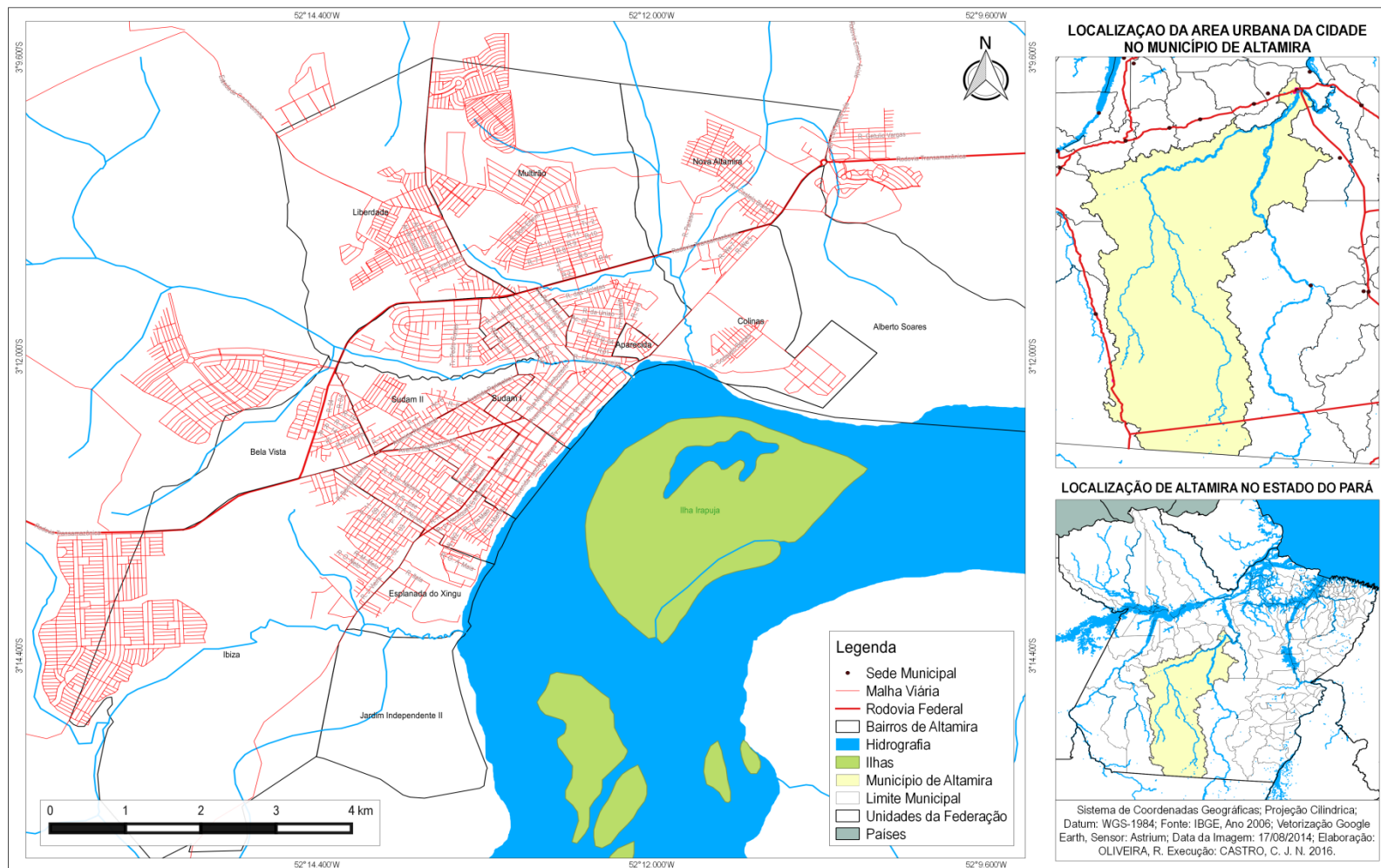
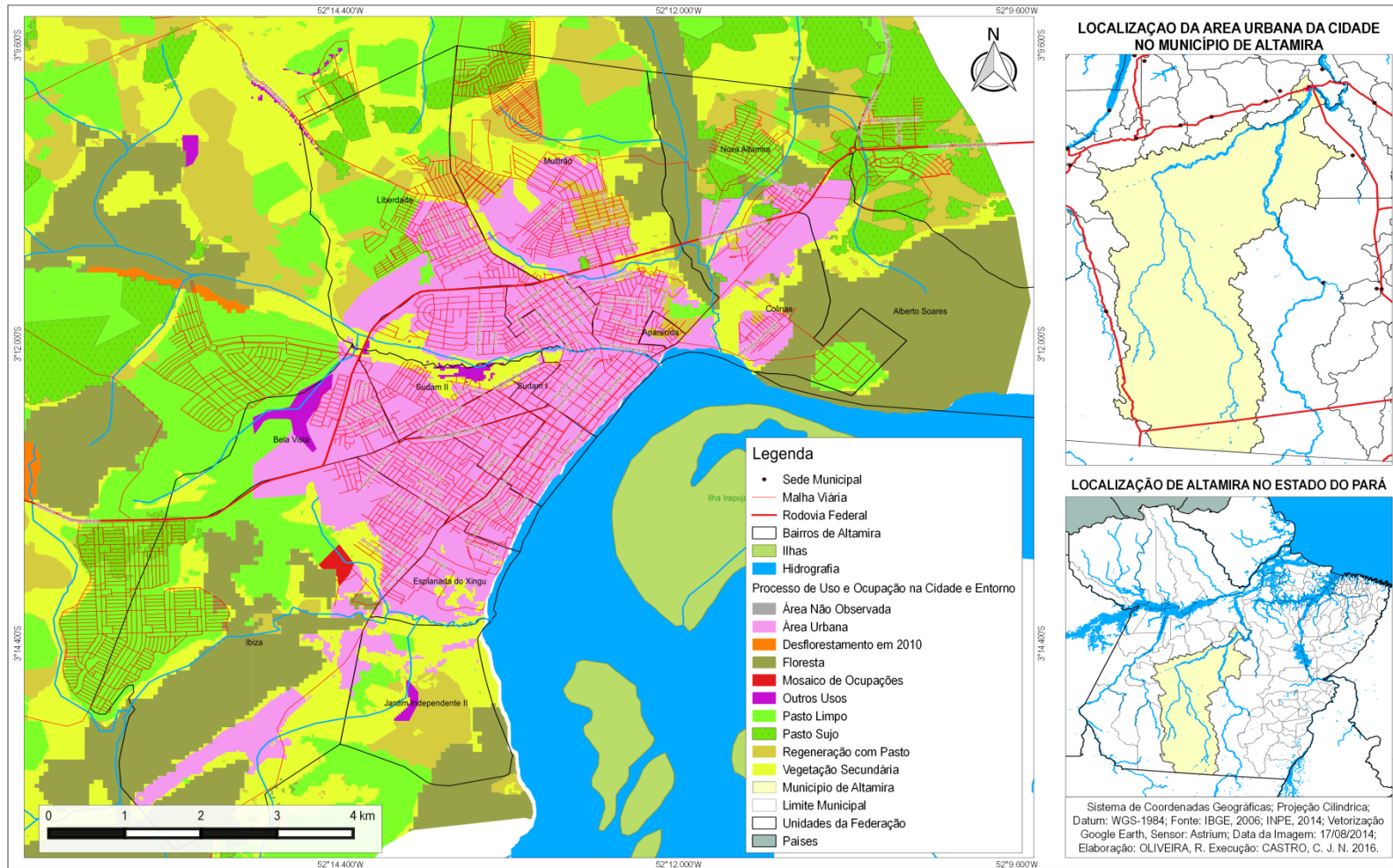


Figura 43: Planta do Uso atual das terras na área urbana de Altamira.



A referência temporal para o *input* mineração foi o ano de 2012, ano em que é apresentado publicamente o Relatório de Impacto Ambiental do Projeto Volta Grande (RIMA, 2012). O Projeto Volta Grande prevê atividade de mineração, com uma operação de lavra a céu aberto em bancadas, com uma rota de processo tradicional no beneficiamento do minério de ouro. O empreendimento está sob a responsabilidade da *Belo Sun* Mineração Ltda, empresa canadense, e está localizado no município de Senador José Porfírio, no Estado do Pará. Situa-se cerca de 50 km a sudeste de Altamira.

A Cerca da mineração na Volta grande do Xingu são atualmente questionados os impactos socioeconômicos e ambientais sob o município de Senador José Porfírio, mas precisamente, sob a Vila da Ressaca e nos garimpos do Galo e Ouro Verde (Área Diretamente Afetada - ADA) e circunvizinhança Vitória do Xingu e Altamira (Área de Influência Indireta). Uma vez que desde a década de 80, a Vila da Ressaca, o garimpo do Galo e o garimpo Ouro Verde vem sendo aproveitados com base na atividade. De acordo com relato de ex - garimpeiro A, morador do bairro independente I, a região do Xingu é um área riquíssima em minério de ouro. A atividade iniciou em 1984, em um garimpo chamado Itatá na Ressaca, posteriormente com o garimpo do Landir, localizado abaixo da boca do Itatá, garimpo do Galo, garimpo do Grea, garimpo do Jatobá, nos Arara, no Rio Curuá, afluente do rio Xingu, área indígena dos Caiapós.

No Rio Xingu havia vários locais com afloramento de ouro, com formas específicas de exploração, no passado essa exploração era predominantemente artesanal. As formas de exploração nestes garimpos eram diferenciadas de acordo com local de afloramento, tipo de afloramento. No garimpo do Itatá, a exploração do ouro dava-se por meio de chupadeira¹⁰⁶, e na Ressaca por meio de filão¹⁰⁷, no Landir por meio de mergulho¹⁰⁸ pois era uma região muito perigosa, de águas muito profundas, no local

¹⁰⁶ A chupadeira era um maquinário formado por dois motores. Naquela época era um motor Agrale 27 e uma bomba de sucção com 4 polegadas, acoplada no motor com um mangueiro conaflex também de 4 polegadas, medindo 50 m de comprimento com uma *maraca* na ponta. Na saída da bomba havia uma mangueira que jogava o material coletado na caixa para concentrar o ouro. E um motor Agrale 13, uma bomba de sucção king para o bico jato. A chupadeira era formada por uma equipe de quatro ou cinco pessoas, divididas por funções; Uma com a maraca; Uma no bico jato; Uma cortando raiz com machado; E a outra juntando pedras. Perfurava-se o solo até chegar ao cascalho (História oral, Ex Garimpeiro A, coletado em 01-04-2017).

¹⁰⁷ Buraco com cerca de 50 m. de profundidade, até chegar à rocha, então eram feitos túneis, estes seguiam a veia do ouro) em que se usava dinamite para explodir a rocha, e centenas de pessoas trabalhavam nestes túneis, como se fosse um formigueiro (História oral, Ex Garimpeiro A, coletado em 01-04-2017).

¹⁰⁸ Em uma balsa composta por dois tubos de 1 m de diâmetro por 6 m de comprimento. Se fazia um assoalho e cobria com uma lona, ou seja, era um barraco flutuante. O equipamento usado para explorar o

conhecido como Buracão da Dor. No Garimpo do Galo e no Garimpo do Grea a exploração do ouro dava-se por meio chupadeira, porém, no Garimpo do Jatobá-manual¹⁰⁹, e por fim, nos Arara com mergulho, na localidade no rio Xingu, por nome Morro dos Arara, região de muito encachoeirada. Afirmou que essa região sempre foi local de conflitos pelo controle das terras, com muitos assassinatos causados por motivos diversos, mas especialmente, por *conflitos* de terras entre garimpeiros e indígenas, onde quase sempre os garimpeiros eram os mais prejudicados. Presenciou a perda de muitos amigos mergulhadores que morriam trabalhando no fundo das águas, vítimas de desabamentos de mocororô (uma espécie de laje), ou até vitimas da malária que prevalecia na região (História oral, Ex Garimpeiro A, coletado em 01-04-2017).

Atualmente, a atividade garimpeira, produz é a maior provedora da renda da comunidade da Ressaca, e nos garimpos do Galo e Ouro Verde comunidades advém do ouro extraído, agregado a relações socioculturais estabelecidas em torno do garimpo. Existem cerca de 600 garimpeiros que exploram a área e dependem dessa atividade.

A *Belo Sum Ltda* apresenta um quadro relativamente modesto de absorção de mão-de-obra na fase de implantação 2100 postos diretos e 600 indiretos, sem apresentação um quadro para período de consolidação, em longo prazo, e do nível de qualificação após pleno funcionamento da mineradora. Além de que um empreendimento deste porte atrai inúmeros migrantes para região e, acaba provocando um colapso no acesso e na qualidade dos serviços públicos principalmente saúde e educação, como ocorreu em Altamira na fase de implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Ambientalmente, sério impacto ao rio Xingu e afluentes Ituna, Itatá, Bacajaí, Iriri e Bacajá. E remete a várias incongruências e reflexões sobre o acesso e a qualidade das águas superficiais. Na fase de implantação, se estima já supressão de nascentes e cursos d'água, por meio de soterramento de cursos d'água, associado, a geração de resíduos

ouro era um motor MWM, uma bomba de sucção de 6 polegadas, um mangueiro de 6 polegadas com 60 m de comprimentos na entrada da bomba com uma maraca na ponta, e outra mangueira também de 6 polegadas, medindo 7 m conectado na saída da bomba que jogava o material (cascalho) na caixa para concentrar o ouro. Um compressor de grande porte acoplado no motor com cerca de 70 m de mangueira de ar comprimido e uma chupeta que auxiliava na respiração do mergulhador no fundo das águas. O mergulhador no fundo das águas fazia uso da roupa de mergulho, da mascareta, da chupeta, de uma lâmpada acoplada em um pendente e uma maraca que sugava o material para cima (História oral, Ex Garimpeiro A, coletado em 01-04-2017).

¹⁰⁹ Quebrando cascalho com picareta, pá, alavanca, machado, bateia, cuia, azogue (História oral, Ex Garimpeiro A, coletado em 01-04-2017).

sólidos e efluentes sanitários dos canteiros de obras (Relatório de Impacto Ambiental¹¹⁰, 2012; p. 40).

Após a instalação da infra-estrutura faz-se referencia ao uso de cianeto de sódio substancia extremamente perigosa e tóxica, utilizado para separação do ouro das outras substancias que irão virar rejeito, questiona-se que medidas preventivas e segurança química podem ser tomadas para evitar a contaminação dos Afluentes do Rio Xingu. E por fim, uma inconsistência técnica, a construção de uma barragem¹¹¹ para contenção de rejeitos é polemicamente assinada pelo mesmo engenheiro da barragem que rompeu em Mariana em Minas Gerais.

Das considerações finais deste capítulo, é importante ressaltar o papel do tempo histórico. Os estudos hidrogeomorfológicos se restringem exclusivamente a classificação topológica representada apenas descrição dos geocomponentes da paisagem. Todavia, ao longo da pesquisa a intencionou-se descrever os *inputs* econômicos e relacioná-los com entrada de matéria e energia dos sistemas socioeconômicos que impõem transformações sobre as unidades de hidrogeomorfológicas em Altamira, até atingir o estágio atual do núcleo urbano. A noção de ritmos apresentada por Monteiro (2000) é referencia nesta dinâmica, assim, cada *input* econômico aplica uma periodicidade, de movimentos que não se repetem apresentaram certas especificidades como vimos na espacialidade do núcleo urbano, na densidade populacional, na circulação de mercadorias.

Dessa reflexão, pode-se inferir desde o pré-contato a circulação dos povos indígenas dava-se especificamente por via fluvial, Rio Xingu, e seus principais afluentes, Rio Iriri, Rio Fresco, Rio Curuá. Essas aldeias localizam-se em locais geoestratégicos ao longo dessa vasta rede de drenagem, conforme mostra o mapa Curt Nimuendajú¹¹² de 1944 (IBGE, 1981) na região de Altamira marcante com a presença dos Arara, Juruna e Assurini e, deixaram registros artefatos como cerâmica e ecofatos bem como registros no ambiente, como solo de Terra Preta Arqueológica (TPA), que até os dias atuais ainda são identificados as margens do Xingu como do Sítio da Praia do Pepino, demonstrando perfeita interação com Regime Hidrológico do Xingu . Neste primeiro momento estas

¹¹⁰Belo Sun Mineração Ltda. Senador José Porfírio – Pa. **Relatório de Impacto ambiental** – Rima. Projeto Volta Grande. 61p.

¹¹¹ Será construída para comportar os resíduos gerados na planta de beneficiamento de ouro. Os barramentos são estruturas destinadas à retenção e a acumulação de água ou polpa (rejeito + água), será destinada à contenção de rejeito proveniente do minério aurífero (RIMA, 2012).

¹¹² Mapa Etno –Histórico do Brasil e regiões adjacentes, Adaptado do mapa de Curt N. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=214278&view=detalhes>. Acesso: 04-04-2017 as 09:25hs

populações estavam adaptadas ao Regime Hidrológico do Xingu, e apresentavam conhecimento da diversidade da paisagem dominavam médio Xingu.

O *input* de Aldeamento e instalação das missões pelos portugueses para coleta de drogas do sertão esbarrou com limitações físicas dos trechos encachoeirados do Xingu para conquista efetiva dos territórios, e de etnias que exerciam suas territorialidades, sendo uma atividade extrativista que transitava pelas duas unidades de paisagens: Terra Firme e Igarapé estacional. Entretanto, as missões seguiram mesmo padrão de ocupação das indígenas ocupando planícies e terraços como a missão Taquavara as proximidades da desembocadura do igarapé Panelas.

O *input* da Borracha apresenta-se como uma atividade bem demarcada ao longo do igarapé e na margem da Terra Firme, e o Rio Xingu a principal via de escoamento, os seringais cortavam as matas como “verdadeiro loteamento dentro da floresta”, que ao final recebe toda a produção do látex coletado em barracões centrais, como foi demonstrado no mapa Sneath (1910), com uma cadeia produtiva, mas que não refletiu em benefícios para Altamira por meio de expansão e infra-estrutura as principais vias são apenas quatro a beira do Rio Xingu, apesar do grande número de migrantes, a população habitavam nos seringais afastados do centro urbano. Neste período o uso dos igarapés restringe-se muito ao uso doméstico, relatos de indígenas afirmam que eles carregam águas dos igarapés para consumo das residências dos coronéis.

As políticas desenvolvimentistas como abertura da Transamazônica na década de (1970) e a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte (2011) representa *inputs* representado pela migração, política agrária executada pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), e políticas do governo federal voltadas a grandes empresários madeireiros, mineração e pecuária, propiciaram ocupação de pequenas propriedades (100 e 50 hectares) ao longo do alto curso dos igarapés, que reduziram as matas aluviais, e intensificaram graves problemas erosivos. A falta de financiamento na zona rural foi resultado elevado êxodo rural para área urbana, que permitiu a expansão de inúmeros loteamentos privados que dão origem aos bairros como Sudam I e áreas invasões como Bairro Aparecida, Bela Vista e Baixão do Tuffí, instalados nas planícies de inundações com forte interação hidrodinâmica na cheia e vazante.

A hidrelétrica de Belo Monte trouxe uma nova forma de ocupação forma de RUCS (Reassentamentos Urbanos Coletivos), e ocupa o topo das colinas, apesar da forma dos assentamentos projetou as ruas e residências curvas de níveis, pressão em direção ao

médio curso, do igarapé Panelas e Ambé e no igarapé Altamira em direção as nascentes. Dos principais problemas estão redução da Floresta Aluvial as proximidades dos RUCs, assoreamento dos rios, contaminação por esgoto como no RUC Jatobá etc..Além disso, abertura de novas vias como anel viário com impactos diretos sob o ultimo grande fragmento de Floresta Aluvial do igarapé Altamira e, eixos de ligação dos Rucs com a Transamazônica.

As principais discussões deste capítulo de intitulado “*Paisagens Hidrogeomorfológicas e suas dinâmicas*” propõem as seguintes reflexões as atividades que se desenvolveram em três ambientes: Leito do Rio Xingu, na Planície de Inundação, mas precisamente nas áreas de igapós estacionais e no beiradão da Terra Firme que se estabelece desde o período do Pré-contato, uma vez que essas áreas eram geoestratégicas para as principais etnias que se instalaram ao longo do Rio Xingu, Araras, Juruna e Assurini.

Posteriormente, com o *input* socioeconômico de maior importância na Amazônia *borracha* (1883-1970) sua infra-estrutura instalou-se as margens do Xingu e na porção insular (ilhas), na confluência do Xingu com seus grandes afluentes Iriri e Curuá, por meio da principal unidade produtiva barracões (espaço de coleta da produção do látex). A coleta da *Hevea Guianensis* (Igapó) e *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex Adr de Juss.) Muell. Arg. (Beiradão da Terra Firme) no igapó e beiradão e seu escoamento por fluvial de escoamento via fluvial pelo Xingu até o Rio Amazonas até a capital Belém.

No final do século XX, outra atividade complementar que utilizou o leito fluvial foi à pesca ornamental e a exploração de ouro na área da ressaca pela técnica chupadeira (garimpo do galo e Itatá) e mergulho em áreas encachoeirado (Arara e Landir), e recentemente com dois novos *inputs* da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, com parte de sua estrutura no interior do Xingu, com mudanças consideráveis no curso do Rio Xingu e o Projeto de Mineração Volta Grande que se instala em unidades próximas do rio na Vila da Ressaca e Garimpo do galo que compõem as sub bacias de afluentes do Rio Xingu com previsão de impactos sob a rede de drenagem.

Todos esses *inputs* socioeconômicos repercutiram sob a morfologia da área urbana de Altamira com ritmos próprios. Durante o *input* da *borracha* a morfologia urbana não apresentou grandes alterações limitava-se a dois bairros cathedral e centro que abrigava a elite política e religiosa, com expansão quase nula, pois, a dinâmica estava nas margens dos rios com trilhas e caminhos para coleta do látex e da castanha do Pará. A partir da década de 80, observa-se um intenso êxodo rural pela ausência de uma política publica

voltada a fixação dos colonos nos assentamentos do INCRA na zona rural de Altamira, assim, intensificou-se a migração regional de municípios próximos atraídos pelos garimpos, e de migrantes nordestinos remanescentes da abertura da Transamazônica, o núcleo urbano expande com presença de inúmeros loteamentos privados e invasões como a “*invasão dos padres*” no bairro Aparecida, localizado em planícies de inundação do igarapé Ambé e o bairro Bela Vista, localizado sob área de relevo colinoso na bacia do igarapé Altamira.

Esse núcleo cresceu em torno de quatro eixos viários: Rodovia Magalhães Barata, Rodovia Ernesto Acioly, Avenida Perimetral Avenida Tancredo Neves, prolongamento da Djalma Dutra. Recentemente os novos *inputs* pautado em políticas desenvolvimentistas–PAC Plano de Aceleração do Crescimento para região previam a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte que a partir do projeto de requalificação urbana, foi responsável pelo remanejamento de mais de 4.000 famílias de bairros impactados pela inundação permanente provocado pela instalação da barragem (“lago”).

No Pré – contato as atividades dava-se no rio com a pesca, nas planícies de inundação e no beiradão com assentamentos e agricultura sustentável de mandioca, manejo agroflorestal castanhais. Durante a exploração do látex, a seringueira localiza-se no igapó e no beiradão da Terra firme com escoamento via fluvial, o extrativismo da castanha do Pará ocorria no beiradão da Terra e corresponde a castanhais de origem antropogênica do período Pré-contato, com escoamento via fluvial, e posteriormente a caça do gato essencialmente realizado em inúmeras ilhas no Xingu, uma vez que apresenta padrão *anabranching*.

Apesar da implantação da Transamazônica Br-230 imprime-se uma dualidade, a circulação fluvial e as atividades econômicas no Rio permanecem com a pesca¹¹³ para consumo, o Garimpo de ouro na Volta Grande, com técnicas específicas com *chupadeira* e *mergulho*, e posteriormente com captura na Volta Grande do Xingu e o comércio de peixes ornamentais¹¹⁴ em Altamira.

¹¹³ No médio rio Xingu registraram-se 23 morfotipos de peixes, distribuídos em aproximadamente 41 espécies, sendo seis espécies com maior valor no mercado destacaram-se pelo grande volume nos desembarques: tucunaré (*Cichlamelaniae*), curimatã (*Prochilodus nigricans*), pescada branca (*Plagioscion squamosissimus* e *Plagioscion surinamensis*), pacu (*Myleus torquatus* e *Myleus pacu*) in: Camargo, M.; Gonçalves, A.; Carneiro, C.; Nisa e Castro, G.T. Pesca de consumo. In: M. Camargo & Ghilardi, R. (eds.) **Entre a terra as águas e os pescadores do médio rio Xingu – Uma abordagem ecológica**. Belém, Eletronorte. 2009. 329p.

¹¹⁴ Na cidade de Altamira, nas margens do rio Xingu, a extração de peixes ornamentais teve início no final da década de 1980, quando garimpeiros desempregados começaram a capturar peixes da família Loricariidae, denominados localmente de acaris. Recentemente, a pesca ornamental tornou-se, em muitos

No período de 2015 e 2016 quando ocorreram às pesquisas de campo a área urbana de Altamira apresentava um mosaico de atividades nas planícies de inundação e no próprio rio Xingu dentre as quais: atividade oleira na desembocadura do igarapé Ambé e Panelas, atividade de exploração de areia, pesca para consumo e ornamental, turismo nas praias, ilhas. Apesar da natureza da pesquisa voltar-se essencialmente para análise as transformações da paisagem no período anterior e durante a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte observa-se uma desestruturação das principais atividades econômicas. Sendo algumas extintas como atividade oleira, a captura de peixes ornamentais na Volta Grande e outras tendo que adaptarem-se a nova morfologia urbana da cidade, uma vez que teremos intervenções diretas sobre o regime hidrológico e do pulso de inundação que regulavam essas atividades. Outro aspecto que aparece sutilmente nos escritos dos viajantes fazem referencia ao regime hidrológico do Xingu: antecipação das cheias (SNETHLAGE, 1912; ADALBERTO, 2002) e variação do nível do Xingu entre enchente e vazante (SNETHLAGE,1912) que reflete em mudança brusca na paisagem.

casos, a principal ou a única fonte de renda para centenas de pessoas que sobrevivem pesca de peixes vivos para a venda ao mercado aquarífilista nacional e internacional. Os dados da ACEPOAT (Associação Criadores e Exportadores de Peixes Ornamentais de Altamira) demonstram que na região do Rios Xingu e Iriri há mais de 500 Famílias de pescadores envolvidos na pesca de Loricariidae. Em áreas de afloramentos rochosos, como no Xingu, a jusante de Corredeiras, os mergulhadores usam máscaras e colocam o peixe em bolsas para trazê-los à superfície.

In: PRANG, G. **An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of Brazilian freshwater ornamentals to the UK market.** *Revista Uakari* 3(1): 2007. 7-5

**Capítulo IV: Regime Hidrológico e
inundações urbanas em Altamira
Pará**

4.1 - Histórico das Inundações em Altamira

Os levantamentos históricos das enchentes e inundações no município de Altamira e região utilizaram um recorte temporal mais extenso quando comparado ao da análise do regime hidrológico 1970-2014, em função da maior disponibilidade de informações em mídias impressas e digitais. Assim, desde o início do século XX foram coletadas notícias de jornais sobre enchentes e inundações no Estado do Pará. Os anos de 1926, 1947 e 1957 são referências em enchentes e inundações fluviais em cidades ribeirinhas como Tucuruí, Marabá e Altamira. O certo isolamento geográfico de Altamira com deslocamento restrito a via fluvial contribuiu para que o número de referências no período antes 1970 tenham sido inferiores.

Apesar do ano de 2009, ter sido um marco, para Altamira em virtude da extensa área afetada e elevado número de desabrigados. A literatura e o acesso a informações de jornais impressos apontaram para outros anos importantes para o fenômeno das inundações em Altamira foram 1974, 1978, 1982, 1985, 2006, 2014 e, mais recentemente em 2017. Os meses de março e abril apresentaram-se como os meses de maiores registros de inundações em Altamira.

Em 1926 a Folha do Norte noticiou varias reportagens relatando uma grande inundação provocada pela elevação das águas no rio Tocantins, um dos grandes rios na Amazônia. Houve grandes perdas nas lavouras, na pecuária, com óbitos do gado pela elevação da água, em Marabá a Conceição do Araguaia. A cidade de Marabá foi invadida quase totalmente pelas águas, culminando inclusive com a transferência da sede para o lago verde (Folha do Norte, 21 de março de 1926; p. 3). Prejuízos relacionados a desabamento de casas de comerciantes, de taipa e a perda na safra de castanha-do-pará são relatados (Folha do Norte, 31 de março de 1926; p.1) (Figura 44).

Segundo os registros a fome foi tão grande que as pessoas passaram a se alimentar de sararas¹¹⁵, em função da elevação do preço da farinha e do peixe, base da dieta alimentar na Amazônia (Folha do Norte, 6 de abril de 1926; p. 1). Nesse período as informações ainda são raras sobre Altamira, apenas de cidades mais próximas da capital recebiam maior cobertura jornalística.

¹¹⁵ Crustáceo de pequeno porte.

Figura 44: Miséria na região Tocantina em função das enchentes fluviais municípios atingidos são inúmeros: Marabá, Cametá, Mocajuba entre outros.



Fonte: Folha do Norte, 06 de abril de 1926.

O ano de 1957 é mais rico em documentação em relação às cheias que ocorrem no Rio Xingu, duas reportagens chamaram atenção com os seguintes títulos “*Xingu imita o Tocantins com impressionante cheia*¹¹⁶” e “*Todo o Xingu enfermo e a beira do abismo e sua maior enchente*¹¹⁷”. Segundo esses registros as águas do rio Xingu invadiram a mata transformando-a em um imenso igapó. Em alguns trechos a floresta estava quase totalmente alagada, grotas, riachos, igarapés e rios transbordavam, habitações naufragavam, em um espetáculo entristecedor.

Na época, a extração do látex nos seringais era uma das principais atividades na região de Altamira, 99% dos barracões e choupanas ficaram totalmente imersos. Outro problema foi o estado de fome e miséria instaurado, uma vez, que os gêneros alimentícios eram adquiridos antes da safra da borracha e da castanha, com as enchentes ocorreram perdas desses gêneros, associada à incapacidade de injeção de novos recursos. Dentre as curiosidades estão as estratégias de sobrevivência utilizadas pelos moradores durante as

¹¹⁶ Jornal A Província do Pará de 17 de abril de 1957; p.10.

¹¹⁷ Jornal A Província do Pará de 28 de abril de 1957; p.8.

inundações, durante o pico de inundações, deslocavam-se imediatamente em direção aos morros e beiradões mais altos, retirando das casas seus objetos de sobrevivência e os mais pesados são entregues a força das águas. Uma reflexão importante a ser apresentada aqui é que após uma grande inundação, além da resiliência físico - químico da planície de inundação é possível que haja uma resiliência socioeconômica para as cidades ribeirinhas na Amazônia.

Segundo relato dos enviados na época a Altamira as cheias foram tão impactantes que o texto jornalístico afirma que inúmeros habitantes foram obrigados a morar em cima de árvores. Outro aspecto que são apresentados é a desestruturação das atividades econômicas, inicialmente paralisada o comércio do látex em função das cheias, passando para quebra da castanha-do-pará. Cheia do Xingu e seus afluentes no ano de 1957 impressiona sendo comparada a cheia do Tocantins cujo prejuízo supera o ano de 1947¹¹⁸ (Figura 45).

Figura 45: A cheia do Rio Xingu de 1957 é apresentada pelos jornais da época como uma das piores enchentes registradas no século XX.



Fonte: Figura A (Jornal A Província do Pará de 17 de abril de 1957; p.10.) e Figura B – (Jornal A Província do Pará de 28 de abril de 1957; p.8).

¹¹⁸ Jornal A província do Pará, 17 de abril de 1957; p. 1.

Nos documentos consultados a possível causa da inundação é o grande volume de água nas áreas de cabeceiras localizadas no Estado do Mato Grosso, que escoam em direção ao Sul do Pará. Altamira é uma das cidades banhadas pelo Rio Xingu, assim as habitações e plantações que estão localizadas as margens do Xingu e de seus afluentes eram invadidas pelas águas¹¹⁹. O registro histórico faz uma relação direta entre precipitação local, precipitação regional que procede das nascentes, e o fato de Altamira esta localizada em um largo vale, e cortado por inúmeras drenagens que são invadidas durante as cheias pelo Rio Xingu.

Segundo esses documentos históricos a enchente de 1957 não esteve restrita ao rio Xingu e a cidade de Altamira. É possível observar através análise de reportagens sobre as enchentes no Estado do Pará, que as mesmas apresentam-se como um fenômeno regional. O rio Tocantins em 1957 sofre com uma cheia extraordinária e as cidades de Marabá e Tucuruí são afetadas pelas inundações. Na análise desses documentos foi possível observar que o ápice das cheias do rio Tocantins ocorre no mês de março, enquanto que no rio Xingu as graves conseqüências das cheias apenas serão sentidas durante o mês de abril.

Na década de 70, uma reportagem¹²⁰ descreve os impactos da cheia do rio Xingu que atinge os bairros as margens do rio, pela primeira vez, tem-se um registro sobre a ocupação desordenada na área urbana de Altamira, que provocou paralisação das principais atividades econômicas, indústria de cerâmica, com produção de tijolos e telhas, madeireiras e agricultura, com perda considerável na safra de arroz na zona rural¹²¹. Vale lembrar, que da década de 70, muitos travessões, se sustentavam por meio da lavoura branca e farinha (Figura 46).

Algumas obras também relatam sobre o regime hidrológico do Rio Xingu. De acordo com Figueiredo (1976), em março de 1974, as cheias tinham feito o rio Xingu avançar para margem, impedido o tráfego na rodovia e retardando remessas de mercadorias (FIGUEIREDO, 1976; p.115) a autora apresentou uma relação entre o

¹¹⁹Fonte: A província do Pará, 17 de abril de 1957; p. 10.

¹²⁰Em 26 de março de 1974 no jornal “A província do Pará”

¹²¹De acordo com Rocha (2013) as primeiras atividades realizadas nos primeiros anos de instalação no estabelecimento rurais são o corte e queima da floresta e introdução de cultivos anuais, também denominados por lavoura branca (LB), destacando-se o plantio de arroz, consorciado ou não com capim. Essas são as chamadas “roças de abertura” e podem ser menores em extensão (2 a 3 hectares) com a finalidade de auto-consumo familiar e eventualmente para a comercialização do excedente.

In: ROCHA, C. G. S. **Reprodução social e práticas socioprodutivas de agricultores familiares na microrregião de Altamira, Pará**. 2013. 202f. Tese de doutorado apresentado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de economias.

regime de chuvas regional e as cheias do Rio Xingu e os impactos sobre a economia do município.

Figura 46: O ano de 1974 é a segunda grande referencia de grande enchente em Altamira.

Belém, terça-feira, 26 de março de 1974 *A Província do Pará* 1º caderno 3

ALTAMIRA TAMBÉM SOFRE COM A CHEIA

A situação no município de Altamira é contornável, mas poderá se transformar em uma calamidade, com muita água no Rio Xingu e com as chuvas que abundam no mês de março, segundo declarações prestadas pelo prefeito Claudio Filomeno, após o encontro mantido com o Governador do Estado.

Claudio Filomeno é nomeado prefeito de Altamira há pouco tempo. Segundo sua declaração a população se espanta com pavor a última cheia verificada com estas proporções, no ano de 1973.

Naquele ano as chuvas e águas do Rio Xingu quase dizimaram o município, que vivia exclusivamente da produção agrícola. Também não haviam os meios financeiros e que impossibilitava o Governo de oferecer uma ajuda a altura das necessidades.



Claudio Filomeno, prefeito de Altamira

Segundo o prefeito, a cidade propriamente ainda não foi atingida, o problema se alastra pelos bairros às margens do rio e, também, de maneira mais grave, pelas indústrias, estabelecidas próximas ao rio para aproveitamento do transporte fluvial.

Atualmente as principais fontes de rendas do município são a extração do potencial madeireiro, com várias serrarias e a indústria de cerâmica que transforma do barro, em tijolos e telhas que se veem nas casas da Transamazônica. Todas essas indústrias estão paralisadas.

A paralisação das indústrias, proporciona sérios problemas para a mão de obra da região. Para quase todos os funcionários foi concedida férias remunerada. Mas é uma situação que não pode ser suportada por muito tempo pelos patrões.

Para o interior do município, os lavadores enfrentam problemas seríssimos de subsistência, pois toda a safra de arroz está prejudicada bem como outros produtos extrativos. Uma única usina para o beneficiamento de arroz já está com as suas portas fechadas.

OS DESABRIDGADOS

O prefeito Claudio Filomeno considera impossível calcular o número de desabrigados existentes em Altamira. Quando viajou para Belém, mais de 300 estavam sendo atendidos pela Prefeitura. A maioria dos desabrigados são de famílias nordestinas, que buscam trabalho na região da Transamazônica.

Para auxiliar as famílias a Prefeitura de Altamira contou com a colaboração do Inera e do DNER que cedeu galpões para instalar as famílias. De um modo geral todo o povo do município está colaborando, cedendo dependências das suas casas para o alojamento dos flagelados.

A possibilidade de uma epidemia já foi sanada diante da infraestrutura instalada pela Fundação Sesp no pólo da Transamazônica, prevendo esses casos, já foram feitas vacinações em massa. O abastecimento de água, totalmente potável, está normalizado.

O nível das águas sobe a 45 centímetros por dia e diante da possibilidade de uma catástrofe o prefeito veio a Belém, a fim de solicitar providências junto ao Governo. Primeiramente fará uma exposição da situação com uma ligeira pre-



ALTAMIRA JÁ ESTÁ QUASE ILHADA

visão do que poderá ocorrer se a água continuar a subir nas mesmas proporções.

Claudio Filomeno, segundo as suas declarações, não pretende auxílio financeiro, por hora. Pretende que lhe seja destinada uma boa ajuda em roupas e medicamentos, mesmo que já tenha recebido uma boa parte da Secretaria de Saúde.

Também necessita de material para a construção de grandes galpões para abrigar as famílias. Sobre a alimentação, o município possui casas comerciais com possibilidade de aguentar por pouco tempo uma crise de alimentos. Mas na exposição, o prefeito colocará o Governo de sobreaviso.

O GRANDE PROBLEMA

O maior perigo que corre atualmente o município de Altamira é a paralisação do tráfego na rodovia que liga a cidade ao porto de Vitória, que abastece a cidade, e é também responsável pelo escoamento da sua produção. Até o dia 24 as águas atingiram mais de vinte centímetros sobre o leito da rodovia com a possibilidade de ser suspenso o tráfego a qualquer instante.

A distância de Altamira para o porto de Vitória é de 40 quilômetros e a paralisação do tráfego que liga o porto à cidade isolará completamente Altamira da civilização. Ela ficaria ligada apenas por via aérea, mas de forma débil por

causa das chuvas que impossibilitariam o deslocamento dos aviões

TUCURUI

Despacho telegráfico chegado às mãos do Delegado Síndeval Rodrigues, procedente de Tucuruí, revela que as águas do Rio Tocantins continuam subindo e que a situação é de expectativa.

O delegado Eduardo Mendonça informa que parte da cidade está alagada e com ameaças de chegar até o prédio onde funciona a cadeia pública. A ordem continua inalterada, é o que declara o sr. Eduardo Mendonça.

Fonte: A Província do Pará no dia 26 de março de 1974; p. 3.

Outro aspecto interessante é cooperação de órgãos públicos como o Departamento Nacional de Estrada e Rodagem (DNER) e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) que cederam galpões para instalar às famílias desalojadas. Naquela data, segundo reportagem o nível das águas do rio Xingu assinalava subida de 45 cm por dia. Outra preocupação que é apresentada que concorda com Figueiredo (1976) é o perigo da paralisação do trafego na rodovia que liga o Porto de Vitória a Altamira que é responsável pelo escoamento da produção.

Posteriormente, outros órgãos começam a ser inseridos no monitoramento das inundações como a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e, mas recentemente, a Defesa Civil. As áreas usadas como abrigo da população no período de enchentes foi utilizando durante inundações a infraestrutura do Parque de Exposição Antônio Inácio Lucena, em Altamira.

Na década de 80 as reportagens deram especial ênfase ao impacto das chuvas como as principais responsáveis pela intransitabilidade das rodovias, enchentes, alagamentos e miséria. O ano de 1982 faz referência a problemática de deslocamento intermunicipal por meio da BR 230 - Transamazônica provocada especialmente pelas intensas chuvas, tornando determinados pontos intransitáveis (A Província do Pará, 04 de abril de 1982; p.4). Além da Transamazônica, são apresentados a situação caótica da PA-150¹²² e da PA 279¹²³, BR 222¹²⁴, quedas de pontes, barreiras e atoleiros deixando vários municípios isolados como São Felix do Xingu e várias agrovilas¹²⁵

Na década de 80, identifica-se um avanço nas interpretações sobre o aumento no volume de chuvas, associado à dinâmica atmosférica e fenômenos que atuam em Escala regional. Vários alertas durante o mês de março do ano de 1985 atribuem o acréscimo da quantidade de chuvas na região, ao grau de atividade da *Zona de Convergência Intertropical* e da penetração da *Massa Equatorial Continental* (MEC) na porção oeste, responsável por 70% das chuvas acima do normal, na foz do Amazonas, Nordeste do Estado do Pará e Litoral do Amapá¹²⁶.

O ano de 2006, segundo avaliação da defesa civil de Altamira apresenta-se como uma das cidades mais prejudicadas pelas enchentes¹²⁷ e mais 19 municípios foram decretados em estado de emergência entre estes: Marabá, Tucuruí, Rondon do Pará, Anapu, Porto de Moz (O Liberal, 19 de abril de 2006; p.6). Neste ano, a maior repercussão das enchentes foi o número de óbitos três (03) mortos em Porto de Moz, três (03) em Almerim e um (01) em Altamira, sendo entre as vítimas seis (06) crianças (Figura 47). Os desastres naturais no Pará provocados pela dinâmica fluvial acabam gerando um ônus tanto a população local, e para o Estado. Neste ano o Estado foi obrigado a destinar ampla assistência aos flagelados por meio aquisição de cestas básicas, água mineral, colchões, redes, mosquiteiros vacinas, recuperação de pontes, estradas e vicinais em torno de 1 milhão de reais (O Liberal, 20 de abril de 2006; p.11).

¹²² A PA 150 liga os municípios de Goianésia a Marabá;

¹²³ A PA-279 é uma rodovia estadual do Pará que liga os municípios de Água Azul do Norte, Tucumã Ourilândia do Norte e São Félix do Xingu até a BR-155 em Xinguara;

¹²⁴A BR-222 é uma rodovia federal que estende-se atualmente de Fortaleza, capital do Ceará à cidade de Marabá, no Pará, interligando, além de Ceará e Pará, os estados de Piauí Maranhão.

¹²⁵A província do Pará, 20 de abril de 1985; 12.

¹²⁶A província do Pará; 2 de março de 1985; p.11

¹²⁷O Liberal; 14 de abril de 2006; p.5

Figura 47: Apesar das enchentes e inundações cíclicas na bacia do Xingu ainda foram identificados três óbitos em Porto de Moz e um em Altamira.



Fonte: O Liberal, 11 de abril de 2006; p.6

Pelo fato da cidade de Altamira esta instalada as margens do rio Xingu, as enchentes graduais (BRASIL, 2010) sempre ocorreram, e observa-se que, sobretudo a partir da década de oitenta, essas começaram estabelecer relações claras entre as inundações e os eventos climáticos na região dentre estes a atuação da *Zona de Convergência Intertropical*; atuação de massas de ar, anomalias de temperatura no oceano pacífico - *La Niña*.

Em 2009, Altamira vivenciou um episódio que repercutiu na mídia nacional, com primeira inundação brusca ou rápida registrada (BRASIL, 2010), nos anos anteriores a 2004, não existiam dados de enchentes e inundações nos arquivos da Defesa Cívil Estadual sobre Altamira (Tabela 06). Outro agravante que dificultou o acesso a dados municipais foi a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, não sendo autorizada a liberação dos dados de varias secretarias vinculadas a Prefeitura Municipal de Altamira e, a Defesa Civil Municipal sendo a mesma ainda vinculada a Secretária de Assistência Social. A defesa civil municipal apresenta uma função meramente assistencialista, em detrimento a ações de monitoramento e planejamento são insipientes.

Tabela 06: Registro de enchentes graduais e bruscas registrados pela defesa civil entre os anos de 2004-2014.

Ano	Tipo de inundação	Desalojados ¹²⁸	Desabrigados ¹²⁹	Afetados ¹³⁰
2004	Gradual	90000	-	-
2007	Gradual	76	240	316
2009	Brusca	500	1154	4853
2012	Gradual	27	561	593
2014	Gradual	942	2535	6.706

Fonte: Notificação Preliminar de Desastre - Defesa Civil Estadual (2004; 2007; 2009; 2012; 2014).

O acidente ocorreu no dia 12 de abril de 2009 e as causas do acidente estiveram relacionadas fatores naturais associados ao uso e ocupação do solo na zona rural e urbana. Dos fatores definidos como naturais destaca-se os índices de precipitação pluviométrica acima do normal em torno de 226 mm em 24 horas, esse excedente hídrico está diretamente ligados a eventos que atuam na macro escala, e anomalias negativas de temperatura nos Oceanos Pacífico (La Niña) e Atlântico, ao regime hidrológico do Rio Xingu, as diferenças topográficas e uso inadequado das terras sendo essa última uma variável importante em virtude do rompimento de micro-barragens (açudes), construídas em propriedades privadas em dois afluentes Ambé e Altamira atravessam o núcleo urbano de Altamira, conforme o relatório emitido pela defesa civil e pelas elevadas taxas de desmatamento (Figura 48 e tabela 07).

¹²⁸ Desalojado pessoa que foi obrigada a abandonar temporariamente ou definitivamente sua habitação, em função de evacuações preventivas, destruição ou avaria grave, decorrentes do desastre, e que, não necessariamente, carece de abrigo provido pelo sistema (BRASIL, 2002).

¹²⁹ Desabrigado desalojado ou pessoa cuja habitação foi afetada por dano ou ameaça de dano que necessita de abrigo provido pelo sistema (BRASIL, 2002).

¹³⁰ Afetado é considerado no relatório qualquer pessoa que tenha sido prejudicada pelo desastre (deslocado, desabrigado e ferido).

Figura 48: Localização dos seis açudes ou barragens em Altamira, Sudoeste do Pará que romperam durante no desastre de 12 de abril de 2009.



Fonte: Elaborado a partir do relatório da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) do Estado do Pará (2009).

Tabela 07: Levantamento do volume de água nos barramentos rompidos no dia do desastre 12 de abril de 2009

Barragem ¹³¹	Coordenadas	Área do lago (ha)	Profundidade Aproximada (m)	Volume (m ³)
A	S 03° 11' 19,5" W 52° 14' 17,6"	0,0974	4,00	3.896
B	S 03° 11' 08,8" W 52° 14' 28,1"	1,7177	4,50	77.296
C	S 03° 10' 55,5" W 52° 14' 13,8"	1,0893	4,00	43.572
D1	S 03° 08' 36,5" W 52° 15' 56,2"	2,8054	3,20	89.773
D2	S 03° 08' 36,5" W 52° 15' 56,2"	0,1757	3,50	6.149,0
D3	S 03° 08' 36,5" W 52° 15' 56,2"	0,1196	12,0	14.352
E	S 03° 11' 25,2" W 52° 13' 24"	0,2870	5,50	15.785
F	S 03° 10' 27,4" W 52° 12' 32,6"	0,7404	6,35	47.015
TOTAL				297.839

Fonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) do Estado do Pará (2009).

Segundo relato do proprietário do Balneário¹³² D localizado no igarapé Ambé, a principal causa das inundações na área urbana não esteve relacionada ao uso inadequado solo na sub-bacia, e sim a um pico de precipitação concentrada que superou 200 mm no dia 11 e 12 de abril de 2009, para o empresário tratava-se de um extremo climatológico, que gerou perda total no seu empreendimento, que no auge da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte transformou-se no principal espaço turístico privado.

De acordo com as informações abstraídas da mídia impressa foi realizado um levantamento feito pelo corpo de bombeiro em 2002, e o número de micro-barragens estavam em torno de 30, sendo apenas uma delas licenciada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA). Entretanto, das trinta apenas cinco barragens de grande porte são capazes de oferecer riscos a população. O rompimento de barragens em Altamira arrastou casas, estabelecimentos comerciais provocando perdas de eletrodomésticos, segundo informações com 227 famílias desabrigadas e mais 20 mil desabrigados. O rio Xingu subiu 7 (sete) metros atingindo os três afluentes o Ambé, Pannels e Altamira no qual 13 (treze) bairros ficaram em baixo d'água, 12 metros da Rua Tancredo Neves

¹³¹Para resguardar a identidade dos proprietários que identificam a propriedade utilizaremos letras do alfabeto para identificar as barragens e açudes e suas principais características.

¹³² O proprietário do balneário recusou-se a participar da técnica história oral, apenas forneceu esclarecimentos sobre o evento ocorrido em 2009, segundo o empresário a perda foi praticamente total.

conhecida como rua do aeroporto foram inundadas, a ponte da Rua Senador José Porfírio desabou que liga Altamira a Vitória do Xingu (O Liberal14 de abril de 2009; p.10 e O Liberal14 15 de abril de 2009; p.05) (Figura 49).

Figura 49: Altamira decreta estado de calamidade pública em consequência das inundações na cidade, contabilizando 20 mil desabrigados.

Altamira já tem 20 mil desabrigados

CHUVAS
Prefeitura decreta estado de calamidade pública na cidade

Cerca de 20 mil pessoas, segundo a Prefeitura de Altamira, no oeste paraense, estão desabrigadas depois dos temporais que atingiram o município no final de semana. O número corresponde a mais de 20% da população da cidade, que tem mais de 90 mil habitantes. De acordo com o Instituto de Meteorologia do Pará (Immet), a previsão era que chovessem 220 milímetros em 24 horas - somente de sexta para sábado. Estradas ficaram destruídas, pontes caíram e até dez famílias dividem a mesma casa em solidariedade aos desabrigados. Por causa dos estragos causados pela chuva, a Prefeitura de Altamira decretou estado de calamidade pública.

O coordenador do Immet, José Raimundo Souza, informou que essa foi uma situação totalmente atípica, pois aconteceu uma irregularidade na distribuição de chuvas no Estado. Essa quantidade de água, na verdade, era para ter caído na região do Marajó. No entanto, a expectativa é que a chuva diminua consideravelmente nos próximos dias. "Hoje, deve cair uma chuva de intensidade fraca a moderada, o que corresponde a, aproximadamente, 40 milímetros. Os moradores de Altamira podem respirar tranquilos agora", assegurou.

A Defesa Civil do Estado anunciou que vai encaminhar ao município 500 kits de ajuda humanitária com calções, travessouros, toalhas, cobertores e 16 itens de limpeza. Além disso, mais três mil cestas básicas também serão enviadas.

O tenente Fábio Cardoso de Moraes informou que agora é o momento de garantir a segurança da população. Para isso, serão feitas visitas na cidade, incluindo, nas oito barragens que existem em Altamira. Já a suspeita de rompimento de três barragens - que foram as possíveis causadoras da enchente - será investigada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Sema). "As barragens se encontram em fazendas particulares. Com a força da água e o relevo acidentado foi inevitável o que aconteceu. Nunca recebemos denúncia de problemas com as barragens. Mas em uma situação como esta, é necessário que haja o máximo de segurança para a população", explicou.

O tenente da Defesa Civil do Estado disse ainda que a dificuldade de transporte no local é muito grande. Somente uma das quatro pontes que existem no município está em condições de uso. Por causa disso, um abrigo foi improvisado no Parque de Exposições de Altamira. "Novos abrigos vão ser instalados para fazermos um levantamento que garanta a segurança dos moradores da cidade, que é o mais importante. Vamos coletar dados preliminares", disse.

No momento, o tenente Fábio Moraes informou que não há a necessidade do envio de mais homens da Defesa Civil para o município. O motivo é que no local existem 40 homens do Corpo de Bombeiros, além do Exército 51. Bis e da Polícia Militar de Altamira.

PERDAS

A prefeita de Altamira, Otília Sampaio (PSDB), disse que lamenta a situação de tragédia em que o município se encontra. O nível do rio Xingu chegou a subir 7 metros - o que atingiu também os garapes Ambé, Altamira e das Panelas - e mais de 13 bairros ficaram debaixo d'água. "Sou filha de Altamira, tenho 54 anos, e nunca vi algo parecido em toda a minha vida. Tudo ano tem alagamento, mas nunca nessas proporções. Foi a maior enchente da história do município", disse.

A cidade alagou em apenas três horas de chuva e, por causa disso, muitas pessoas perderam tudo o que tinham. A prefeitura informou que já acionou todas as secretarias do município e o Corpo de Bombeiros para resolver a situação. "Como foi tudo tão rápido, muita gente que tinha viajado no feriado para a área rural do município se surpreendeu quando voltou e viu a cidade destruída. Por causa disso, tem casas com dez famílias, porque não deu tempo de preparar um abrigo adequado para alugar todas as pessoas", informou.

A avenida Tancredo Neves - conhecida também como rua do Aeroporto - teve 12 metros completamente destruídos pela enxurrada. Já a ponte de concreto da avenida Coronel José Porfírio, que liga Altamira a Vitória do Xingu, desabou. Assim como mais quatro pontes da cidade que estão em estado de alerta.

VISTORIA

No início da tarde de ontem, uma equipe da Defesa Civil Estadual e da Sema sobrevoaram Altamira por três horas. O objetivo da vistoria foi avaliar a situação das barragens destruídas pelas chuvas e detectar a possibilidade de novos rompimentos. À noite, o major do Corpo de Bombeiros Noril, coordenador da Defesa Civil Estadual, o tenente Piquet, chefe da Defesa Civil Municipal, e representantes da Prefeitura Municipal reuniram-se no quartel do Corpo de Bombeiros de Altamira para discutir as possíveis soluções para o desastre.

O cenário de inundação nas ruas da cidade preocupa moradores, prefeitura e governo. Meteorologista, agora, prevê tregua das fortes chuvas.

Em apenas uma casa, até dez famílias se abrigam contra as enchentes

Fonte: O Liberal, 14 de abril de 2009. p.11.

O fato é que após a tragédia os dados ainda da mídia impressa e dos relatórios da Defesa Civil Estadual são bastante desconstruídos, como o número de impactados pela enchente e sobre as causas reais do acidente. Segundo jornais da época foi realizado um relatório pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMA), sobre as possíveis causas da tragédia dentre estas causas foram identificadas um total de 60 barragens artificiais e; em sua maioria clandestina construídas sem licenciamento ambiental, portanto, sem obedecer a normas de engenharia necessárias, até aquela data 11 (onze) barragens foram rompidas¹³³ Uma das barragens de maior porte rompida localiza-se no

¹³³O liberal 15 de abril de 2009; p.5

Parque do açai a 4 km do centro de Altamira, e insere-se na sub- bacia do igarapé Altamira (Figura 50).

Figura 50: Levantamento realizado pela Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) em Altamira aponta para rompimento de barragens sem licença de funcionamento no curso do igarapé Ambé e Altamira: (C) Barragens de grande porte do igarapé Ambé, e (D) barragem, localizado em um Parque¹³⁴ a 4 km do núcleo urbano de Altamira.



Fonte: (A) O liberal, 15 de abril de 2009; p.5; (B) O liberal de 25 de abril de 2009, p.5; (C) e (D) Pesquisa de campo em 2015.

Outros agravantes foram relatados em relatório elaborado pela Secretaria de Meio Ambiente e Turismo de Altamira – SEMAT destaca que o rompimento da barragem

¹³⁴ Nesta área estava prevista de ser instalado além de um condomínio com área de lazer, entretanto, segundo informações locais o Projeto não foi concretizado em virtude da qualidade da água, vale lembrar, que o antigo lixão a céu aberto de Altamira estava as proximidades. Entretanto, observa-se que a água desse açude é usada na irrigação de hortaliças que são cultivadas em terras arrendadas dentro desta propriedade (Pesquisa de campo, 2015).

localizada no Parque do Açaí foi responsável por grande parte dos impactos uma vez que esta localizada as proximidades do núcleo urbano de Altamira, retinha um grande volume de água, e a presença de uma galeria que era insuficiente para passagem de água do Igarapé Altamira.

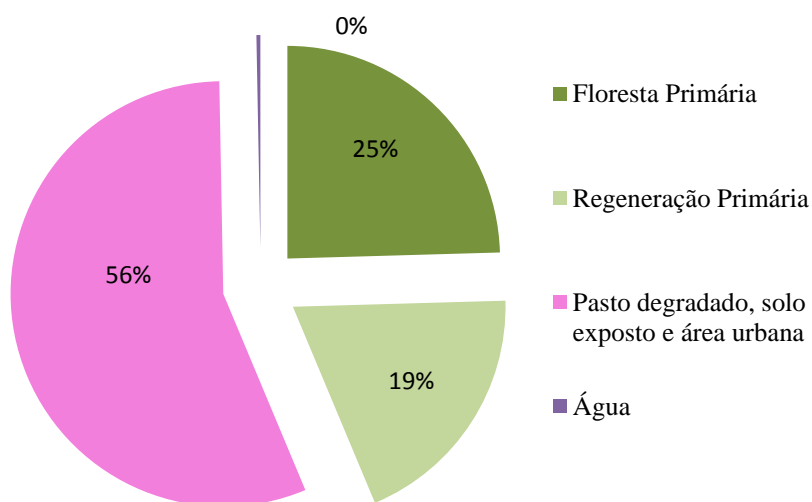
A rede de drenagem que abastece o igarapé Altamira, apresenta oito afluentes que escoam para o canal principal. Pelo fato de muitos estarem na zona rural de Altamira foi identificado taludes que servem como barramentos aos cursos d'água destes afluentes com finalidades variadas. Apesar de pouco extenso o igarapé Altamira recebe um descarga elevada desses afluentes.

Outro agravante, é que na zona rural houve um elevado índice de desmatamento, com sensível redução de áreas de proteção permanente (App), pelo avanço das pastagens para criação de bovinos que avançam em direção as áreas de nascentes deste igarapé, e geram graves problemas erosivos como ravinas e voçorocas, aumento excessivo do escoamento superficial e redução da infiltração. No parque do Açaí em vistoria realizada pela SEMAT em 15-04-2009, atestou que a construção do talude tinha objetivo de barramento de dois igarapés para formação de um lago, no dia do acidente houve um transbordamento de seu talude em virtude do volume de chuvas e seu sistema de drenagem (vertedouro). A inundação rápida provocou uma elevada lixiviação de areia provocada pela erosão e foi observado deslizamento de terra as proximidades, assoreando o igarapé Altamira.

Apesar de existência incontáveis barragens clandestinas somente aquelas de médio e grande porte que romperam as proximidades do núcleo urbano foram responsabilizadas, passando a executar medidas preventivas. O desastre em Altamira enquadrou-se em nível¹³⁵ II, evidenciou a presença outro tipo de inundação além da gradual, a *inundação brusca ou rápida* que ocorrem em pequenas bacias de drenagem, são causadas por elevados índices pluviométricos em curto período de tempo, diferenças topográficas, uso inadequado do solo e, ocupação desordenada das planícies de inundação dos três igarapés (Figura 51).

¹³⁵ Corresponde a um desastre de médio porte, são caracterizados quando os danos causados são de alguma importância e os prejuízos são significativos, apesar disso, esses desastres são suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. A situação de normalidade pode ser restabelecida com os recursos disponíveis na área do afetada (município) desde que racionalmente mobilizados e judiciosamente utilizados.

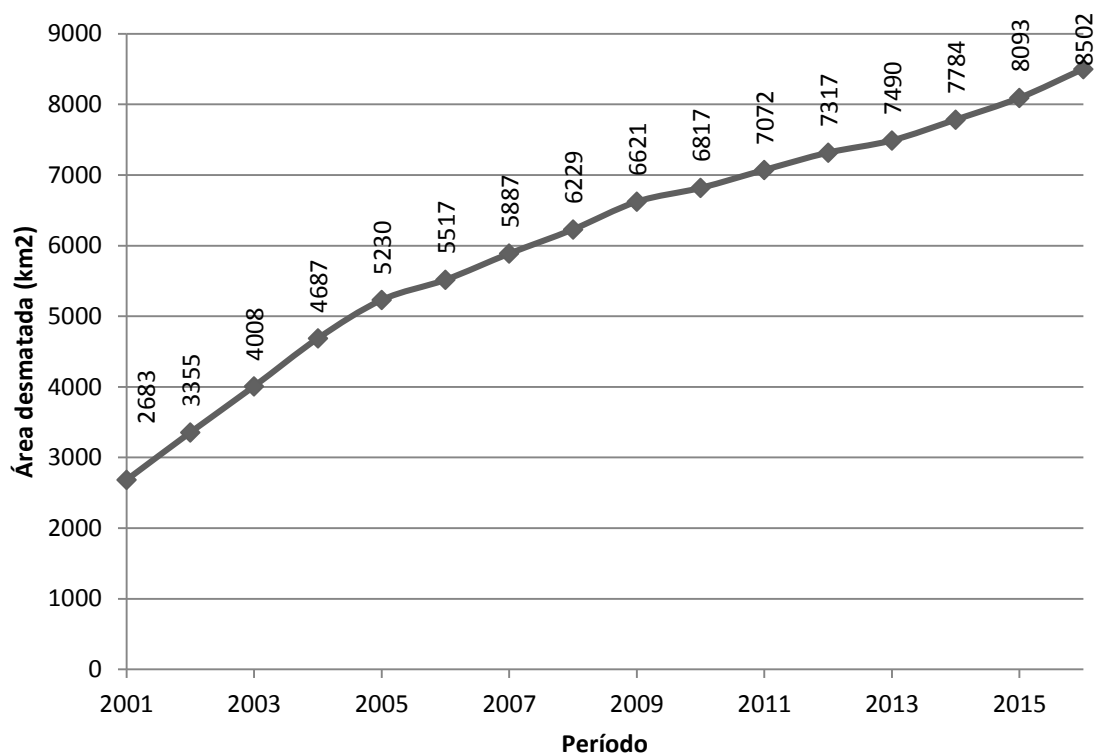
Figura 51: Distribuição do percentual da Cobertura vegetal e Uso das Terras na área das duas bacias hidrográficas Altamira e Ambé, Altamira – Pará.



Fonte: Parecer da Superintendência regional de Polícia Federal no Pará, setor técnico científico referente ao desastre do dia 12 de abril de 2009, em Altamira, Pará.

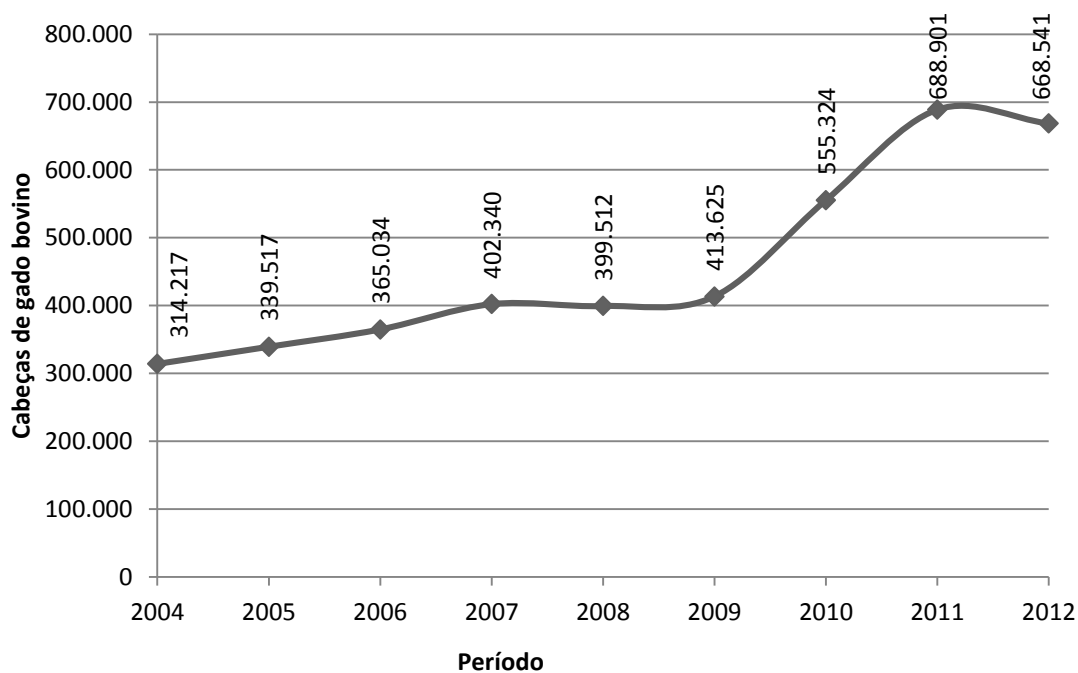
É possível observar que segundo o parecer emitido pela Superintendência Regional da Polícia Federal durante a inundação rápida do dia 12 de abril de 2009, o tipo de uso e ocupação das terras na bacia do igarapé Ambé e Altamira teve grande contribuição no desastre uma vez que 56% da área das sub-bacias eram ocupadas por pasto degradado, solo exposto e área urbana, 25% da área das sub-bacias eram formadas por Floresta Primária e, 19% eram formadas por áreas que já foram desmatadas e, passam por um processo de regeneração. Esses dados coadunam com o histórico das taxas de desmatamento apresentados pelo INPE que em 2009 o município de Altamira alcançou 5621 km², e com as informações disponibilizadas pelo censo agropecuário do IBGE que apontou o aumento da atividade pecuária com criação de bovinos, onde no ano de 2009 o rebanho atingiu um número de 413.625 cabeças, com crescimento de culturas como a banana e cacau (Figuras 52, 53 e 54).

Figura 52: Extensão do desmatamento no município de Altamira entre os anos de 2001 a 2016.



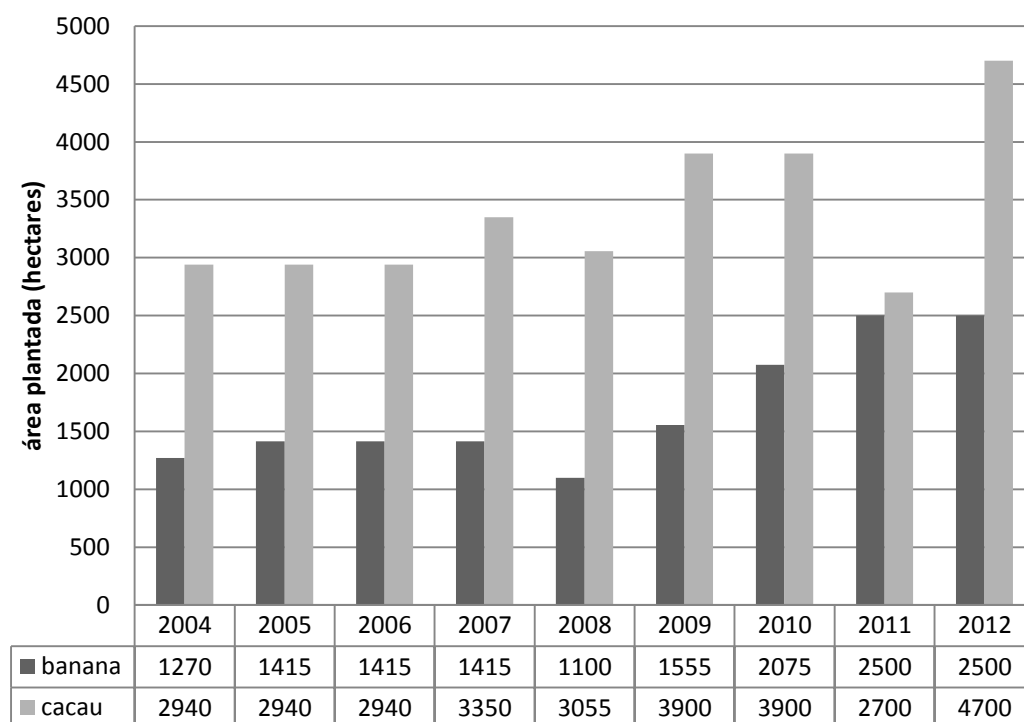
Fonte: INPE (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>)

Figura 53: Evolução da pecuária de gado bovino em Altamira -2003-2012.



Fonte: Censo agropecuário - IBGE

Figura 54: Evolução da área cultivada pela cultura da banana e do cacau.



Fonte: IBGE

A elevação do nível das águas três igarapés que cortam a cidade geraram diversos tipos de perdas em função da velocidade de propagação da inundação dentro destes documentos pessoais, vestimentas, utensílios, eletrodomésticos, móveis de diversas naturezas, materiais básicos de construção acondicionados para execução de serviços de obras de engenharia etc. Perdas parciais ou totais de residências e de alguns estabelecimentos comerciais, além de desarticular serviços essenciais como distribuição de energia elétrica, coleta de lixo, distribuição de água potável e funcionamento de Escolas que são indicadas como abrigos provisórios (Tabela 08). Quanto ao perfil das famílias residentes destacamos agricultores, oleiros, trabalhos informais braçais pescadores e marceneiros.

Tabela 08: Levantamento dos atingidos cadastrados pela Prefeitura Municipal no dia 12 de abril de 2009-Cidade de Altamira¹³⁶.

Nº ordem	Abrigo/ Bairro	Nºfamílias	Nº	Faixa Pessoas	Etária	Unidades	De referencia (casas)	afetadas ¹³⁷
1	Abrigo parque de exposição	80	268	238	2	39	41	
2	Saint Clair	11	13	34	1			11
3	Abrigo GPE Nicias Ribeiro	42	80	105		05	36	1
4	Bairro Mutirão	5	7	6		1	4	
5	Bairro Liberdade	12	24	28	1	2	10	
6	Bairro Independente I	65	120	200	3		5	60
7	Bairro Independente II	82	160	180	9		5	77
8	Baixão do Tufi	450	630	1100	36	3	326	121
9	Bairro Açaizal	457	680	1200	52	5	270	182
10	Bairro Sudan I	336	417	746	68	3	135	198
11	Bairro Sudan II	83	113	170	13		10	73
12	Beco do Afonsinho	95	170	268	17		90	5
13	Bairro Jardim Oriente	15	15	30	2		8	7
14	Bairro do Centro (baixada)	21	36	61	7	6	10	5
15	Bairro Brasília	56	87	88	6	3	17	36
16	Bairro Aparecida	123	194	321	23		18	105
17	Alameda Perimetral	28	39	78	6		13	15
18	Invasão dos Padres	190	347	452	23	1	13	176
19	Manoel Umbunzeiro	19	40	68	3	2	6	11
	Total parcial	2170	3440	5373	272	70	1017	1083

¹³⁶ **Fonte:** Secretaria de Estado de Assistência de Assistência de Desenvolvimento Social (SEDES em 30-04-2009). Relatório de avaliação de situação de Altamira elaborado pela Companhia de Habitação do Estado do Pará –COHAB (2009).

¹³⁷ Afetado é considerado no relatório qualquer pessoa que tenha sido prejudicada pelo desastre (deslocado, desabrigado e ferido).

	TOTAL	2170	9085	2170	2166			

Normalmente, avalia-se o número de afetados e as famílias por meio do cadastro em abrigos e lançado no sistema. Em Altamira durante a enchente de 2009, utilizando um modelo de cadastro do Programa Saúde da Família foi realizado levantamento de todas as famílias alojadas em abrigos temporários através dos agentes comunitários de saúde e consolidado os dados no sistema de atenção básica – SIAB. Entretanto, existe uma parcela da população que de certa forma não é assistida diretamente como os que durante as enchentes são acolhidos por parentes e vizinhos, e que não participaram diretamente de planos de ação, por não fazerem parte de um cadastro oficial¹³⁸ (Tabela 09). Vale ressaltar que durante os trabalhos de campo realizados nos principais bairros que foram inundados Baixão do Tufi e Açaizal na inundação rápida de 2009, não foi coletado nenhum relato de pessoas que utilizaram os abrigos da Prefeitura Municipal de Altamira, todos afirmaram que geralmente recorreram a ajuda a amigos e parentes.

Tabela 09: Famílias abrigadas por parentes e ou amigos de áreas cobertas por Agente Comunitário de Saúde – Desastre de 12 de abril de 2009.

Unidade de saúde da família	Quantidade de famílias
BOA ESPERANÇA	186
APARECIDA	246
BRASILIA	08
CRUZEIRO	197
SUDAM I	250
SUDAM II	54
INDEPENDENTE II	195
PREMEM	10
COLINA	20

¹³⁸ Assistência é realizada nos moldes do Programa Saúde da Família-PSF. Após o cadastro cada família recebeu código e número e de acordo com a sequência numérica foram montados prontuários família compostos de ficha cadastro, prontuários de passagem individual de cada membro e cartão de identificação da família que permaneceu de posse da mesma. Uma vez que Parque de Exposição e Ginásio Poliesportivo Nicias Ribeiro disponibilizaram de atendimento diário 24 horas com serviços como consultas, entrega de medicamentos, visitas a domicílio, coleta de exames laboratoriais, monitorização de doenças Diarréias agudas –MDD, distribuição de hipoclorito de sódio, imunização e vigilância epidemiológica com enfoque a dengue, Malaria, Leptospirose, tifo e Hepatites. Relatório parcial de atividades de assistência as famílias vítimas de enchentes. Prefeitura municipal de Altamira. Secretaria municipal de saúde. Divisão de assistência a saúde. 2009. p.07

MUTIRÃO	11
TOTAL	1.177

Fonte: Relatório parcial de atividades de assistência as famílias vitimas de enchentes. Prefeitura municipal de Altamira. Secretaria municipal de saúde. Divisão de assistência a saúde. 2009. 14p. Consulta a Pagina 06.

Outra questão é vulnerabilidade que se estabelece na área da saúde, com aumento de infecção respiratória e outras doenças de veiculação hídrica. Conforme a tabela abaixo é possível observar o numero de atendimentos, infecção respiratória agudas, notificados pelas unidades saúde da família e centro de saúde Ilvanor Denardim (Tabela 10).

Do ponto de vista ao atendimento a saúde das famílias os bairros que foram expostas ao risco destacam-se: Jardim independente I, II e III, Boa Esperança Aparecida (Olaria e Invasão dos padres), Colina (área da peixaria e Baixão da colina) Sudam I (Baixão do Tufi, Açaizal, Sudam II, Jardim Primavera e Brasília. Os planos de ação são voltados à busca de casos ativos de doenças de veiculação hídrica e infecções respiratórias agudas. Além de vacinação completa há menores de 10 anos, jovens e adultos com vacinação incompleta com aplicação de vacinas contra Hepatite A e B e contra tétano uma vez que a as moradias ofereciam riscos a integridade dos moradores devido o material usado para construção como madeiras reaproveitadas, pregos etc. Outra ação comum é a distribuição de cloreto de sódio para tratamento da água, além de orientações de higiene pessoal e ambiental mesmo nas condições inadequada que as comunidades se encontram (Tabela 10).

Tabela 10: Casos de infecção respiratória aguda notificada nas unidades de Saúde da Família e Centro de Saúde Ilvanir Denardim no período de intensificação das chuvas.

UNIDADE	NOTIFICAÇÃO
Jardim Independe II	285
Boa esperança	432
Aparecida	421
Premem	283
Mutirão	231
Colina	298
Sudam I	451
Sudam II	385
Brasília	637
Cruzeiro	239

Ivanir Denardim	382
TOTAL	4.044

Fonte: Relatório parcial de atividades de assistência as famílias vítimas de enchentes. Prefeitura municipal de Altamira. Secretaria municipal de saúde. Divisão de assistência a saúde. 2009. 14p.

Na zona rural de Altamira, os impactos estão relacionados ao isolamento de comunidades com a concentração de chuvas, em muitos casos a rompimento de pontes que impede a circulação de veículos e pessoas também na área urbana. Vale ressaltar, que a maioria dos travessões não são asfaltados e, estão em péssimas condições de trafegabilidade. Apesar de não especificar os locais exatos o decreto 1.775 ainda faz referencia a diversas vias públicas que estão interditadas ou, com sua estrutura danificada de consideráveis dimensões na via urbana, comprometendo a trafegabilidade da malha urbana da cidade além de outros danos, e os gastos são direcionados a recuperação dessas estruturas (Quadro 25 e Tabela 11).

Quadro 25: Elaborado a partir do decreto nº1. 775 de 13 de abril de 2009 que dispõe sobre a situação de calamidade pública em que se encontram áreas do núcleo urbano.

Pontes /estradas/vias	Danos
Ponte de concreto localizada no Igarapé Altamira. Localizada na Av. Coronel José Porfírio e Rodovia Ernesto Acioly	Desmoronamento
Estrada do Aeroporto	Abertura de cratera, com desabamento de asfalto em aproximadamente 12 metros, sendo interditada.
Ponte de concreto localizada na avenida perimetral	Parcialmente danificada
Ponte de madeira da rua 1º de janeiro	Interditada em função de suas estruturas terem sido parcialmente abalada
Ponte da Avenida João Coelho	Interditada por ter sido parcialmente danificada
Pontes na Rodovia Transamazônica, próximo ao bairro Mutirão	Interdição de três pontes estarem parcialmente danificadas
Ponte de acesso ao Presídio	Destruição total da ponte de acesso ao Presídio

Fonte: Prefeitura Municipal de Altamira, 2009. Decreto nº1. 775 de 13 de abril de 2009

Tabela 11: Planilha de serviços de enchentes – ano 2009 Prefeitura Municipal de Altamira – SEOVI- Secretaria de obras, Viação e Infraestrutura. – Valores de acordo com SICRO-2/SINAPI

Descrição	Valor
Recuperação e reaterro das cabeceiras da ponte em Concreto da rua comandante Castilho – Bairro Brasília	17.407,74
Recuperação de boeiros, reatro mecanizado localizado na avenida Tancredo Neves – Bairro Don Lorenzo	81.084,98
Construção de pontilhão no ramal cama de vara – estrada do Presídio Zona Rural	41.454,00
Recuperação e reaterro das cabeceiras das pontes em concreto da rua 1 de Janeiro bairro Açaizal	11.206,21
Recuperação e reaterro das cabeceiras das ponte em concreto da Rua Manoel Umbuzeiro bairro Centro	10.566,36
Recuperação e reaterro das cabeceiras da ponte em concreto da rua Anchieta -Centro	11.206,91
Recuperação e reaterro das cabeceiras da ponte em concreto da rua Acesso -05. Bairro baixão do Tufi	11.629,95

Fonte: Relatório da Defesa Civil Estadual (2009).

A inundação rápida de 2009 foi um marco para inserção do Município de Altamira, em uma política voltada ao atendimento da população atingida. Uma vez que até 2009, o município e grande parte da Amazônia existiam uma invisibilidade em relação aos impactos provocados pelas inundações pelo baixo numero óbitos nos eventos. Entretanto, os impactos se refletem na desarticulação da cadeia produtiva local e regional que isola comunidades, impede o trafego rodoviário, aumenta a proliferação de doenças de veiculação hídrica etc.

O ano de 2012 torna-se um marco temporal importante porque as obras de instalação da hidrelétrica de Belo Monte já haviam sido iniciadas. Um registro importante apresentado pelo jornal O Liberal sobre a possível *antecipação do ápice das cheias no Rio Xingu*. Segundo, moradores locais as cheias do rio Xingu geralmente ocorriam no final do mês de março e, estendiam-se até o mês de abril, e no referido ano observou-se uma antecipação em função da construção da hidrelétrica de Belo Monte, mas, precisamente, em função do barramento do Rio Xingu. Segundo a publicação do jornal

as famílias mais atingidas residem às margens dos três igarapés urbanos: Ambé, Altamira, Pannels e nas margens urbanas do rio Xingu reclamam pela severidade das cheias do Xingu após seu barramento (O Liberal¹³⁹.02 de março de 2012; p.12). Entretanto, variáveis naturais são discutidas no ultimo capítulo e ajudam a explicar esse impacto, não apenas usando uma perspectiva baseado na ação antrópica, mas na interação da intervenção com eventos da grande Escala do clima.

Dentre os principais bairros afetados estão: Boa Esperança, Baixão do Tufi, Açaizal, Invasão dos padres e Jardim independente II. Neste caso, o número de desalojados atingiu o número de 400 pessoas. Na ocasião, os desabrigados foram deslocados para o Parque de Exposições Agropecuárias de Altamira (EXPOALTA) e outra parcela menor foi deslocado para o ginásio poliesportivo (O Liberal. 02 de março de 2012; p.12) (Figura 55).

Em 2012, jornal Diário *on line* publica uma reportagem instigante sobre com o título “*Belo Monte: lago pode atingir mais que o anunciado*” o conteúdo da reportagem afirma que a área inundada pela formação do lago poderá ser 55% maior que o registrado pelo Estudo de Impacto Ambiental, elevando o total de pessoas atingidas de 25,4 mil moradores, e não de 16,4 mil (Diário On line¹⁴⁰, 13 de março de 2012).

Além de utilizar referências ultrapassadas, a equipe contratada pela construtora de Belo Monte também fez medições com base em pontos que não são do IBGE¹⁴¹, e sim da Companhia de Habitação do Estado do Pará (COHAB/PA). O problema técnico criado pode ter sido causado pelo uso de referências de níveis heterogêneas, de fontes e épocas diferentes. Essas duas formas de medir a altura máxima que o lago pode chegar à cidade de Altamira levaram a duas previsões diferentes. Para a UFPA, o nível de segurança de 100 metros abaixo do qual todos os moradores terão que ser retirados pode estar 90

¹³⁹ O Liberal. **Enchente desaloja 400 em Altamira**. 02 de Março de 2012. p.12

¹⁴⁰ Diário *On line*. **Belo Monte: O lago pode atingir mais que anunciado**. 13 de março de 2012. Disponível em: <http://www.diarioonline.com.br/noticia-192075-belo-monte-lago-pode-atingir-mais-que-o-anunciado.html> acesso em 20 de março de 2012 às 14:30 hs.

¹⁴¹ Referência internacional - Segundo os relatórios assinados pelos professores de engenharia da UFPA André Augusto Montenegro, Júlio César Aguiar, Evelyn Carvalho e Myrian Cardoso e ainda pela professora da Universidade da Amazônia Andreia Conduru Cardoso, o ponto adotado por eles na pesquisa (chamado tecnicamente de estação geodésica 99510 ou PAAT).

centímetros acima do que calcularam os técnicos e empresas contratados pela Norte Energia.

No ano de 2013, “O liberal” publicou que o rio Xingu está a 6 (seis) metros e 68 centímetros do seu nível normal, desta forma os bairros Sudam I e Baixão do Tufí foram inundados que culminou com 800 famílias desabrigadas. Outro aspecto interessante citado é a ligação direta entre as cheias do Xingu e o transbordamento de igarapés urbanos como o igarapé Altamira. Observou-se que quando o rio Xingu chega a sete (7) metros acima do seu nível normal o igarapé Altamira atinge quatro (4) metros acima do seu nível normal, provocando o transbordamento do igarapé em direção as margens, que são ocupadas pelas classes mais baixas da população (O Liberal¹⁴², 21 de março de 2013; p.6) (Figura 55).

O ano de 2014 teve uma especificidade desde o mês de fevereiro foram coletados registros em reportagens e notas de jornais sobre os impactos das enchentes no município de Altamira. Um dos primeiros registros catalogado foi no dia dezoito (18) de fevereiro de 2014, com o título do texto “*Tempestade derruba casas e dezenas de famílias ficam desabrigadas, no Pará*”, esse fenômeno foi causado por oito (8) horas de chuva, que provocou o transbordamento do igarapé Ambé, e alagaram três bairros, a situação mais crítica ocorreu no bairro Mutirão. A ponte no principal acesso do bairro ficou debaixo d’água, já que o local fica às proximidades do igarapé que transbordou, as águas invadiram ruas, avenidas e todas as cinquenta (50) casas que ficavam às margens da rodovia Transamazônica, sofreram danos (G1¹⁴³/PA em 18 de fevereiro de 2014).

¹⁴² O Liberal. **O Rio Xingu coloca Altamira em estado de emergência**. 21 de março de 2013; p.6.

¹⁴³ G1/PA. **Tempestade derruba casas e dezenas de famílias ficam desabrigadas, no PA**. Em 18 de fevereiro de 2014. Disponível em: g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/02/casas-sao-derrubadas-por-forte-chuva-emaltamira-pa.html. Acesso em: 10 de março de 2015 as 8:00hs.

Figura 55: Jornais registram cheias do Rio Xingu: (A) Em 2012 a enchente desalojou 400 famílias; (B) Em 2013, Altamira decreta situação de emergência em função das cheias; (C) e, (D) Parque de Exposição de Altamira Antônio Inácio de Lucena é transformado em abrigo.



Fonte: (A) O liberal; 2 de março de 2012; p. 12; (B) O Liberal, 21 de março de 2013; p.6; (C) e (D) Pesquisa de Campo, 2015.

No dia 19 de fevereiro de 2014, outra reportagem na mesma mídia em formato digital com o título “*Famílias atingidas por enchente são retiradas de área de risco em Altamira*”, a defesa civil apontou nove bairros da cidade afetados pelos alagamentos e pela elevação do nível do igarapé Ambé, que corta a cidade, cerca de 250 famílias foram atingidas pela *inundação rápida*. Vinte e três famílias atingidas foram retiradas das áreas de risco e transferidas para abrigos ou casas de familiares, algumas famílias optaram por continuar em suas casas (G1¹⁴⁴/PA em 19 de fevereiro de 2014). No período noturno, o mesmo veículo de comunicação confirmou que o número de famílias atingidas pelos *alagamentos* havia dobrado para quinhentos (500) e a defesa civil continua mapeando os

¹⁴⁴ G1/PA. **Enchente atinge mais de 500 famílias em Altamira, PA.** Em 19 de fevereiro de 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/02/familias-atingidas-por-enchente-sao-retiradas-de-area-de-risco-em-altamira.html>. Acesso em: 10 de março de 2015 as 8:30hs.

nove bairros afetados pela enchente, as famílias retiradas das áreas de risco foram removidas para hotéis do município (G1¹⁴⁵/PA em 19 de fevereiro de 2014) (Figura 56).

Mais mil famílias realocadas de oito bairros que foram atingidos pela enchente do Rio Xingu, causando inundação no município de Altamira. Os dois igarapés Ambé e Altamira transbordaram e o nível do rio Xingu chegou a 7,52 metros (Organizações Rômulo Maiorana¹⁴⁶, News em 07 de março de 2014).

No dia 12 de Março de 2014, o nível do rio Xingu voltou a subir e provocar inundações em Altamira, a prefeitura do município precisou disponibilizar mais seis abrigos para receber as famílias desabrigadas. Mais de 1.200 famílias em 9 bairros de Altamira foram atingidas pelas enchentes. A forte chuva que começou na noite de terça-feira onze (11) de Março durou dez (10) horas, e o nível do Rio Xingu aumentou vinte sete (27) centímetros, e ultrapassou oito (8) metros acima do nível normal. Três pontes que dão acesso ao centro da cidade ficaram submersas e 152 famílias já precisaram ser remanejadas para abrigos improvisados desde a madrugada desta quarta (12 de Março). Os Seis novos abrigos disponibilizados são de fato escolas de ensino fundamental do município, deixando sem aulas 1.155 alunos. Moradores da Rua Fausto Pereira, na periferia da cidade, interromperam o trânsito de veículos colocando uma canoa na via, em protesto por agilidade na assistência às famílias desabrigadas (G1¹⁴⁷/PA. 12 de março de 2012) (Figura 56).

Essa notícia que de certa forma representa referencia porque nenhum recorte com semelhança havia se noticiado no dia 17 de março de 2014, a área rural de Vitória do Xingu, município que abriga a maior parte das instalações da Usina Hidrelétrica de Belo Monte foi arrasada pelas cheias do rio Xingu, Vinte e sete (27) famílias ficaram desabrigadas e perderam as plantações anuais de milho e arroz, também culturas permanentes como o cacau, em virtude do transbordamento de dois afluentes do Rio

¹⁴⁵ G1/PA. **Famílias atingidas por enchente são retiradas de área de risco em Altamira**. Em 19 de fevereiro de 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/02/enchente-atinge-mais-de-500-familias-em-altamira-pa.html>. acesso: Acesso em: 10 de março de 2015 as 9:00hs.

Acesso em: 10 de março de 2015 as 8:30hs.

¹⁴⁶ ORM¹⁴⁶, News. Defesa Civil decreta situação de emergência em Altamira. em 07 de março de 2014 disponível em: <http://www.ormnews.com.br/noticia/defesa-civil-decreta-situacao-de-emergencia-em-altamira#.VMvgwRJTvIU>. Acesso em: 10 de março de 2015 as 9:00hs.

¹⁴⁷ G1/PA. Cheia do rio Xingu deixa mais famílias desabrigadas em Altamira. 12 de março de 2012. Disponível em: : <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/03/cheia-do-rio-xingu-deixa-mais-familias-desabrigadas-em-altamira.html>. . Acesso em: 10 de março de 2015 as 9:00hs.

Xingu, facção e Gelo. E alguns municípios da Transamazônica como Medicilândia e Altamira já decretaram situação de Emergência. Em Altamira o Rio Xingu atingiu Oito (8) metros e 26 centímetros acima do nível normal. As enchentes já atingiram mais de 1200 casas em dez (10) bairros, e obrigaram 800 famílias a saírem de suas residências. Foram improvisados quinze (15) abrigos na cidade para receber 440 famílias desabrigadas. (G1¹⁴⁸/PA em 17 de Março de 2014).

De acordo com a Defesa Civil Estadual quatro municípios localizados às margens do rio foram atingidos pela cheia, que é a maior já registrada em 2014. Os municípios de Vitória do Xingu, Senador José Porfírio e Porto de Moz também sofrem com alagamentos, além de Altamira, que foi o único município a decretar situação de emergência (G1/PA em 17 de Março de 2014) (Figura 56).

Em 2015 a primeira referencia foi divulgada em 01 de abril de 2015, com a seguinte titulo de reportagem “*Chuvas elevam nível de igarapés em Altamira e causam enchente*”, segundo reportagem após quatorze (14) horas de chuva os níveis dos igarapés que cortam a cidade transbordaram, inundando cinco (5) bairros. Em apenas dois (2) dias, o nível do rio subiu mais de um (1) metro, chegando a seis (6) metros e 69 centímetros acima do normal. O corpo de bombeiros esteve auxiliando a mudança de famílias que vivem nos bairros alagados, nas partes mais baixas da cidade, onde o acesso de carros ficou comprometido (G1¹⁴⁹/PA 1de abril de 2015).

Os registros históricos em 2016 sobre inundações no Xingu foram importantes com enorme repercussão na mídia pelo fato das águas terem atingido níveis significativos na própria área urbana de Altamira. Em 15 de dezembro de 2016, “*Comunidade de Altamira sofre inundação após chuva forte*¹⁵⁰” segundo a reportagem quinhentas (500) famílias de área de risco, no bairro Jardim Independente II ficaram “ilhadas”, após o município sofrer com as fortes chuvas do inverno amazônico. Casas e comércios foram inundados, e cerca de 500 famílias que moram em palafitas no interior de uma lagoa ficaram impossibilitadas de sair de suas casas. A prefeitura de Altamira enviou máquinas

¹⁴⁸ G1/PA em 17 de Março de 2014. **Cheia atinge 491 famílias em Vitória do Xingu, no Pará.** Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/03/cheia-atinge-491-familias-em-vitoria-do-xingu-no-para.html>. Acesso em: 10 de março de 2015 às 9:30hs.

¹⁴⁹ G1/PA.. **Chuvas elevam nível de igarapés em Altamira e causam enchente.** 1de abril de 2015. Disponível: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2015/04/chuvas-elevam-nivel-de-igarapes-em-altamira-e-causam-enchente.htm>. Acesso: 16-04-2016 às 15:00 Hs.

¹⁵⁰ G1/PA. Em 15 de Dezembro de 2016. **Comunidade de Altamira sofre inundação após chuva forte.** Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/12/comunidade-de-altamira-sofre-inundacao-apos-chuva-forte.html>. Acesso: 16 de Abril de 2017 às 05:10 hs.

que abriram uma valeta para escoar a água acumulada, mas o alagamento persistiu. Os transtornos causados pelas chuvas também atingiram outros pontos da cidade. Na Avenida Ernesto Acioly, que permite acesso a cidade de Altamira e estava em obras, uma loja de móveis e eletrônicos sofreu sérios danos a água da chuva levou o aterro para dentro do prédio.

Figura 56: Enchente em Altamira em 2014: (A) Moradores tentaram recuperar móveis durante enchente, sendo amontoados em via pública, (B) Mais de mil famílias foram atingidas por enchentes em oito (8) bairros da cidade de Altamira; (C) Três (3) pontes que dão acesso ao centro da cidade de Altamira ficaram submersas, com 152 famílias remanejadas para abrigos improvisados, e (D) Cheia do Rio Xingu atingiu três (3) bairros de Vitória do Xingu e desabrigou Vinte e sete (27) famílias da zona rural.



Fonte: (A) G1/PA 18 de fevereiro de 2014 (B) ORM, News em 07 de março, 2014; (C) G1/PA 12 de Março de 2014 (D) G1/PA em 17 de março de 2014.

Em 07 de março de 2016 um registro importante, pois as fotografias inseridas na reportagem correspondem a trechos da cidade onde os alagamentos e inundações são incomuns, a Rua Brigadeiro Eduardo Gomes, onde esta localizada a Campus II da Universidade Federal do Pará, o Hospital Regional da Transamazônica e a Rua 7 de Setembro principal via de funcionamento do comercio e do Sistema Bancário (Figura 57).

Figura 57: Avanço dos alagamentos em áreas diversas: (A) Alagamento crônico no setor da Lagoa, Independente II; (B) Intrafegabilidade de veículos e pessoas em rua tradicional de comércio, Sete de setembro; (C) Rua Brigadeiro Eduardo Gomes totalmente alagada que concentra importantes instituições públicas, (D) Os alagamentos atingiram ruas centrais de Altamira, a lamina d'água cobriu motocicletas estacionadas em frente ao Hospital Regional.



Fonte: (A) g1.globo.com. 15 de dezembro de 2016; (B); (C) e (D) SBT Altamira. 07 de março de 2016.

A causa da enchente segundo a reportagem esta relacionada aos elevados índices de precipitação pluviométrica, 7 horas interrupta de chuva, com 120 mm de água para cada metro quadrado. Várias residências na região da Lagoa no bairro Independente 2, ficaram embaixo d'água. A bomba de sucção instalada pela Norte Energia nesta parte da cidade, não deu conta de bombear toda a água da chuva. Segundo a reportagem o nível da água ultrapassou os níveis de segurança e atingiu ruas pavimentadas, fato que não ocorria desde o ano de 2009, quando foi registrada uma grande enchente na cidade com o rompimento de barragens (SBT¹⁵¹, Altamira 07 de março de 2016). No quadro 26 está uma síntese das principais notícias sobre inundações e alagamentos em Altamira.

¹⁵¹ ADMS, F. SBT Altamira em 07 de março de 2016. Forte **Chuva deixa Altamira em baixo d'água**. Disponível em: <http://www.tvcidadesbt.com.br/2016/03/forte-chuva-deixa-altamira-embaixo-dagua.html>. Acesso em 16-04-2016 às 15:30 hs.

Quadro 26: Síntese do levantamento histórico por meio de recortes de jornais e outras fontes sobre inundações.

Ano	Palavras chaves	Causas das Inundações	Impactos	Autor e obra
1926	Grande inundação: Marabá Conceição do Araguaia Cheia histórica no Tocantins	Elevação do nível das águas do rio Tocantins – cheias graduais	Inundação das três grandes cidades da Amazônia-Marabá, Tucuruí e Altamira; Perda na agricultura; Perdas na pecuária; Impactos sobre a administração pública; Impactos sobre o comércio; Impactos sobre a cadeia produtiva da castanha do Pará; Impactos sobre a dieta alimentar do paraense (segurança alimentar);	Folha do Norte, 21 de março de 1926; p; 3 Folha do Norte, 31 de março de 1926; p.1 Folha do Norte, 6 de abril de 1926; p. 1
1947	Inundação na Ilha do Marajó Morte de animais	Elevado índice Pluviométrico; Cheias graduais do Tocantins;	Abandono de cidade pela população; Comércio Paralisado; Miséria na região Tocantina; Número excepcional de casas submersas; Elevado óbito de animais no Marajó; Impactos após a cheia (vazante); Indisponibilidade de água potável;	Província do Pará 21 de Março de 1947; p.8
1957	Xingu imita o Tocantins com impressionante cheia <i>Todo o Xingu enfermo e a beira do abismo e sua maior enchente</i>	Cheia gradual do rio Xingu e Tocantins; Fenômeno regional sujeita a outras amazônicas (Tocantins e Xingu); Elevada vazão relacionada a águas do Mato Grosso.	Morte de animais por falta de remoção; Aumento no preço do transporte fluvial; 99% da base física dos seringais esta submerso; Aumento no numero de desabrigados; Deslocamento da planície para o morro; Mudança da atividade de coleta do látex para quebra de castanhas; Inundação de pequenas planícies e perdas de roças; Moradia em árvores para fugir das cheias;	Lucinerges do Couto. Jornal A Província do Pará de 28 de abril de 1957; p.8 Lucinerges do Couto. Província do Pará de 17 de abril de 1957; p.10
1974		Transbordamento do rio para a planície; Chuvvas e o e a elevação das águas do rio Xingu;	Impactos econômicos pela interdição da transamazônica. Inundação dos bairros as margens do Xingu;	FIGUEIREDO, V. Altamira, latitude esperança. Altamira – PARÁ. 1976 A província do Pará no dia 26 de março de 1974; p. 3.

			Paralisação da indústria; Concessão de férias remuneradas na indústria; Perdas na safra da agricultura;	
1978	Cheia assustadora e atingiu a cidade de Tucuruí e Marabá. 14 mil desalojados em Marabá e supera a cheia de 1974	Cheias graduais do Rio Tocantins.	Impactos na área urbana de Tucuruí em função do exacerbado crescimento populacional em função da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Atividades especulativas sobre os impactos das enchentes; Elevação do custo de vida nas cidades; Interrupção dos serviços coleta de água potável; Paralisação do sistema educacional e sistema telefônico;	A província do Pará, 01 de março de 1978; p. 11 A província do Pará, 14 de março de 1978; p.13
1982	Chuvas Intensas	Cheias graduais dos rios	Intrafegabilidade da Transamazônica	Província do Pará, 04 de abril de 1982; p.4)
1985	Chuvas Intensas	Acréscimo na quantidade de chuvas; Atividade da Zona de Convergência Intertropical (ZCI); Atuação de massas de Ar como a Massa Equatorial Continental na porção oeste;	Isolamento de municípios paraenses como São Felix do Xingu e Medicilândia.	A província do Pará, 20 de abril de 1985; 12); A província do Pará; 2 de março de 1985; p.11
2006	Altamira apresenta-se como uma das cidades mais prejudicadas pelas enchentes	Desastre natural no Pará provocado pela dinâmica fluvial	Óbitos; Pressão sobre o Estado para aumentar o assistencialismo;	O Liberal; 14 de abril de 2006; p.5 O Liberal, 20 de abril de 2006; p.11
2009	Desastre Altamira	Precipitação Pluviométrica Diária; Cheias cíclicas do	20 mil desabrigados; 13 bairros atingidos	O Liberal, 14 de abril de 2009. p.11 O Liberal 15 de abril de 2009, p.5

		Rompimento de 11 barragens		O liberal de 25 de abril de 2009, p.5
2012	Cheia desaloja 400 e alagamento da cidade provocada pelo barramento	Cheia do rio Xingu antecipada em função do Barramento provisório do rio Xingu.	Alagamento contínuo em bairros como: Baixão do Tufi, Boa Esperança, Açaizal e Invasão do Padres e Jardim Independente I.	Evandro Corrêa. O liberal; 2 de março de 2012; p. 12
2013	<i>Altamira: dois bairros alagados e 800 famílias atingidas pelas cheias do rio Xingu</i>	Cheias graduais do Rio Xingu; Precipitação Pluviométrica diária elevada (9 horas de chuva);	Bairros inundados baixão do Tufi e Sudam I; Igarapé Altamira 4m acima do nomal.	O Liberal, 21 de março de 2013; p.6
2014	<i>Tempestade derruba casas e dezenas de famílias ficam desabrigadas, no PA</i>	Oito horas consecutivas de chuva; Transbordamento dos igarapés Ambé e Altamira	Bairro Mutirão é o mais atingido, onde a ponte no principal acesso do bairro ficou debaixo da água; Intrafegabilidade de ruas e avenidas; Na Rodovia Transamazônica, cerca de 50 casas teriam sido invadidas pela água	Em 18 de fevereiro de 2014. Disponível em: g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/02/casas-sao-derrubadas-por-forte-chuva-emaltamira-pa.html
	<i>Famílias atingidas por enchente são retiradas de área de risco em Altamira</i>	Enchente causada pela chuva que atingiu a cidade na última terça-feira (18), e durou aproximadamente oito horas.	Nove bairros da cidade foram afetados pelos alagamentos; 250 famílias foram atingidas pela inundação rápida ; 23 foram retiradas de áreas de risco e levadas para abrigos ou casas de familiares.	G1/PA. Em 19 de fevereiro de 2014. Disponível em: http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/02/enchente-atinge-mais-de-500-familias-em-altamira-pa.html .
	<i>Enchente atinge mais de 500 famílias em Altamira, PA.</i>	Chuvas Área de Risco	500 famílias atingidas pelos <i>alagamentos</i> , e Nove bairros afetados pela enchente, Famílias retiradas das áreas de risco foram removidas para hotéis no município.	G1/PA. Em 19 de fevereiro de 2014. Disponível em: http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/02/familias-atingidas-por-enchente-sao-retiradas-de-area-de-risco-em-altamira.html .
2014	<i>Defesa civil decreta situação de emergência</i>	Dois igarapés que cortam a cidade também transbordaram e o nível do rio Xingu chegou a 7,52 metros	1 mil famílias foram atingidas por enchentes em oito bairros da cidade;	ORM, News. 07 de março de 2014 disponível em: http://www.ormnews.com.br/noticia/defesa-civil-decreta-situacao-de-emergencia-em-altamira#.VMvgwRJTvIU

2014	Cheia do rio Xingu deixa mais famílias desabrigadas em Altamira	A forte chuva que começou na noite desta terça-feira (11) durou dez horas, e o nível do rio xingu aumentou 27 centímetros, e ultrapassou 8 metros acima do nível normal	Mais de 1.200 famílias em 9 bairros de Altamira já foram atingidas pelas enchentes, e o município continua em estado de emergência desde o último dia 7 de março;	G1/PA. 12 de março de 2012. Disponível em: http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/03/cheia-do-rio-xingu-deixa-mais-familias-desabrigadas-em-altamira.html . Acesso em: 10 de março de 2015 às 9:00hs.
2014	Cheia atinge 491 famílias em Vitória do Xingu do Pará	Cheia do Rio Xingu fez transbordar afluentes Facão e Gelo (Vitória do Xingu). Em Altamira, Xingu atingiu 8 metros e 26 centímetros acima do nível normal.	491 famílias atingidas no município de Vitória do Xingu, no sudoeste do Pará. Três bairros foram afetados pela cheia do Rio Xingu, e 27 famílias precisaram ser remanejadas para acomodações temporárias; Na zona rural as enchentes inundaram vicinais e atingiram 3 propriedades, inundando toda a plantação de arroz, cacau e milho, prejudicando toda a produção do ano. Altamira e Medicilância decretam situação de emergência; 1200 casas em 10 bairros atingidos, e obrigaram 800 famílias a saírem de suas residências. Foram improvisados 15 abrigos na cidade para receber 440 famílias desabrigadas.	G1/PA em 17 de Março de 2014. Disponível em: http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/03/cheia-atinge-491-familias-em-vitoria-do-xingu-no-para.html
2015	Chuvas elevam nível de igarapés em Altamira e causam enchente.	Chuva de 14 horas elevou o nível dos igarapés que cortam o município. O nível do rio subiu mais de um metro, chegando a 6 metros e 69 centímetros acima do normal.	Bairros alagados, nas partes mais baixas da cidade, onde o acesso de carros ficou comprometido.	G1/PA. 1 de abril de 2015. Disponível: http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2015/04/chuvas-elevam-nivel-de-igarapes-em-altamira-e-causam-enchente.htm . Acesso: 16-04-2016 às 15:00 Hs.

2016	Comunidade de Altamira sofre inundações após chuva forte	Fortes chuvas do inverno amazônico; Ocupação de lago por palafitas	Cerca de 500 famílias do bairro Jardim Independente II estão ilhadas; Abertura de vala para tentar escoar a água acumulada, mas o alagamento persiste; Perdas pelos comerciantes de materiais de construção;	G1/PA. Em 15 de Dezembro de 2016. Disponível em: http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/12/comunidade-de-altamira-sofre-inundacao-apos-chuva-forte.html . Acesso: 16 de Abril de 2017 às 05:10 hs.
2016	Forte Chuva deixa Altamira em baixo d'água.	Em Altamira foram mais de 7 horas de chuva forte e uma precipitação acumulada de 120 mm de água para cada metro quadrado. O rio Xingu já está a 7 metros, acima do nível normal,	Perda de móveis e alimentos, o nível da água ultrapassou os níveis de segurança e chegou a subir até nas ruas com pavimentação, fato que não ocorria desde o ano de 2009; Bomba de sucção instalada pela Norte Energia nesta parte da cidade, não deu conta de bombear toda a água da chuva no Jardim Independente II, lagoa.	ADMS, F. SBT Altamira em 07 de março de 2016. Disponível em: http://www.tvcidadesbt.com.br/2016/03/forte-chuva-deixa-altamira-em-baixo-dagua.html . Acesso em 16-04-2016 às 15:30 hs.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no levantamento em recortes de jornais.

4.2- Regime Hidrológico do Rio Xingu

A bacia do Rio Amazonas, é uma das mais importantes dos rios do planeta em termos de área, drenagem e vazão, cobre 6.112.000 km², aproximadamente 5% das terras emergidas, e descarrega no Oceano Atlântico um volume de água que representa aproximadamente 15% das contribuições hídricas aos oceanos (MOLINIER et al.,1995; p. 31).

A bacia amazônica está submetida a um regime de precipitações essencialmente de origem atlântica e recebe em média 2.460 mm/ano. Na parte brasileira da bacia, a distribuição sazonal das precipitações demonstra diferenças sensíveis entre o Norte e o Sul. Ao Norte do equador, na bacia do Rio Negro, o máximo pluviométrico é observado de maio a julho, enquanto que ao Sul da bacia é de dezembro a março. A idéia de homogeneidade no regime hidrológico é superada ao analisarem-se as variações sazonais. Os afluentes meridionais do rio Amazonas, como Xingu, Tapajós, Madeira se caracterizam por um máximo de cheia em março, abril (Juruá) ou maio (Purus). Este máximo hidrológico é observado em fevereiro nos formadores do rio Madeira, nos Andes bolivianos e peruanos (MOLINIER et al.,1995; p. 33).

Desta forma entende-se por regime hidrológico a variação do nível das águas durante certo período anual, intranual e interanual. Esse comportamento do leito do curso d'água considera não apenas a descarga líquida (vazão), mas também a descarga sólida, largura e profundidade do canal, a declividade, a formas do meandro e a evolução das formas no canal. Portanto, o regime hidrológico ou regime fluvial compreende a variabilidade de subida e descida do nível das águas de um ano civil (janeiro – dezembro) ou ano hidrológico (vazante –cheia – vazante).

A vazão ou débito é a quantidade de água que passa através de uma secção transversal, por unidade de tempo sendo expressa em metros cúbicos por segundo (m³/s). Assim interessa para seu conhecimento o estudo do comportamento das vazões diárias, médias, mínimas e máximas. Como a temática central deste estudo são as inundações na área urbana de Altamira o estudo das vazões máximas é de fundamental importância para compreensão das inundações, ratifica-se que nem toda cheia do rio causa inundação, entende-se assim, que a enchente é uma vazão com grande escoamento e a inundação é o extravasamento das águas do canal.

Petts & Foster (1990) afirmam que no caso de grandes bacias hidrográficas, como a bacia Hidrográfica do Rio Xingu, padrão de *runoff*¹⁵² e suas intensidades e sazonalidades poderão ser controlados, primariamente, pelos efeitos climáticos. Este padrão geral reflete os padrões de precipitação e circulação geral da atmosfera. Para comparação entre bacias hidrográficas individuais, a geologia, morfometria da bacia, solos e vegetação, assim como os aspectos climáticos, interagem entre si para determinar o padrão natural sazonal de variação de *runoff*.

Essa afirmativa coaduna com Tucci (2002), para ele a variabilidade do regime hidrológico é controlada por vários elementos que formam a bacia hidrográfica como: condições climáticas, geologia, solo, cobertura vegetal e uso das terras, elementos da macro e meso escala.

O conceito de pulso de inundação (JUNK *et al.* 1989) é fundamental para explicar o intercambio lateral entre a água, os nutrientes, os rios e a planície de inundação (lagoas, canais de drenagem, campos e áreas alagáveis) tendo um impacto direto sobre a biota. Definindo processos e padrões de assinatura hidrológica na mudança das condições ecológicas entre a fase terrestre e a aquática. Também estão incluídas neste conceito as áreas periodicamente alagadas pelas chuvas e pela subida periódica do lençol freático. A seqüência de inundação e seca (o pulso de inundação) é a força dominante dos processos ecológicos em áreas úmidas de alagamento periódico. As áreas periodicamente alagadas e secas são chamadas de áreas de transição aquático/terrestre Aquatic Terrestrial Transition, Zone, ATTZ, (JUNK *et al.* 1989)

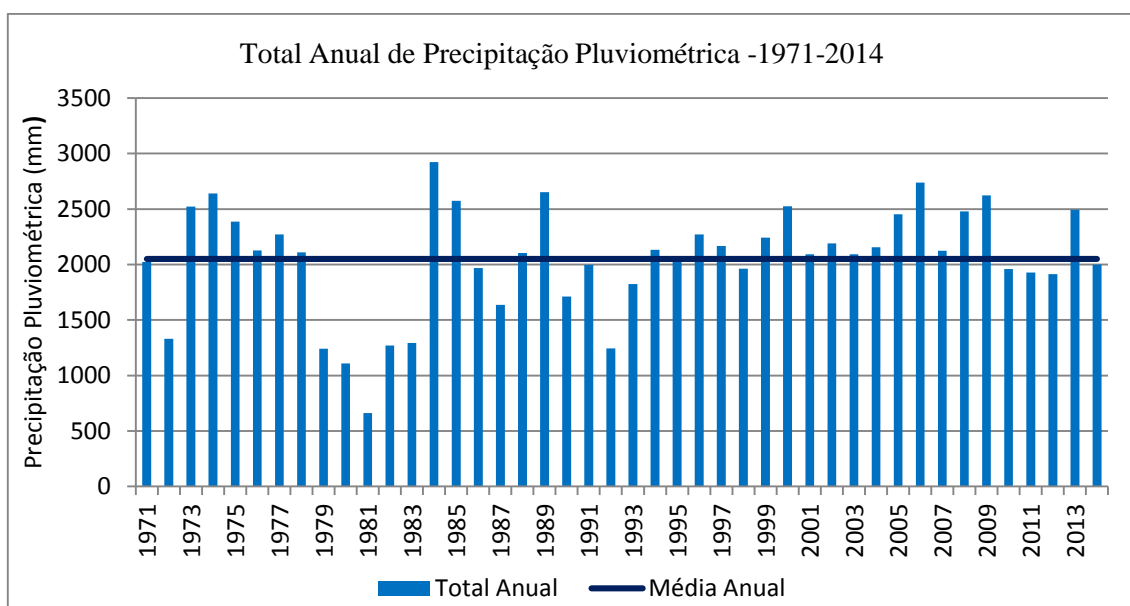
No caso específico de Altamira as áreas úmidas abrangem as três condições elevação do nível dos rios, influencia da precipitação e pela subida do lençol freático, esse último mostrou-se bastante evidente durante a pesquisa de campo. Além disso, outro agravante é que o núcleo urbano atravessou vários processos de ocupações, é interessante caracterizar essa dinâmica, e tentar delinear os impactos que não se resumem apenas a aspectos ecológicos, mas atinge amplitude cada vez que maior, pois o homem está inserido neste ambiente. Sem dúvida, nos grandes sistemas fluviais como o Xingu, nos trechos pouco alterados a biomassa animal ribeirinha é derivada direta ou indiretamente da produção nas planícies aluviais, e não transportadas da montante da bacia tal como propõe Junk *et al.* (1989).

¹⁵²Corresponde à saída, sendo considerado o volume de água escoado pelo exutório e a água evapotranspirada.

O Rio Xingu é um rio do tipo águas claras, uma vez que nasce no Planalto Central, em áreas de escudo cristalino apresenta coloração verde oliva. Seu pulso de inundação de acordo com a classificação de áreas úmidas (CUNHA, PIEDADE e JUNK, 2015) é *monomodal previsível com amplitude alta*, uma vez que a influencia de marés chega apenas até a Vila de Belo Monte, não interferindo na dinâmica hidrológica no trecho em que banha áreas úmidas no núcleo urbano de Altamira. Entretanto, os três igarapés que cortam a área urbana de Altamira apresentam pulso de inundação *Polimodal Imprevisível*, com amplitude variável ao longo dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas.

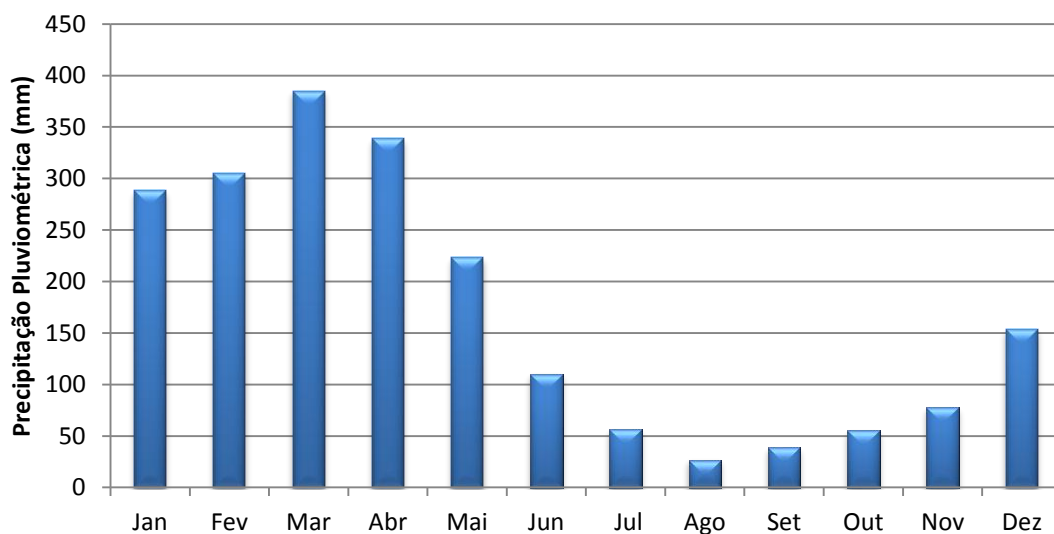
A vazão média anual do Rio Xingu da estação fluviométrica de Altamira para série histórica de 1971-2014 é de 7966 m³/s, desvio padrão de 1568 m³/s, e coeficiente de variação de 20%. A vazão do rio apresenta sazonalidade associada ao regime de chuvas da região. Assim, os picos de vazão máxima ocorrem entre os meses de março e abril e as vazões mínimas nos meses de setembro e outubro (Figura 58a e 58b).

Figura 58a: Total Anual de Precipitação Pluviométrica de Altamira (1971 a 2014).



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados INMET.

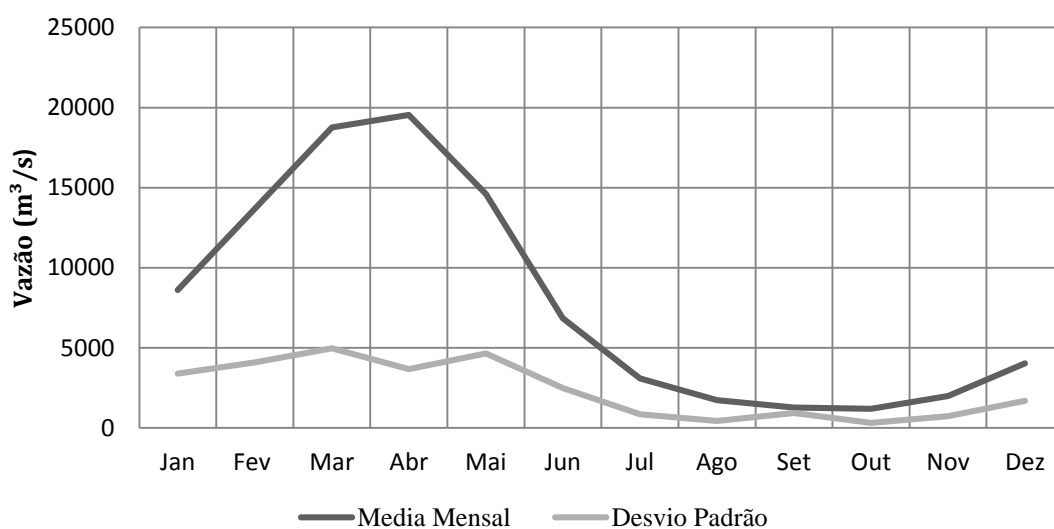
Figura 58b: Médias Mensais de Precipitação Pluviométrica no período de 1971-2014, Posto de Altamira, Pará.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados INMET.

A vazão média para os meses de março na serie é de 18.769 m³/s, para os meses de abril de 19536 m³/s, sendo considerados esses meses são os maiores ocorrências de inundações (Figura 58c). Por outro lado, os meses de estiagem setembro e outubro atingiram médias respectivas de 1271 e 1200 m³/s, concordando com trabalhos citam a vazão média em torno de 8.000 m³/s.

Figura 58c: Média Mensal da serie histórica (1971-2016) demonstrando o pico de vazão nos meses de março e Abril.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Agência Nacional das Águas

A vazão do rio Xingu apresenta-se influenciado pelo regime pluviométrico na bacia hidrográfica como um todo desde as cabeceiras. Ao observar a série histórica do posto de Altamira (ANA) definiram-se três grandes períodos: 1º (1971-1986), 2º(1987-2002) e 3º (2003 a 2014) (Figura 59). Observa-se que o primeiro e terceiro períodos foram mais úmidos, apresentando maiores vazões, enquanto o segundo período apresentou uma redução nas vazões. As vazões também refletem períodos mais longos estando associadas a intervenções climáticas regionais a exemplo das interferências do *El Niño* e *La Niña*.

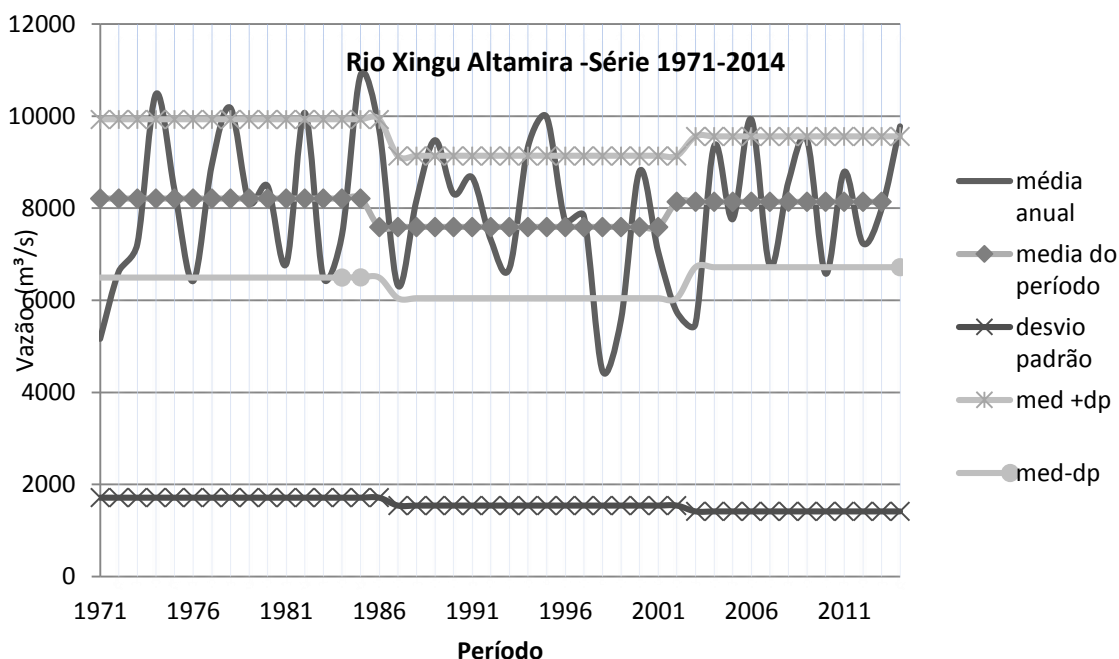
O primeiro período compreendido entre os anos de 1971-1986 apresentou média de vazão anual de 8211 m³/s, desvio padrão do período de 1716 m³/s e coeficiente de variação de 21%. Observa-se que a década de 70, foi marcada por episódios de *La Niña* de forte e moderada intensidade¹⁵³. De acordo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de 1970-1971 ocorreram episódios de *La Niña* de intensidade Moderada, de 1973- 1976 com intensidade Forte. Ainda no primeiro período os anos de 1983-1985 apresentaram episódios de *La Nina* com intensidade Fraca, representando na prática a maior média de vazão entre os três períodos (Figura 59).

O segundo período compreendido entre os anos de 1987 a 2002 apresentou média de vazão anual de 7591 m³/s, desvio padrão do período de 1545 m³/s, e coeficiente de variação de 20%. Observa-se ainda a influencia da *La Niña* nos anos de 1988-1989, com Forte intensidade, porém, houve um predomínio de eventos de *El Niño* neste período de 1987-1888 e 1994-1995 observou-se fenômeno de Moderada Intensidade, nos anos 1990-1993 e 1997-1998 observou-se fenômeno de Forte Intensidade (Figura 59).

O terceiro período compreendido entre os anos de 2003 a 2014 apresentou uma media de vazão anual do período de 8139 m³/s, um desvio padrão de 1418 m³/s, e coeficiente de variação de 17%. Observa-se que em 2004 -2005; 2006 -2007 e 2009-2010 apresentaram ocorrência do fenômeno *El Niño* com intensidade Fraca, os anos de 2007 – 2008 apresentaram fenômeno de *La Niña* com intensidade Forte. E tendência dos anos de 2010-2011; 2011-2012; 2012-2013; 2013-2014 de ocorrência de *La Ninã* (Figura 59).

¹⁵³ Para eventos de La Niña um índice oceânico entre -0,5 a -0,9 é considerado de Fraca intensidade, com índice oceânico entre -1 a -1.4 é considerado de Moderada intensidade, e $\leq -1,5$ é considerado de Forte intensidade. Para eventos de El Niño um índice oceânico entre 0,5 a 0,9 é considerado de Fraca intensidade, com índice oceânico entre 1 a 1.4 é considerado de intensidade Moderada, e $\leq 1,5$ é considerado de Forte intensidade.

Figura 59: Serie histórica das vazões do Rio Xingu, demonstrando três grandes períodos.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Agência Nacional das Águas.

Apesar de identificarmos que o primeiro e terceiro períodos apresentaram as maiores médias anuais em virtude da maior frequência de eventos de *La Niña*, o segundo período apresentou a menor média anual do período pela maior frequência de eventos de *El Niño*. Entretanto, o período que demonstrou menor variância foi o último período com coeficiente de variação em torno de 17%, portanto, com maior homogeneidade dos dados.

As tendências dos eventos extremos de precipitação, que causam inundações estão associadas às anomalias de temperatura registradas em porções específicas do oceano Pacífico, provocando o resfriamento (*La Niña*) e aquecimento (*El Niño*) superficial das águas do Pacífico Equatorial. As alterações no comportamento climático influenciam na intensidade dos ventos alísios, no volume de precipitação, nas cheias e secas dos rios (SALES, REBELLO E FÁTIMA, 2010; MARCUZZO e ROMERO, 2013).

Sales, Rebello e Fátima (2010) afirmam que embora não sejam determinantes os eventos “*El Niño*”, “*La Niña*” tem uma grande influência na ocorrência de “cheias” ou “seca” (vazante). No Rio Negro/Solimões e nos afluentes da margem direita do Rio Amazonas 70% das “cheias” extraordinárias ocorreram em anos de “*La Niña*” e 30% das “cheias” ocorreram em anos de “*El Niño*”.

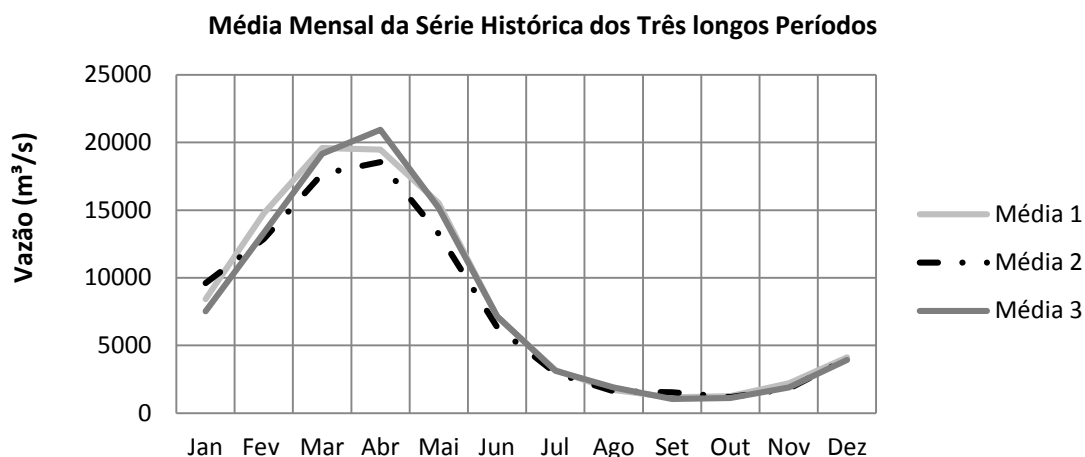
Quanto às médias mensais de vazões nos três períodos é possível observar certa heterogeneidade dos dados, como reflexo da influencia da sazonalidade. Para o primeiro período os meses que apresentaram as maiores médias foram os meses de março e abril, com valores de 19579 m³/s e 19470 m³/s, com desvio padrão de 5996 m³/s e 3421 m³/s e coeficiente de variação 31 e 18%, respectivamente. As médias mensais com menores débitos do primeiro período foram os meses de setembro e outubro com 1163 m³/s e 1262 m³/s, com desvio padrão de 474 e 407 m³/s, e coeficiente de variação de 41 e 32%, respectivamente (Figura 60, 61 e 62).

No segundo período os meses que apresentaram as maiores médias foram os meses março e abril com valores de 17662 e 18548 m³/s, desvio padrão de 3724 e 3997 m³/s, e coeficiente de variação 21 e 22%, respectivamente. As médias mensais com menores débitos do segundo período foram os meses de setembro e outubro com 1537 m³/s e 1188 m³/s, com desvio padrão de 1491 e 228 m³/s, e coeficiente de variação de 97 e 19%, respectivamente (Figura 60, 61 e 62).

No terceiro período os meses que apresentaram as maiores médias foram os meses março e abril com débitos de 19166 e 20940 m³/s, desvio padrão de 5035 e 3352 m³/s, e coeficiente de variação 26 e 16%, respectivamente. As médias mensais com menores valores no terceiro período foram os meses de setembro e outubro com 1061 m³/s e 1118 m³/s, desvio padrão de 348 m³/s e 217 m³/s, e coeficiente de variação de 33 e 19%, respectivamente (Figura 60, 61 e 62).

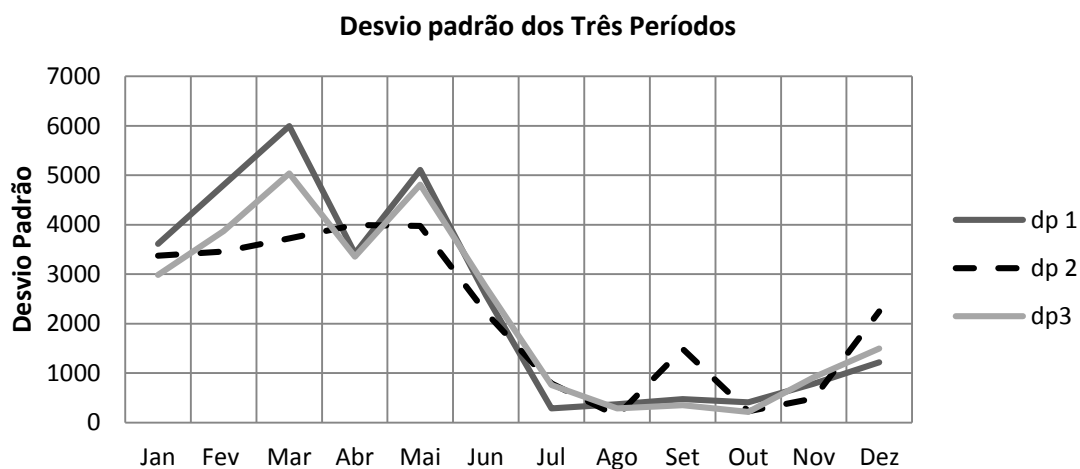
De maneira geral, esses dados demonstram que nos três períodos a sazonalidade é fator importante, uma vez que os meses de março e abril apresentaram as maiores vazões médias, e os meses de setembro e outubro mantiveram-se com as vazões médias mais baixas, sendo agravadas no segundo período (1987-2002), em que atingiu em setembro um coeficiente de variação elevadíssimo, refletindo a intensificação de *El Niño*, uma fase mais seca.

Figura 60: Médias mensais das vazões da série histórica para os três longos períodos.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da ANA.

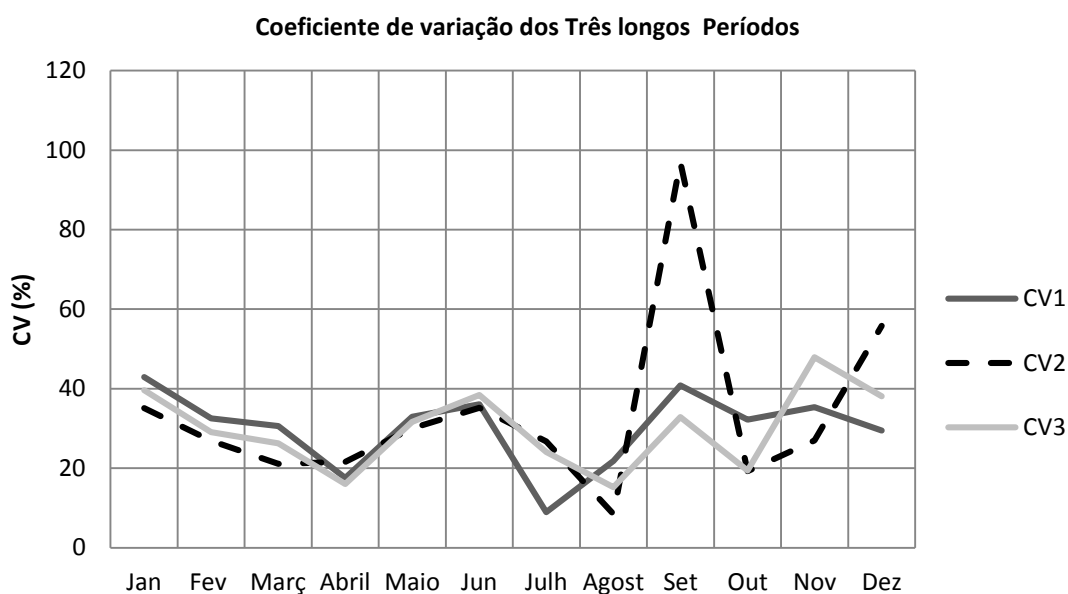
Figura 61: Desvio padrão em relação às médias mensais de vazões dos três longos períodos.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da ANA.

Analisando a magnitude interanual das vazões máximas para o posto Altamira da serie histórica 1971-2014 observa-se certa heterogeneidade ou variabilidade nos débitos. A vazão média das máximas no período atingiu 9941 m³/s. Os meses com maiores médias das máximas são os meses de março e abril com débitos de 21021 e 22031 m³/s, respectivamente. As menores médias das máximas concentram-se nos meses de setembro e outubro com débitos de 1312 e 1465 m³/s, respectivamente, semelhante ao que se observou no comportamento das vazões médias anuais.

Figura 62: Coeficiente de variação em relação às médias de vazões em três longos períodos.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da ANA.

No estudo das enchentes e inundações foram separados os mesmos três longos períodos que foram analisados do estudo das médias anuais: 1º (1971-1986), 2º(1987-2002) e 3º (2003 a 2014). O primeiro período apresentou média anual das vazões máximas de 10149 m³/s, desvio padrão em relação as média do período de 2116 m³/s, e coeficiente de variação de 21%. Destacou-se por evidenciar quatro anos importantes de ocorrência de enchentes e inundações 1974, 1978, 1982 e 1985.

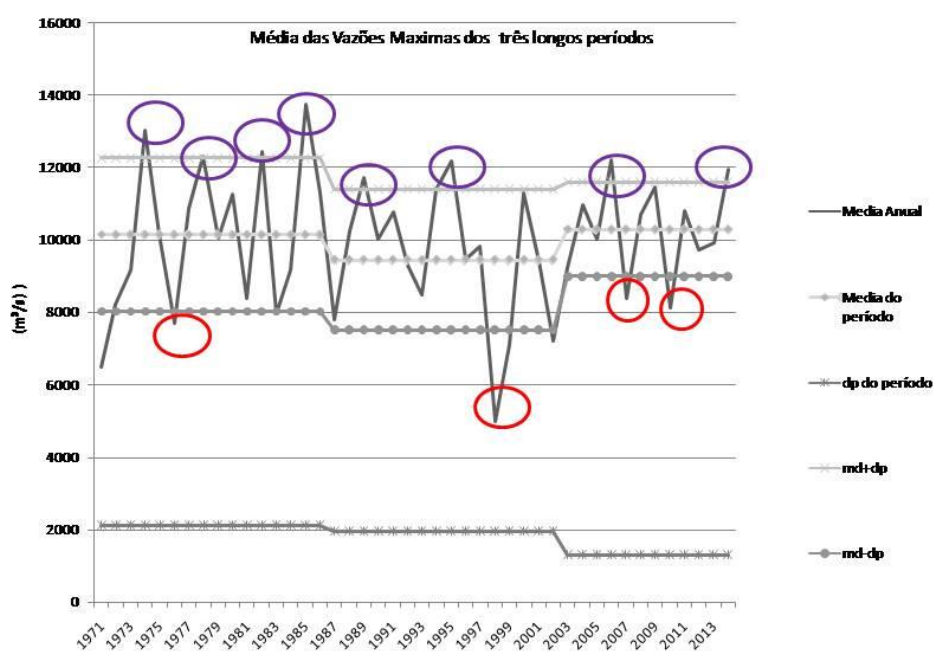
Os anos de 1974 e 1985 são que apresentaram as maiores vazões médias anuais das máximas de 13032 e 13755 m³/s, respectivamente. Apesar de quatro anos com enchentes e inundações, este período também apresentou dois anos anomalias de médias anuais de vazões máximas inferiores ao período em 1971 com 6491 m³/s e o ano 1976 com 7704 m³/s (Figura 63).

O segundo período apresentou media anual das vazões máximas do período de 9462 m³/s, desvio padrão de 2116 m³/s, e coeficiente de variação de 21%. A incidência de enchentes foi menor que o primeiro período apenas duas grandes enchentes, com intervalo de seis anos entre as mesmas, registradas no ano de 1989 e 1995, com vazões médias das máximas anuais de 11406 e 12193 m³/s, respectivamente. Outro aspecto

importante que este período apresentou três anos com médias anuais das vazões máximas menores do período em 1998, 1999 e 2002 com débitos médios anuais de 4996, 7136 e 7221 m³/s, respectivamente (Figura 63).

O terceiro período apresentou media anual das vazões máximas do período de 10302 m³/s, desvio padrão de 1306 m³/s, e coeficiente de variação de 13%. Apresentou dois anos relevantes de enchente e inundações nos anos de 2006 e 2014 com medias anuais das vazões máximas de 12231 e 11954 m³/s, respectivamente (Figura 51). Um dado relevante neste período identificou-se dois picos em que a média da vazão máxima esta abaixo do eixo da média do período subtraído do desvio padrão, nos anos de 2007 e 2010, com débitos 8393 e 8118 m³/s (Figura 63).

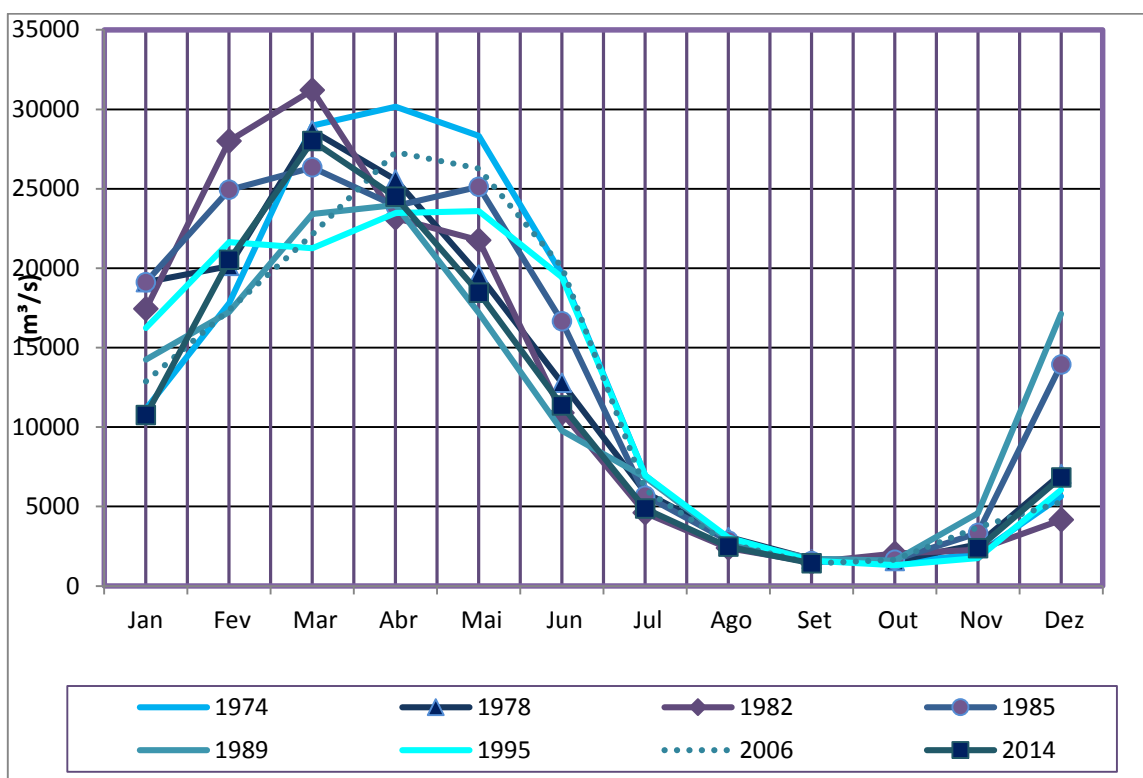
Figura 63: Média Anual das Vazões Máximas dos três períodos da serie histórica (1971-2014) do Posto de Altamira, evidenciando anos de possíveis inundações.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Agência Nacional das Águas.

Os anos de grandes enchentes e inundações nos três períodos: 1974, 1978, 1982, 1985, 1989, 1995, 2006 e 2014 apresentaram suas vazões máximas mensais acima de 10000 m³/s, desde o mês de janeiro, demonstrando em alguns casos antecipação nos picos de vazões máximas que normalmente ocorre no mês de abril para o mês de março, como ocorreram nos anos de 1978, 1982, 1985 e 2014 (Figura 64).

Figura 64: Vazões Máximas Mensais, enfatizando picos de vazões nos meses de março em 1978, 1982, 1985 e 2014 da Série histórica 1971-2014.



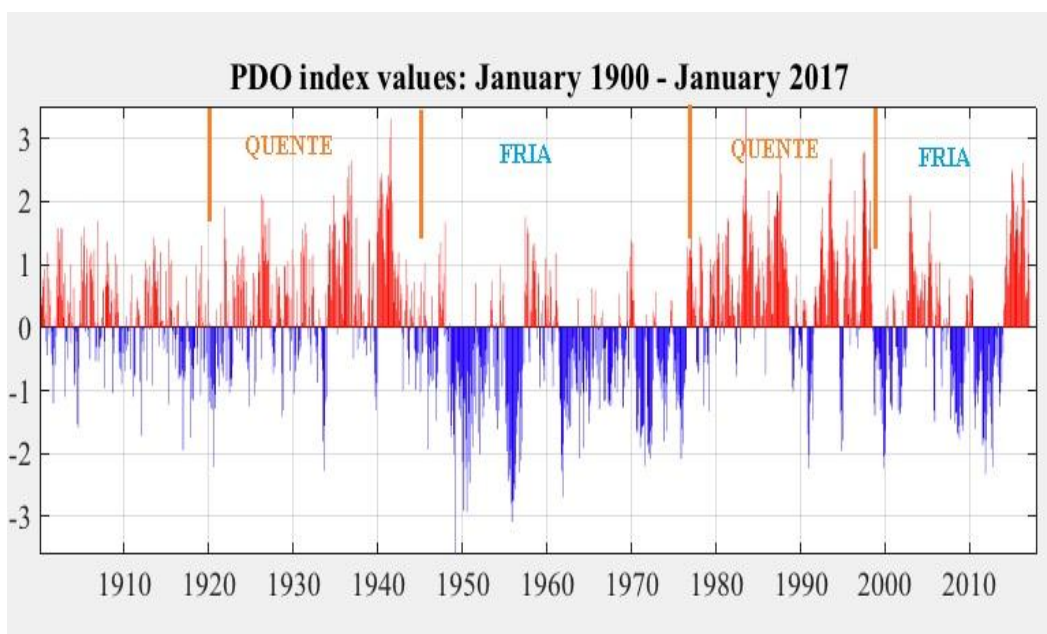
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Agência Nacional das Águas.

A literatura especializada estabelece uma relação interessante entre ODP – PDO¹⁵⁴ e grandes cheias do Rio Amazonas. Conforme a figura 65 observa-se do ponto de vista

¹⁵⁴ A "Oscilação Decadal do Pacífico" (PDO) é um padrão de ENOS de longa duração da variabilidade do clima no Pacífico. Enquanto as duas oscilações climáticas têm impressões digitais similares no clima espacial, elas têm comportamento muito diferente no tempo. O cientista de pescas Steven Hare cunhou o termo "Pacific Decadal Oscillation" (PDO) em 1996 enquanto pesquisava as conexões entre os ciclos de produção de salmão do Alasca e o clima do Pacífico. Duas características principais distinguem PDO de El Niño / Oscilação do Sul (ENOS): os "eventos" de PDO do século 20 persistiram por 20 a 30 anos, enquanto os eventos ENSO típicos persistiram por 6 a 18 meses; Segundo, as impressões digitais climáticas da DOP são mais visíveis no Pacífico Norte / setor norte-americano, enquanto as assinaturas secundárias existem nos trópicos - o oposto é verdadeiro para ENSO. Vários estudos independentes encontraram evidências de apenas dois ciclos de PDO completos no século passado: os regimes de PDO "cool" (Frio) prevaleceram de 1890-1924 e novamente de 1947-1976, enquanto os regimes de PDO "quentes" (Warm) dominaram de

climático quatro grandes fases bem definidas que podem ser quentes ou frias: 1ª fase (quente ou positiva) de 1925-1946; 2ª fase (Fria ou negativa) de 1947-1976, 3ª fase (quente ou positiva) de 1977-1997 e a 4ª fase (tendência fria ou negativa) a partir de 2009 (Figura 65). Ao relacionar essas fases com as enchentes e inundações mais expressivas do Rio Xingu, Posto Altamira pode-se inferir que os anos de 1974 (*La Niña* – ODP negativa); 1978 (*El Niño* – ODP positiva); 1982 (*El Niño* – ODP positiva); 1985 (*La Niña* – ODP positiva), 1989 (*La Niña* – ODP positiva), 1995 (*La Niña* – ODP positiva); 2006 (*El Niño* – ODP negativa) e 2014 (*La Niña* – ODP negativa). Os anos de 2000 (*La Niña* – ODP negativa) e 2009 (*El Niño* – ODP negativa) apesar de não apresentarem dentro das cheias extremas são importantes referências.

Figura 65: Índices da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP ou PDO) 1900 – 2017



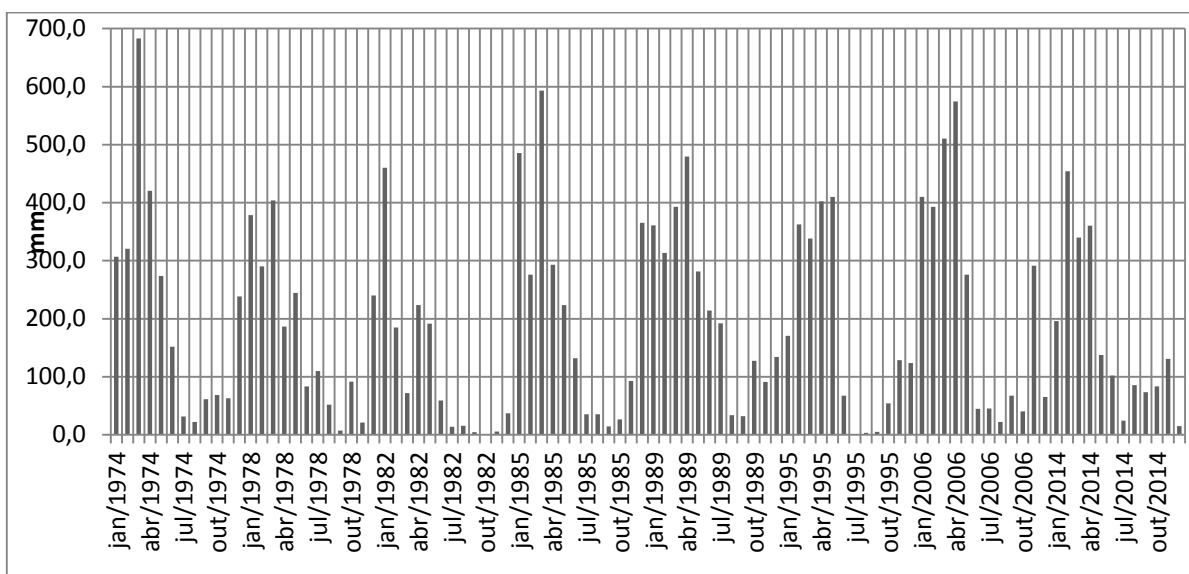
Fonte: <http://research.jisao.washington.edu/pdo/>

A partir da análise nos dados de vazões máximas foi possível observar que as maiores enchentes e inundações do Rio Xingu observadas na série histórica do posto Altamira ocorreram anos de *La Niña*, em ODP tanto negativa e quanto positiva, porém com maiores respostas em ODP negativa como em 1974. Porém ocorreram enchentes também anos de *El Niño* em 1978 (*El Niño fraco* – ODP positiva); 1982 (*El Niño forte* –

1925-1946 e de 1977, até Pelo menos em meados dos anos 90. Disponível em: [Http:// Mantua / PDO-Internet page](http://Mantua/PDO-Internet%20page).

ODP positiva) e 2006 (*El Niño fraco* – ODP negativa). Quanto ao regime de chuvas e vazões apresentaram seus índices mensais elevados nos meses de abril, apenas os anos 1978 (*El Niño* – ODP positiva); e 1985 (*La Niña* – ODP positiva), os picos de vazão e precipitação ocorreram no mês de março (Figura 66).

Figura 66: Precipitação pluviométrica nos anos de grandes cheias no Rio Xingu, Altamira, Pará.

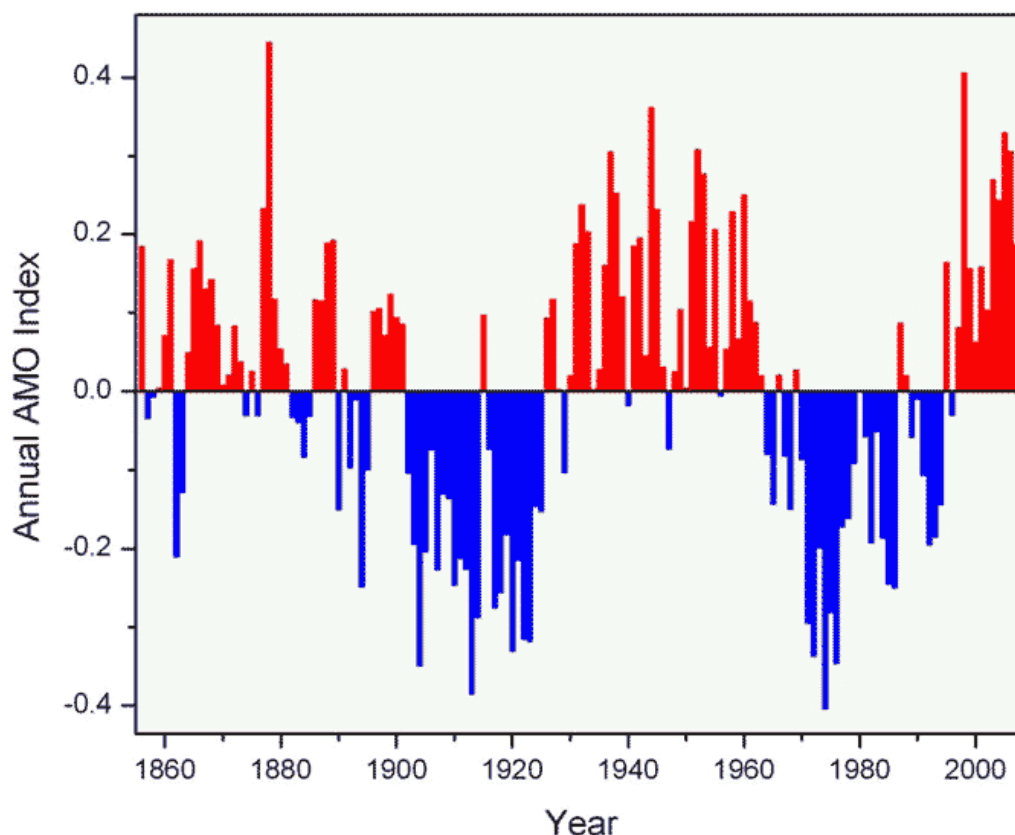


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados INMET.

Outra relação que têm sido realizada na literatura climatológica e hidrológica é a Oscilação Multidecadal do Atlântico¹⁵⁵ (OMA- AMO) e os índices pluviométricos. Quando o AMO é positivo (Atlântico quente) há menos chuva sobre a maioria dos Estados Unidos e nordeste da América do Sul, e mais chuvas no sul do Alasca, norte da Europa, África Ocidental e Flórida (SANTOS, SIQUEIRA e MELO, 2016) (Figura 67).

¹⁵⁵ A Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA) é caracterizada pela alteração, em um período longo de tempo, da temperatura da superfície do mar (TSM) da região norte do oceano Atlântico, entre a região do Golfo do México e a Baixa da Islândia. Essa oscilação é parecida com a oscilação decadal do pacífico (ODP), pois também é considerada de baixa frequência, possuindo duas fases distintas, uma fria e a outra quente. Seu tempo de duração é muito longo

Figura 67: As tendências no Índice de Oscilação Multidecadal Atlântico expressam como anomalias padronizadas.



Fonte: <http://www.nefsc.noaa.gov/publications/crd/crd0911/images/f2-2.gif>

De acordo com Sales, Rebello e Fátima (2010) 70% das “cheias” extraordinárias do Rio Negro e Solimões ocorreram em anos de “La Niña” e “ODP” (índice negativo) e 30% das “cheias” ocorreram em anos de “El Niño” e “ODP” positivo, inclusive a segunda maior ocorrência no ano de 1953 foi em um ano de “El Niño” forte. As maiores cheias do Rio Negro foram em anos que a “OMA” estava em sua fase positiva: 1953 e 2009.

No Rio Xingu de acordo com a figura acima é mostrada a série mensal do Índice OMA para o período de 1855 a 2009, proveniente do centro National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA) exhibe de maneira geral cinco grandes fases, entretanto, considerando a série histórica selecionada de 1971-2014, serão analisadas as duas últimas fases que se estende de 1968 a 1994 (fria-negativa) e a última fase 1996 a 2014 (quente-positiva).

Consideramos que as enchentes e inundações no Xingu também ocorreram em anos de *El Niño* como em 1978 (*El Niño fraco* – ODP positiva e OMA negativa); 1982 (*El Niño forte* – ODP positiva e OMA negativa), e 2006 (*El Niño fraco* – ODP negativa

e OMA positiva) e 2009 (*El Niño* – ODP negativa e OMA positiva) enquadram-se nos argumentos apresentados pelos autores, de que os impactos do El Niño no Sudoeste da Amazônia seria minimizado pela presença de uma fase positiva quente no oceano Atlântico Norte, que provocaria o aumento das chuvas na região e, conseqüentemente o aumento da vazão assim os anos de 2006 e 2009 exemplos dessa dinâmica.

Silva (2015) conclui que os sinais contrários nas chuvas entre região norte e nordeste são explicados por mecanismos de escoamentos dos alísios de nordeste e sudeste na faixa tropical, e que as respostas para a porção norte do Brasil, na fase quente, são visto sinais de aumento (redução) das chuvas na porção norte, central e sul (oeste). Na fase fria são apresentados sinais de redução (aumento) dos sinais das chuvas na porção central e sul (oeste) da região Amazônica.

Na análise dos dados diários estabelece uma noção muito interessante sobre o pulso de inundação, sendo a variação periódica do nível das águas é o principal fator que determina a comunidade de organismos aquáticos presente em rios com planícies alagadas, causando modificações cíclicas, tanto abióticas quanto bióticas, nessas áreas inundáveis (WELCOMME, 1985; JUNK *et al.*, 1989; LOWE-MCCONNEL, 1999). No caso específico, de Altamira essa variação do nível das águas é relevante para não apenas dinâmica da comunidade biológica, que mesmo após a intervenção antrópica na área urbana manteve certa estabilidade, mas sobretudo, sobre a população humana que se instalou nas planícies de inundação e estabeleceu dinâmica de sobrevivência e exploração mineral e biológica dessas áreas. Essa análise é importante para descrever um comportamento detalhado do Xingu durante as enchentes, ou seja, tempo de duração do pulso de inundação e frequência (BITTENCOURT e AMADIO, 2007).

4.2.1 - Análise das inundações com base nas Cotas Diárias do Rio Xingu e das Vazões Diárias.

Neste nível de análise para entender as inundações que ocorrem na área urbana de Altamira, serão tratados os dados de vazões diárias, nível fluviométrico do rio e as precipitações diárias. O Rio Xingu é um canal de grande extensão, é afluente da margem direita do Rio Amazonas, mesmo na condição de sub-bacia apresenta um comportamento hidrológico complexo.

Os anos analisados são os anos de 1974, 1978, 1982, 1985, 1989, 2004, 2006, 2007, 2009, 2012 e 2014. O primeiro ano analisado foi o ano de 1974, considerado um ano de *La Niña* (ODP – negativa e OMA -negativa) pode ser considerado um ano úmido em as vazões elevadas desde o mês de fevereiro acima de 10.000 m³/s, cotas que no dia 11 de fevereiro havia atingido a cota de alerta, com pulsos de inundação de 23 dias. No mês de março as vazões variaram de 17.073 m³/s no dia 4 de março a 28980 m³/s, no dia 31 de março com aumento gradativo das vazões ao longo do mês.

O pulso de inundação entendido como variação do nível das águas será analisado pela flutuação da cota do rio observou-se que no inverno Amazônico na altura do Município de Altamira para no ano de 1974, um pulso de inundação completo ocorreu entre 28 a 30 dias, no mês de março, que apenas foi concluído dia 7 de abril. Observa-se que desde o início do mês de março o rio já havia atingido a cota de alerta definida como 6 metros, em função das vazões com volumes acentuados o canal de drenagem do Rio Xingu chega ao nível máximo, entretanto, sem transbordamento.

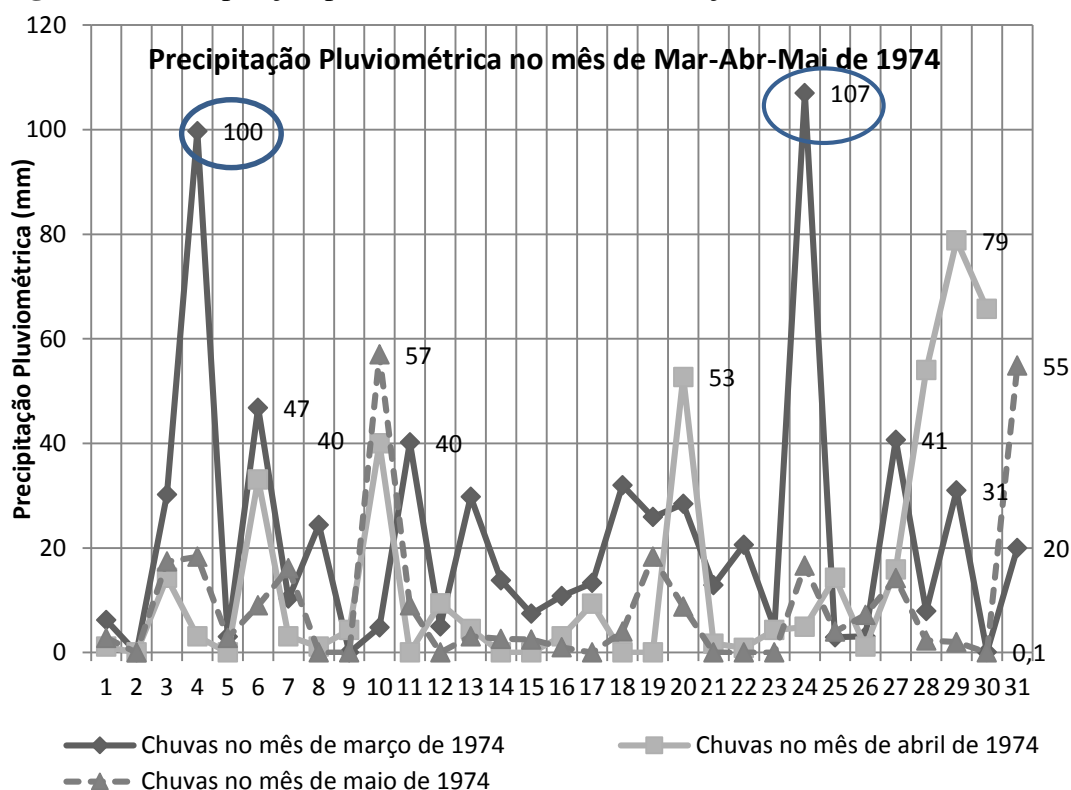
Quando o Rio Xingu atinge um estado de cheia, as conexões laterais tornam-se essenciais para equilíbrio hidrológico, pois, entra em funcionamento o papel das lagoas marginais (receptoras do excesso de águas fluviais e pluviais), dos campos inundados e dos canais de drenagem que captaram os excessos de água. Entretanto, em Altamira existe um elemento que aciona as grandes inundações que é a precipitação pluviométrica, pois, o ano de 1974 (*La Niña* -ODP – negativa) houve um aumento do volume de chuva local.

O mês de março inicia-se com nível acima da cota de alerta, no dia 4 de março cota atinge 646 cm, a vazão de 17073 m³/s precipita-se sob a região um volume de chuva de 100 mm, observa-se um registro de inundação na área urbana de Altamira. Outra inundação de maior magnitude foi observada inclusive apoiada nos registros de jornais

ocorreu no dia 24 de março de 1974, o nível do rio atingiu a marca de 793 cm, vazão de 26082 m³/s e, associados à chuva local de 107 mm. No dia 24 de março a cota faltava apenas 62 cm para atingir nível máximo que foi de 855 cm para o pulso, gerando uma inundação de maior magnitude, que paralisou maior parte a economia local (Figura 68 e 69).

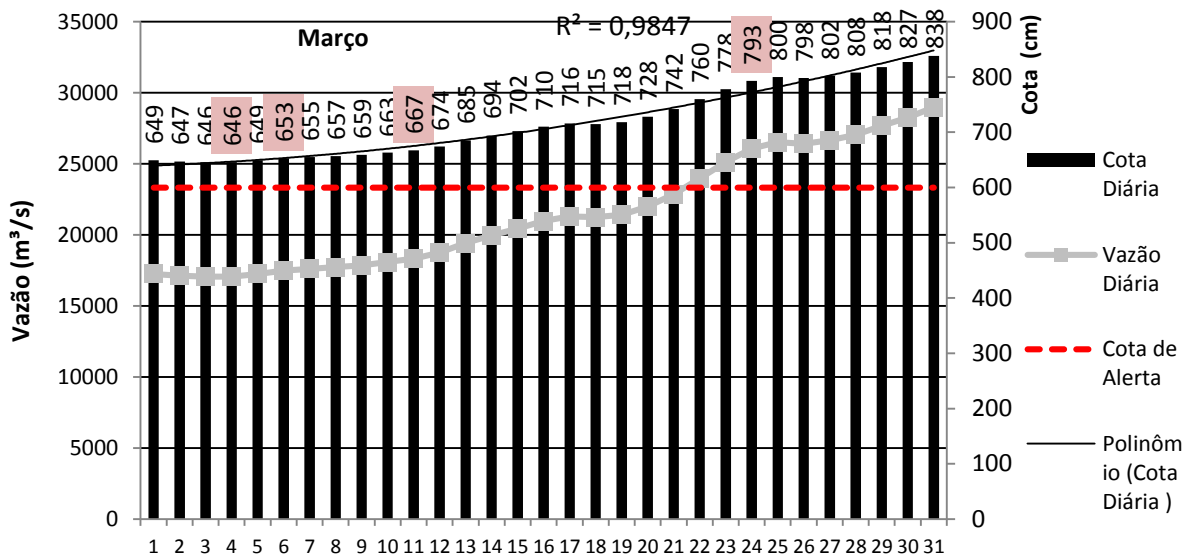
O mês de abril do ano de 1974 manteve vazão diária considerável sempre acima de 25000 m³/s atingindo o volume máximo de 30 160 m³/s, são volumes que indicam estado de cheia do Rio Xingu. As cotas mantiveram-se superiores a 780 cm, em que os pulsos de inundações foram mais curtos, sendo o final do mês os níveis começaram a elevar-se novamente iniciando um pulso em 24 de abril e encerrando em 04 de maio. Essa ascensão dos níveis fluviométricos coincide com aumento da pluviosidade, assim, no dia 28 (54 mm), dia 29 (79 mm) e dia 30 (66 mm), configurando inundação na área urbana de Altamira. Apesar de o mês maio apresentar acentuada vazão e níveis acima da cota alerta, os níveis pluviométricos foram inferiores a 20 mm, esse período observa-se redução nos eventos de inundação (Figura 69, 70 e 71).

Figura 68: Precipitação pluviométrica do mês de março, abril e maio do ano de 1974.



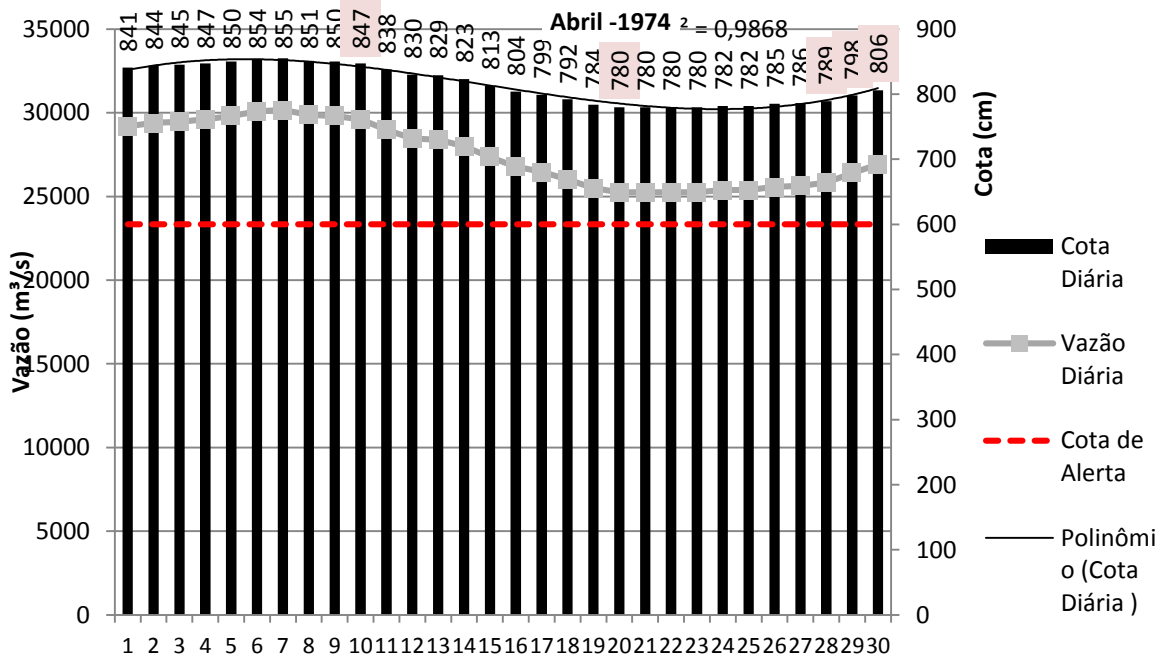
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET.

Figura 69: Enchente e inundação do Rio Xingu no mês de março de 1974, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o a precipitação pluviométrica diária e as vazões diárias.



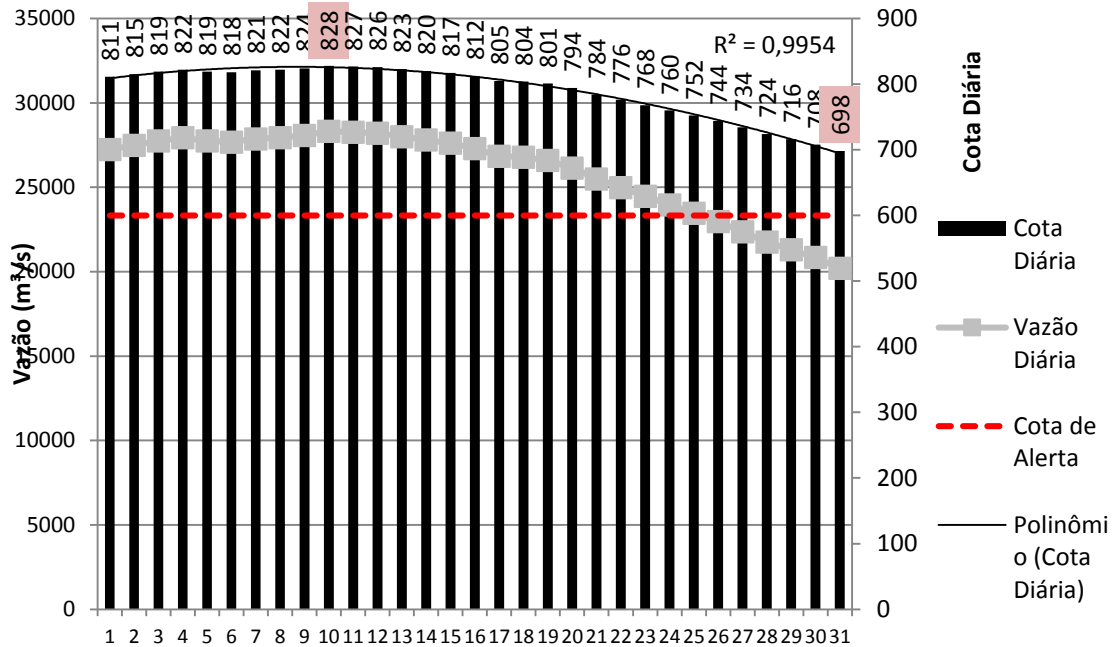
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

Figura 70: Enchente e inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1974, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o volume de precipitação pluviométrica diária e das vazões diárias.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

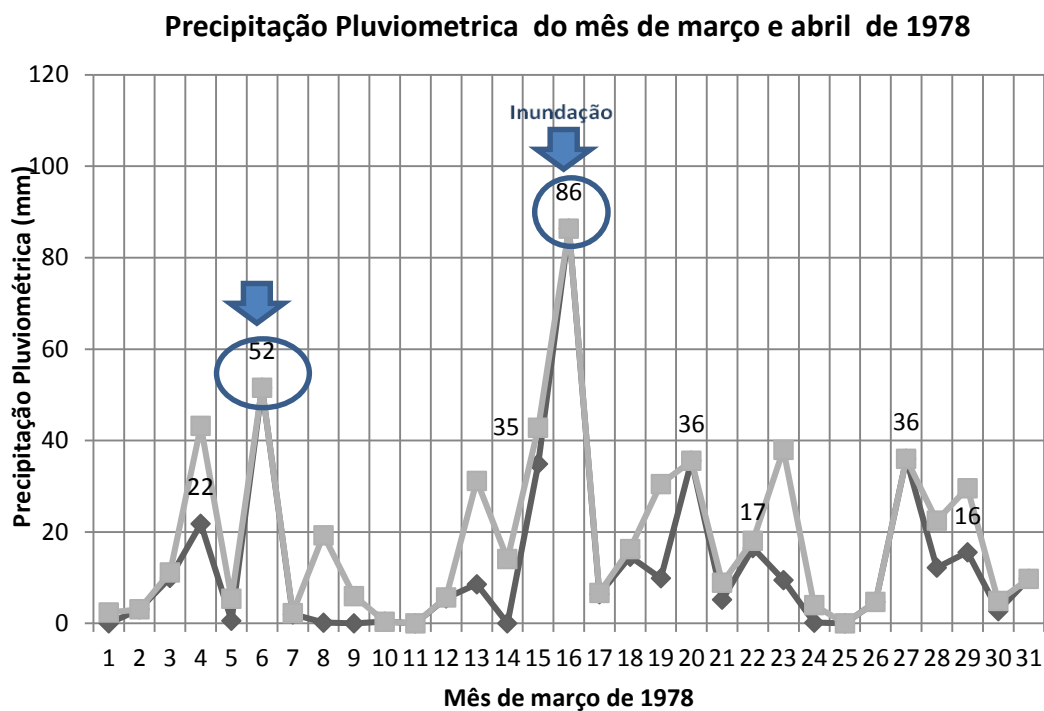
Figura 71: Enchente e inundação do Rio Xingu no mês de maio de 1974, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o volume de precipitação pluviométrica diária e das vazões diárias.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

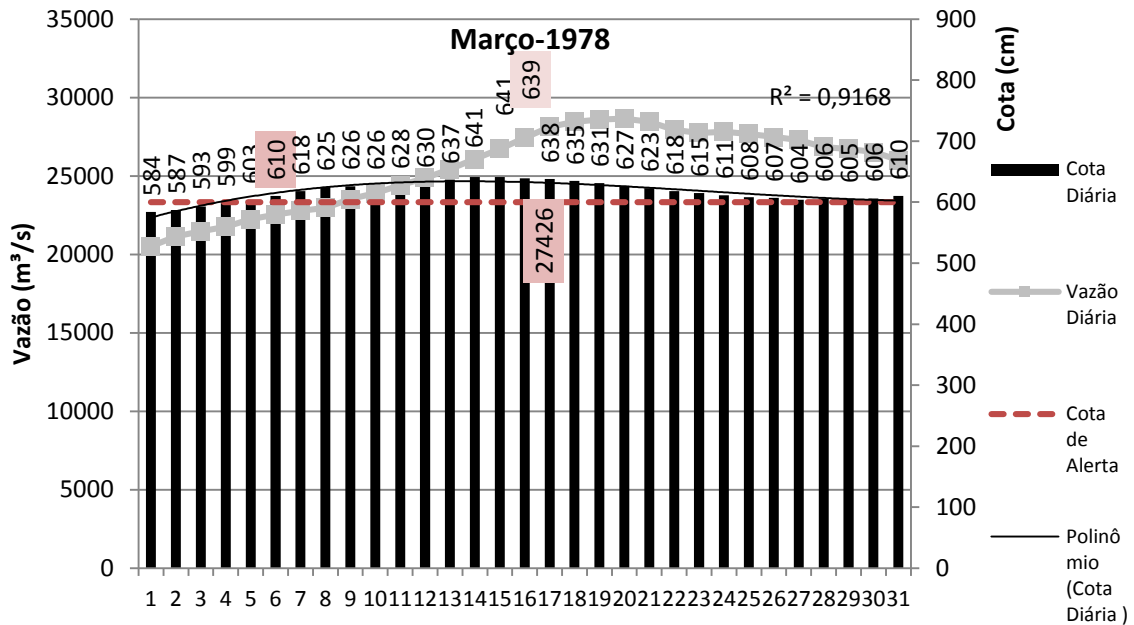
O ano de 1978 (*El Niño fraco- ODP positiva- OMA negativa*) é um ano interessante a vazão diária variou no mês de março a de 20516 a 28655 m³/s. Um pulso de inundação pode ser observado durante o mês de março do dia 1 até o dia 15 temos um pulso completo, com cotas variando de 584 a 641com, de maneira geral, atingiu apenas 50 cm acima da cota de alerta. Entretanto, uma variável que define a inundação são as precipitações pluviométricas locais, nota-se que no ápice do pulso de inundação dia 16 a chuva local contribuiu 86 mm, conferindo-lhe elevada magnitude no extravasamento das águas do rio, porém, destacou-se ainda os dias 6 e 20, com chuvas de volume inferior (Figura 72,73 e 74).

Figura 72: Precipitação pluviométrica do mês de março e abril de 1978 demonstrando dois picos de chuva que contribuíram com duas inundações da área urbana de Altamira.



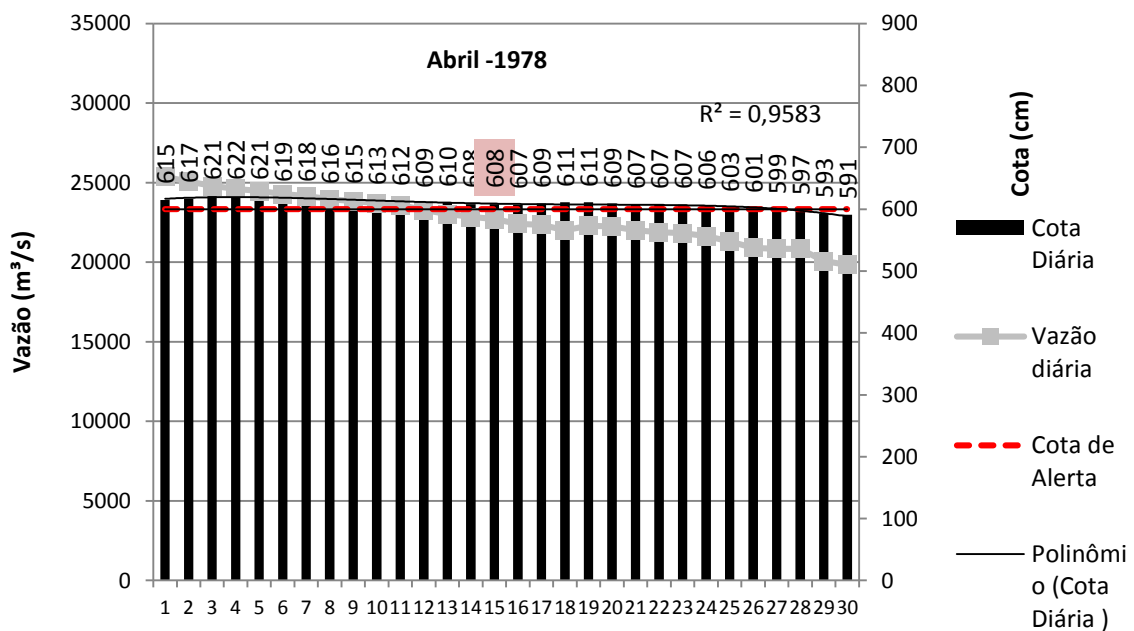
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 73: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1978, demonstrando a evolução do pulso de inundação, e sua relação com o volume de precipitação pluviométrica diária e aumento das vazões diárias.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

Figura 74: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1978, demonstrando a evolução do pulso de inundação pouco acima de nível de alerta e vazões diárias acima de 19.000 m³/s.

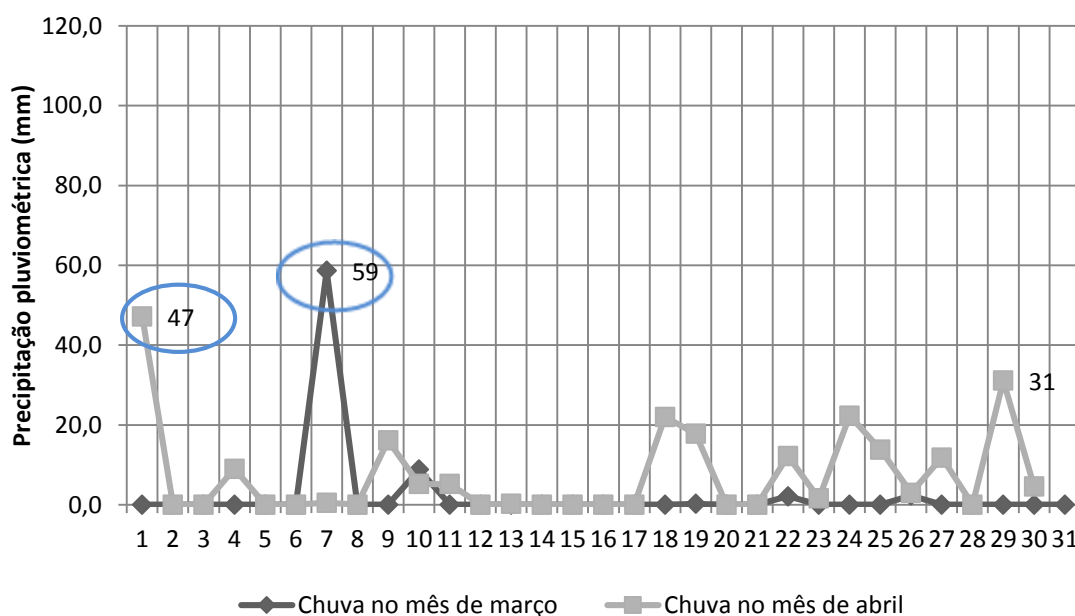


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

O ano de 1982 (*El Niño forte* – ODP positiva –OMA Negativa) apesar de apresentar-se com condições ideais para ocorrência como ano mais seco pela presença de um *El Niño* forte, a ação da ODP positiva e OMA em sua fase fria semelhante ao ano de 1978 contribuiu com um episódio com precipitações pluviométricas superior a 50 mm, que conferiu extravasamento das águas do canal.

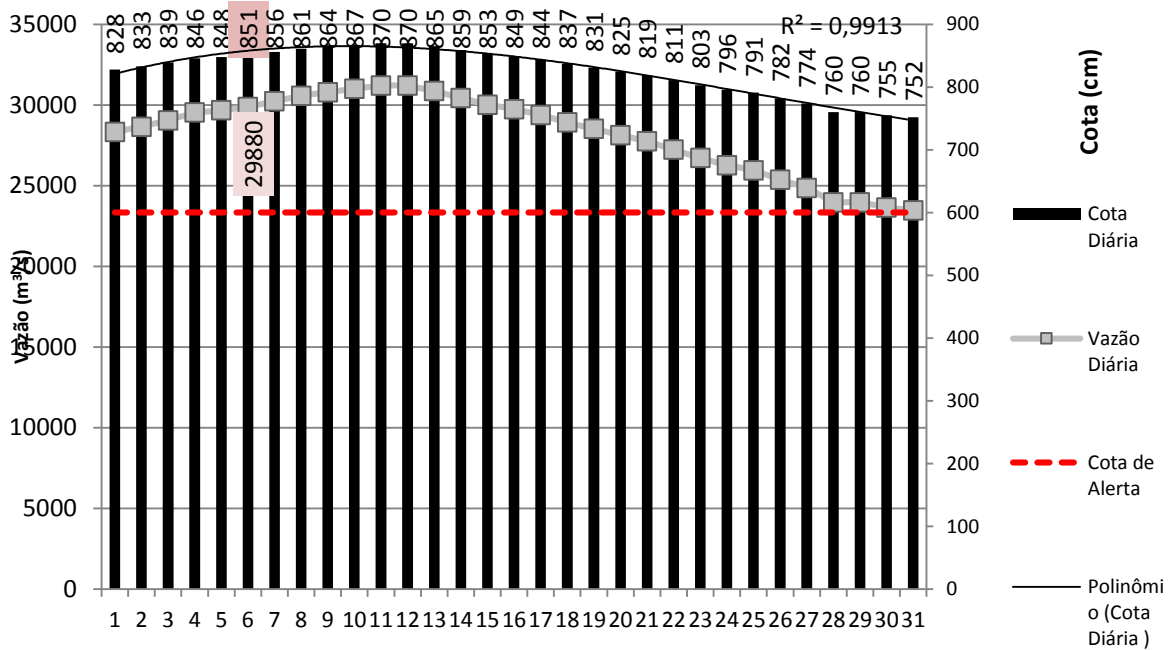
Neste caso, especifico esse avanço das águas em na área urbana deve-se essencialmente ao volume da vazão diária que variou no mês de março de 23466 a 31210 m³/s e as cotas do rio variaram de 752 a 870 cm. O pulso de inundação é significativo inicia-se dia 18 de fevereiro e termina dia 13 de março. No dia da inundação o nível da água estava a mais de 256 cm, acima da cota de alerta, vazão de 30230 m³/s, incidindo uma chuva com 59 mm, porém apresentamos um período de inundação amplo do dia 1 de março até 13 de março, data de termino do pulso de inundação (Figura 75 e 76). No mês de abril a vazão variou de 23155 a 21250 m³/s e as cotas 717 a 747 cmm (Figura 77).

Figura 75: Apesar do baixo volume precipitação pluviométrica do mês de março e abril de 1982 a inundação que atingiu a área urbana de Altamira foi provocada mais pelas elevadas vazões e as cotas do rio, produto de precipitações das áreas de cabeceiras do rio Xingu, Estado do Mato Grosso.



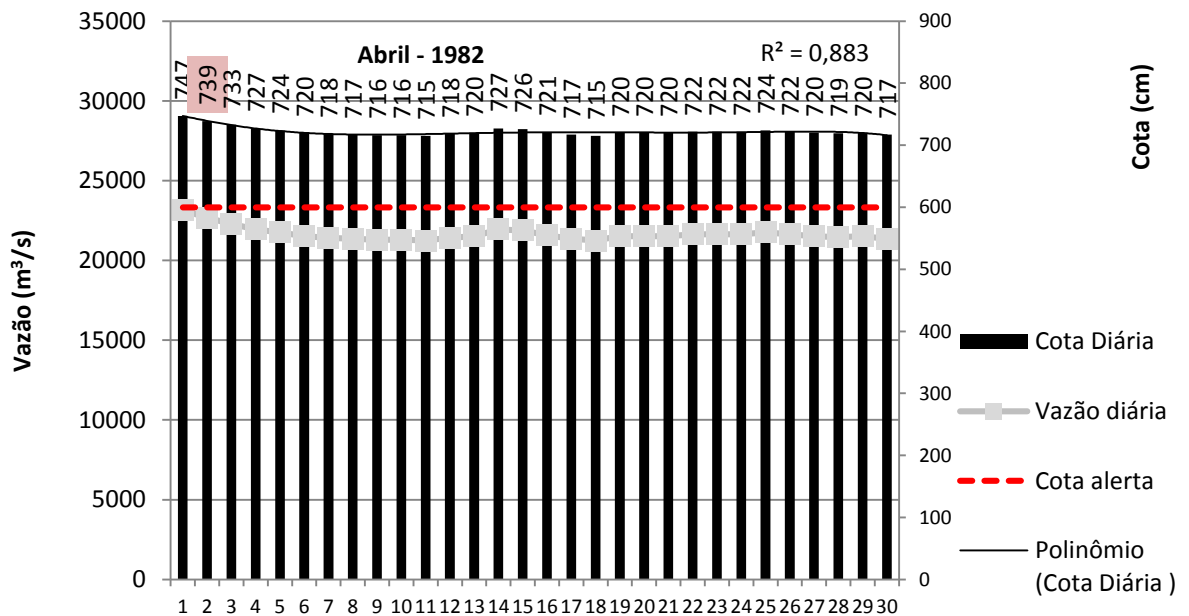
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 76: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1982, demonstrando que o extravasamento do rio esta mais relacionada ao volume de vazão e ao nível do rio, estendendo-se do dia 1 até dia 13 de março.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

Figura 77: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1982, demonstrando que o extravasamento do rio esta mais relacionada ao volume de vazão e ao nível do rio com inundação da área urbana apenas no dia 2 de abril.



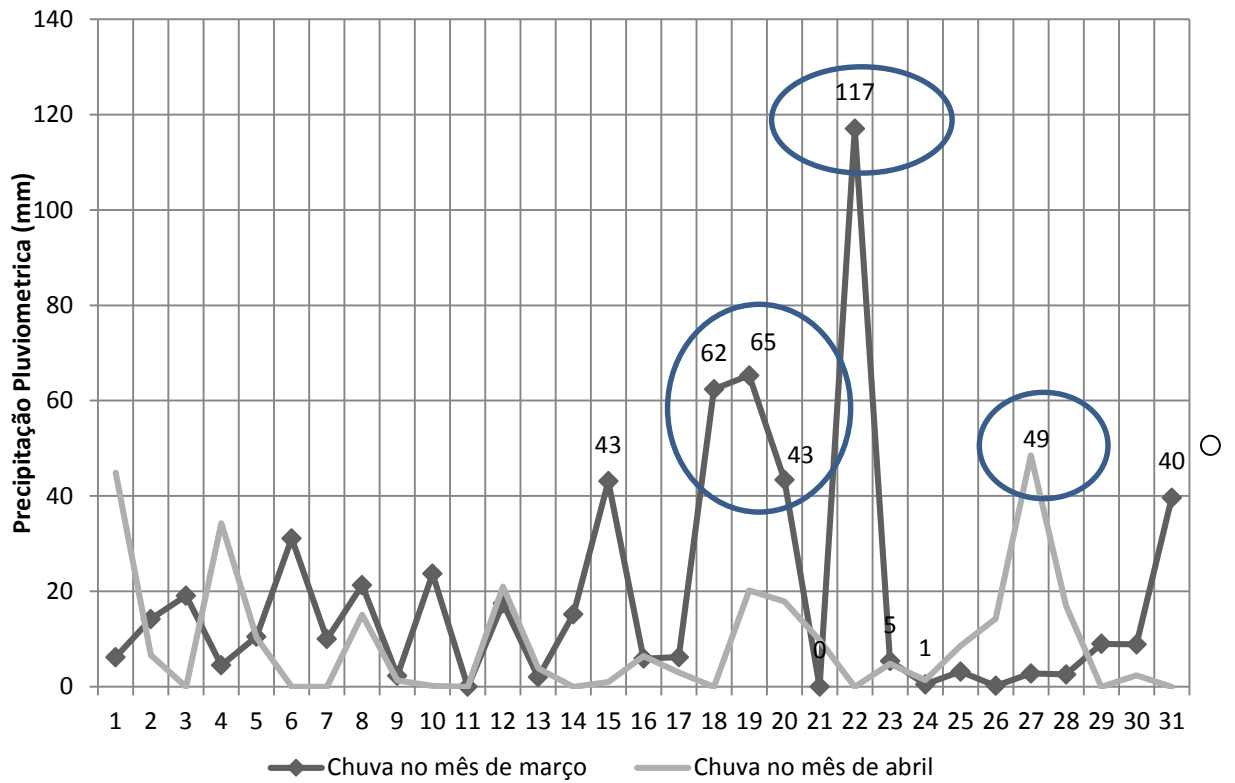
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

No ano de 1985 (*La Niña* fraca – ODP positiva e OMA negativa) apresentou antecipação das cheias do Rio Xingu que tem início já no mês de fevereiro com vazões diárias variando de 23529 m³/s a 26610 m³/s, cotas de 685 a 775 cm, e volume de precipitação inferior a 50 mm diários. Os meses selecionados para análise das inundações foram os meses de março e abril. No mês de março a variação da vazão foi de 23529 a 26338 m³/s, em abril de 21580 a 23907 m³/s e, e estende-se até em maio com 17 193 e 24 994 m³/s. As cotas foram acima da cota de alerta em março variou de 753 a 786 cm, em abril de 721 a 759 cm e, em maio de 648 e 778 cm.

Os pulsos de inundações foram variáveis apresentando um número em torno de 5 dias, 15 e até 19 dias, porém, mantendo intensidade, com nível acima da cota de alerta, como pode ser observado na linha tendência. A cheia e inundação está inseridas em pulso de inundação que iniciou dia 18 e encerrou dia 23 de março, que foi marcado pela incidência da precipitação pluviométrica nos dias 18, 19, 20 e 22 que somados correspondem a 287 mm (Figura 78, 79 e 80).

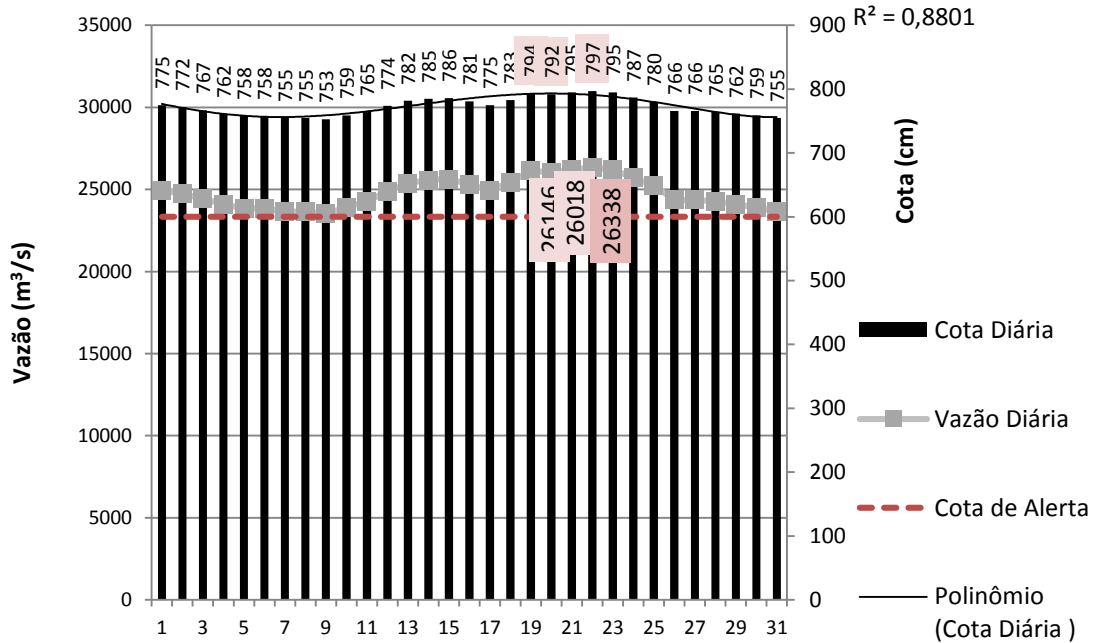
As datas de maior precipitação pluviométrica no mês de abril foram: 4 (34 mm) e 27 (49 mm) e no mês de maio nos dias 1 (42 mm) e 23 (59 mm) (Figura 76). De acordo com relatos coletados a ponte que liga o bairro Brasília ao centro da cidade foi totalmente interditada pelas águas que cobriram a mesma, sendo apresentada como uma das maiores inundações na área urbana de potencial semelhante ao ano de 1974, 2009 e 2014.

Figura 78: Precipitação pluviométrica do mês de março de 1985 demonstrou um acúmulo de chuvas ao longo de quatro dias de 287 mm, e reduz-se nos meses consecutivos.



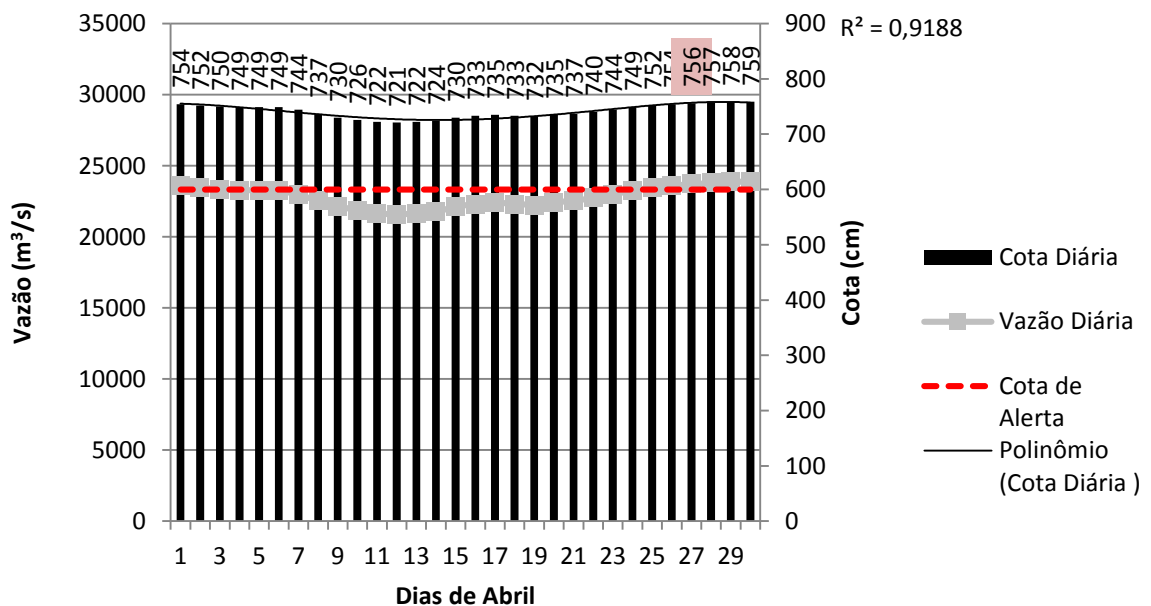
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 79: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1985, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão, os níveis do rio acima da cota de alerta e precipitação pluviométrica em dias consecutivos.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

Figura 80: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1985, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão, os níveis do rio acima da cota de alerta crescente e precipitação pluviométrica pontual.

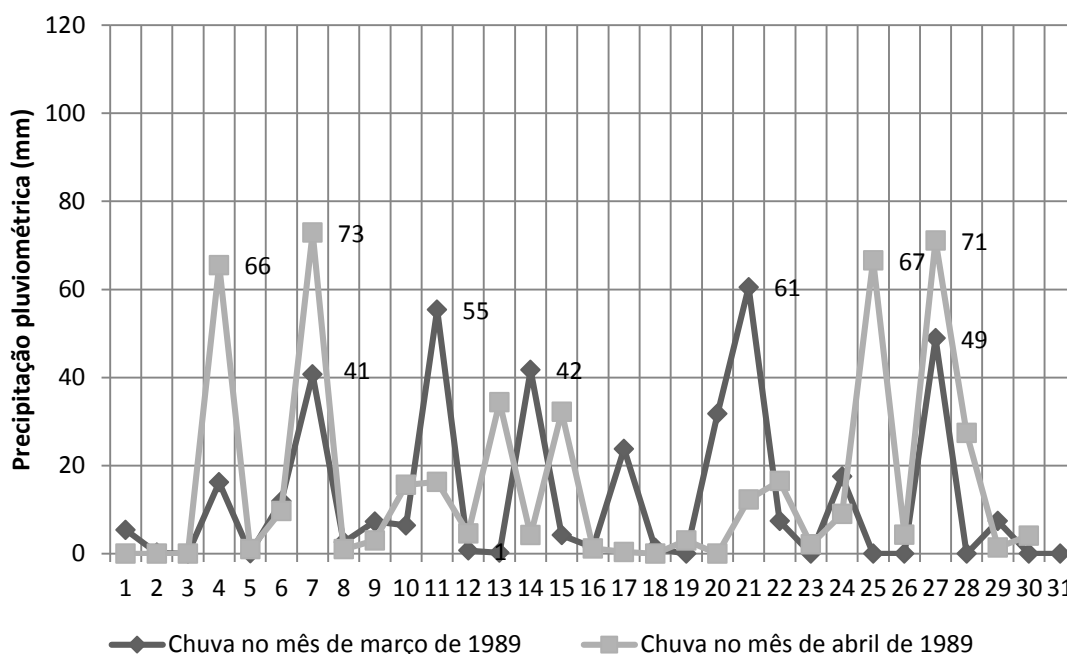


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

1989 (*La Niña* forte – ODP positiva e OMA Negativa) é um ano com tendência a um aumento das precipitações locais. As vazões variam no mês de março de 17375 mm a 23 403 m³/s. As cotas variaram de 651 a 751 cm durante o mês, o pulso de inundação se desenvolve ao longo do mês de maneira crescente, conforme mostra a linha de tendência. O extravasamento do canal de drenagem mantém-se praticamente durante o mês março em função do volume de chuvas mensal em torno de 393 mm. Entretanto, apresenta-se dois dias críticos o dia 11 de março, em que a cota 681 cm com incidência de precipitação pluviométrica de 55 mm, e dia 21 com cota de 705 cm, com precipitação de 61 mm, apesar de volume não parecer elevado, as chuvas se mantêm diariamente durante o mês, tornando a área mais vulnerável a inundações, em função da saturação do solo (Figura 81 e 82).

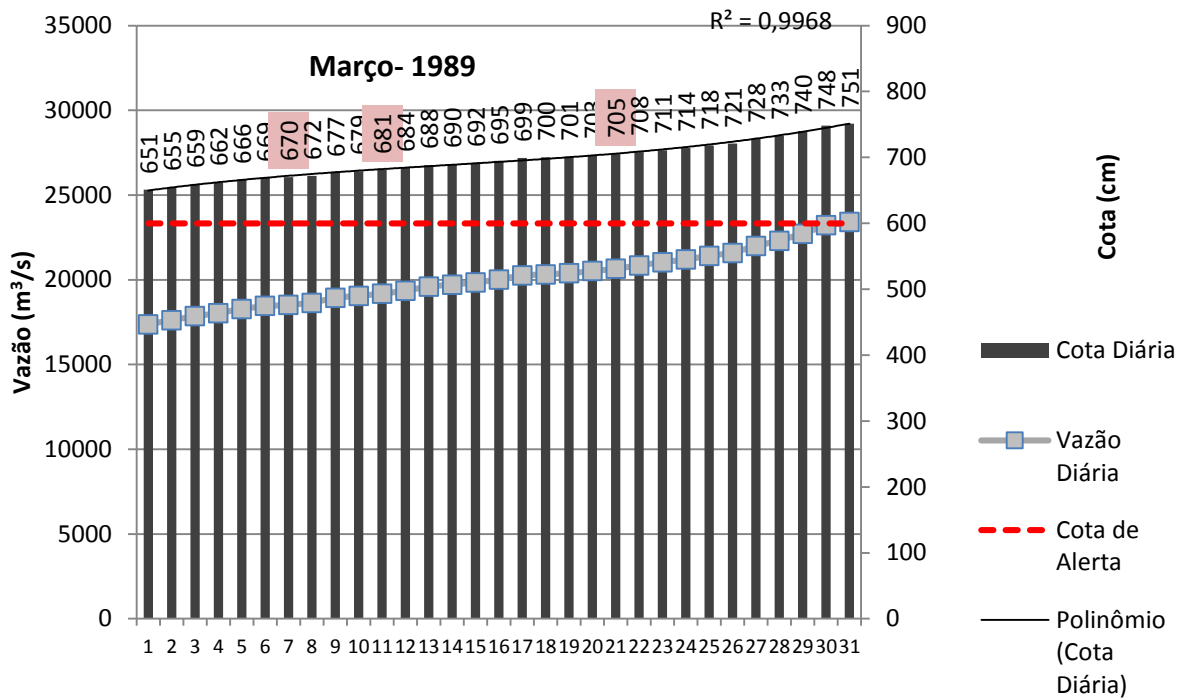
Considera-se o mês de abril também para análise apresentou vazões acima de 19 000 m³/s, cotas acima da cota de alerta e volume de precipitação que se mantêm ao longo do mês, com 480 mm, com máximas de precipitação nos dias 4, 7, 25 e 27 (Figura 81 e 83).

Figura 81: Precipitação pluviométrica do mês de abril de 1989 superou o mês de março com 480 mm.



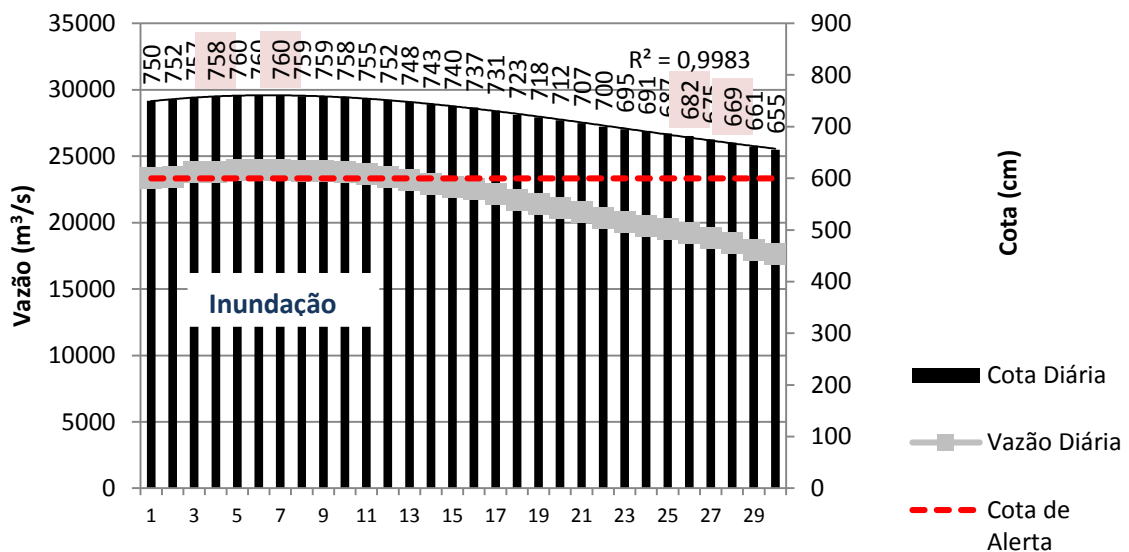
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 82: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1989, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e da precipitação pluviométrica.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

Figura 83: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1989, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 17000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações pluviométricas acima de 50 mm.

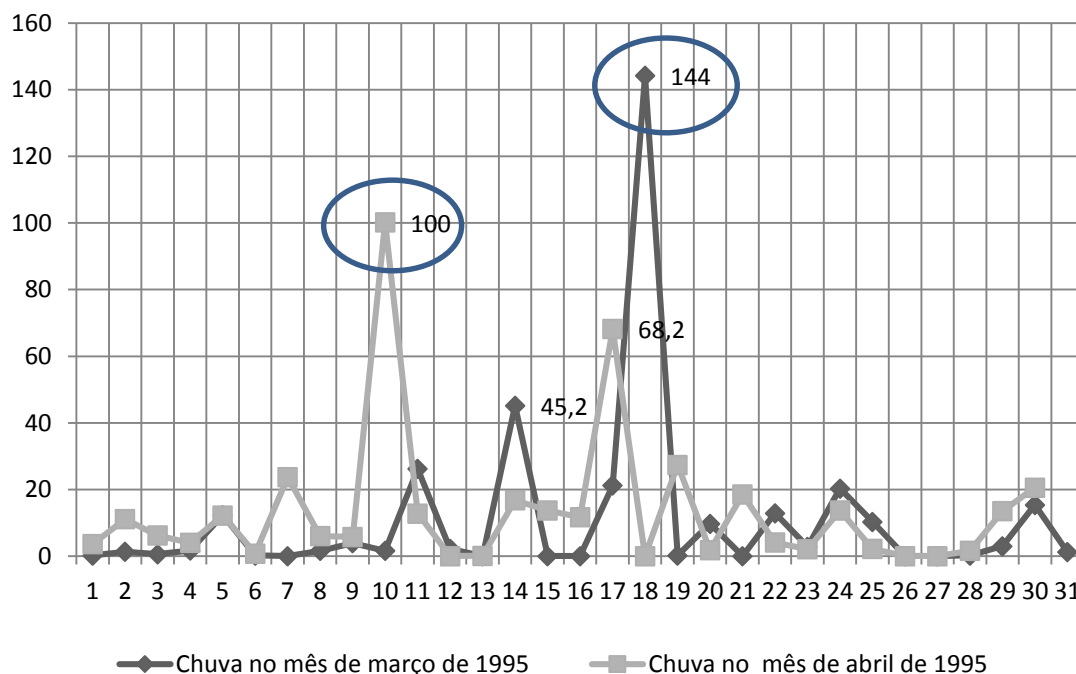


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

No Ano de 1995 (*La Niña* – ODP positiva – OMA positiva) foram identificados picos de inundação nos meses de março e abril. No m s de março a vazão variou de 19597 a 21250 m³/s e no m s de abril de 18755 a 23466 m³/s. O nível do Rio Xingu variou no m s de março de 689 a 715 cm e, no m s de abril de 674 a 752 cm. O pulso de inundação, em que os eventos de inundação estão inseridos, inicia no dia 7, e encerra dia 31 de março, e no m s de abril inicia dia 7 e se estende até dia 30.

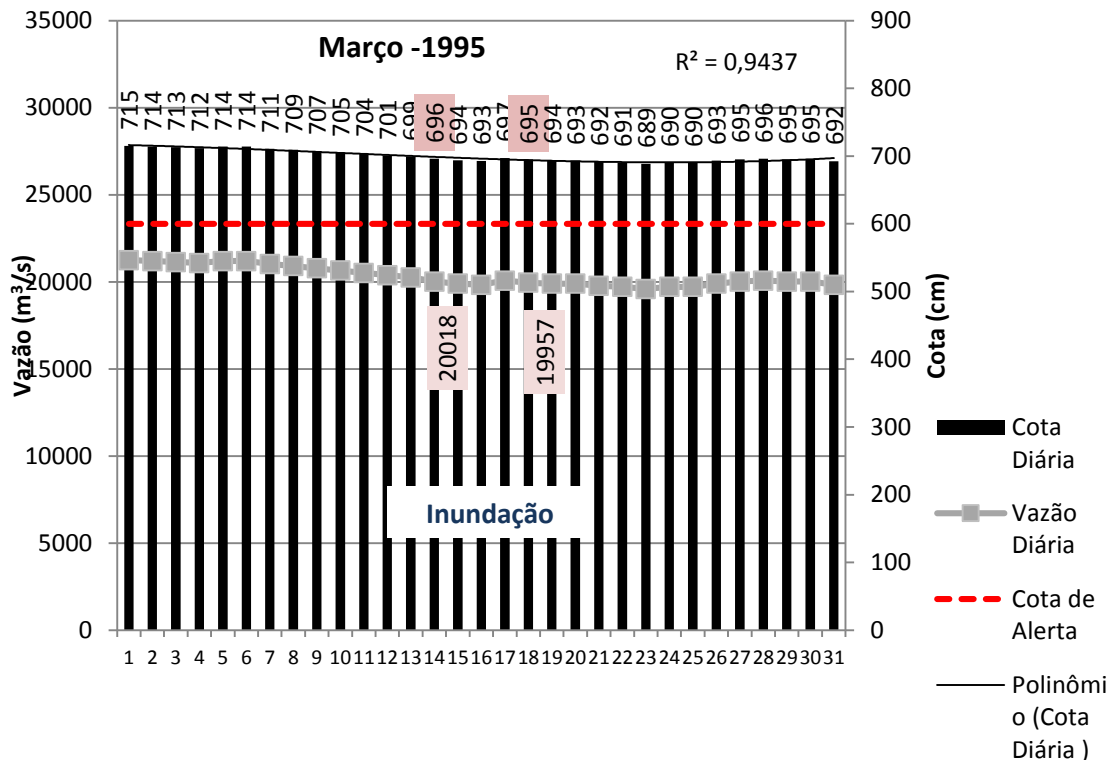
As precipitações mantiveram constantes ao longo dos dois meses, entretanto, no dia 18 de março com a vazão diária atingiu 19 957 m³/s e cota 695 cm, acrescido de precipitação local 100 mm, sugere-se ocorrência de transbordamento do rio Xingu, tal qual, nos dias 10 e 17 de abril que atingiram vazões de 20192 e 21580 m³/s, cotas de 698 e 717 cm, acrescido de picos de precipitação locais de 100 e 68 mm, respectivamente, sendo considerados como eventos de inundação que atingem a área urbana de Altamira (Figura 84, 85 e 86).

Figura 84: Precipitação pluviométrica do mês de março e abril no ano de 1995 registrou extremos de precipitação pluviométrica que contribuíram com inundações urbanas.



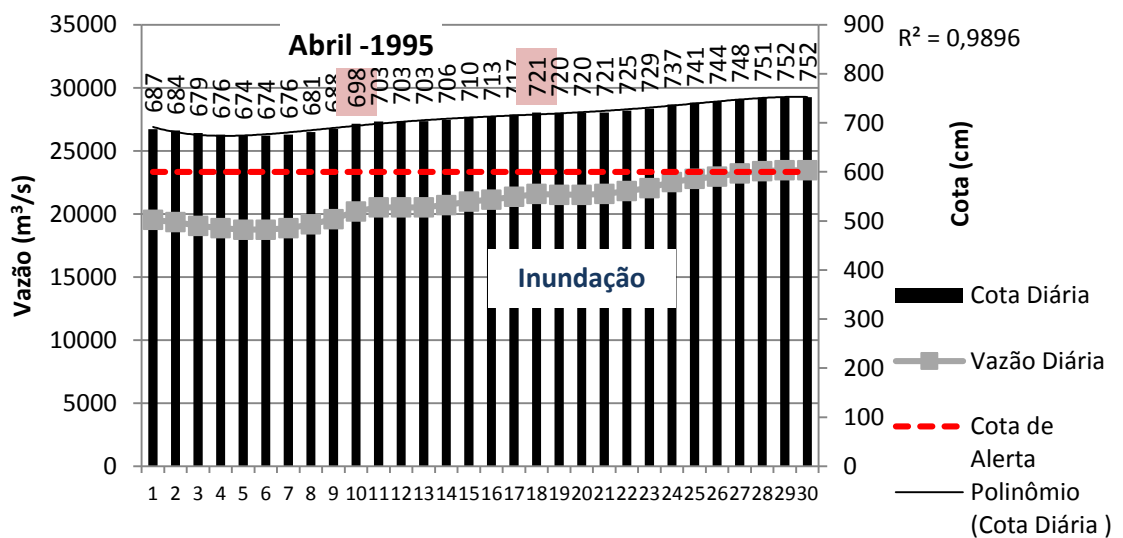
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 85: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 1995, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre a vazão acima de 19000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e extremos de precipitação.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

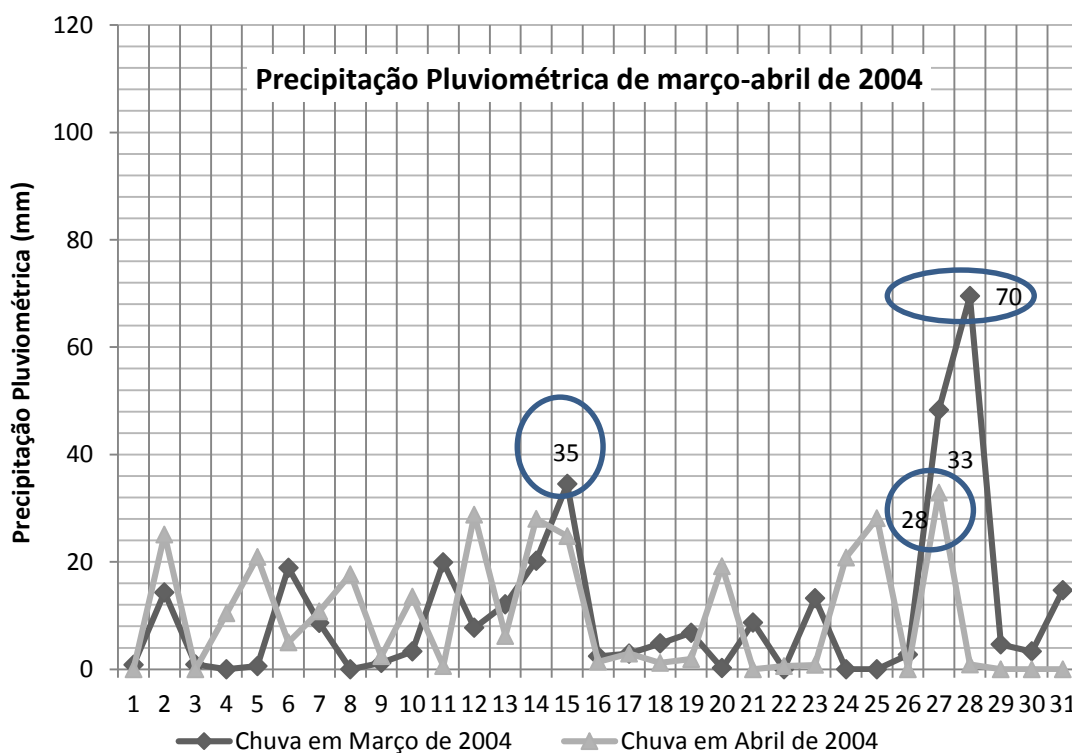
Figura 86: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 1995, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 18 000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações extremas.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

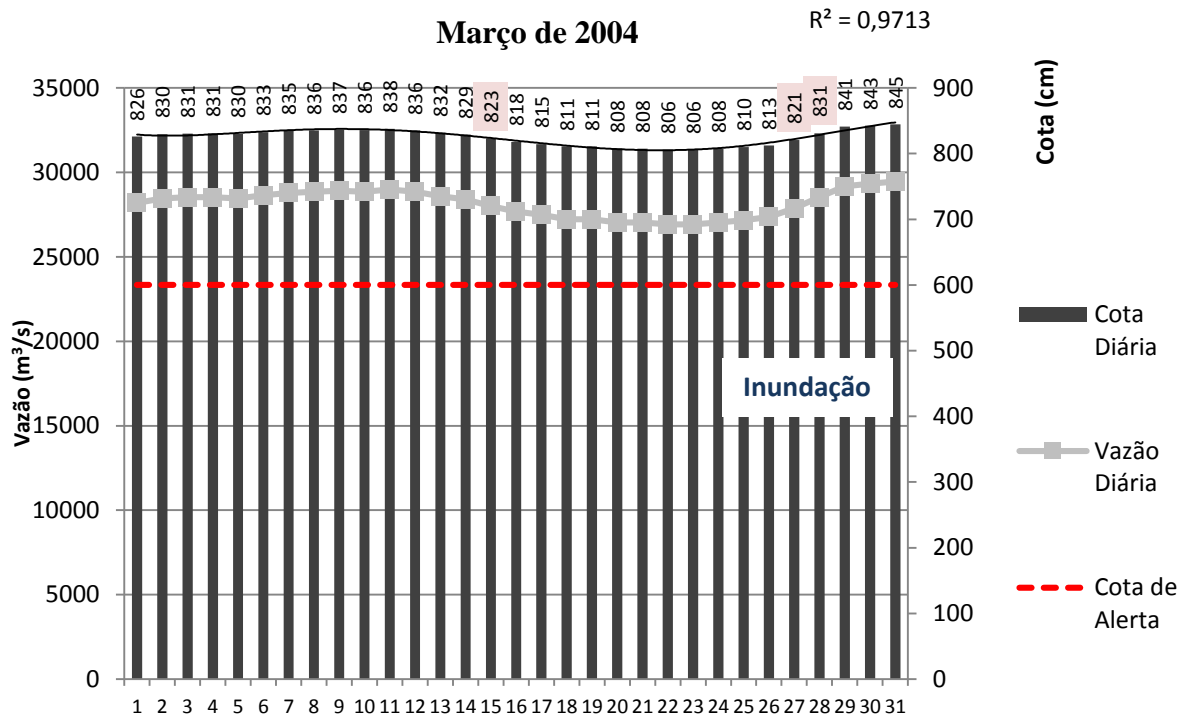
A partir do ano de 2004 procurou-se seguir os anos que foram registrados pela Defesa Civil Estadual dentre estes os anos de enchentes graduais (2004, 2007, 2012 e 2014) e enxurradas (2009). Assim, o ano de 2004 (El Niño Fraco- ODP –negativa e OMA –positiva) em termos de débitos apresentou vazões diárias elevadas sempre acima de 20 000 m³/s. No mês de março as vazões diárias variaram de 27042 e 29 460 m³/s e, no mês de abril 23031 a 30320 m³/s. O nível do Rio Xingu variou no mês de março de 806 a 845 cm e, no mês de abril de 745 e 836 cm. O pulso de inundação no mês de março apresentou números de dias menores, porém manteve nível do rio elevado acima de 800 cm. As inundações no mês de março foram registradas nos dias de 15 (cota 823 com pulso de inundação decrescendo) e 28 (cota de 831 com pulso crescente) e em abril as inundações tiveram ocorrências maiores no dia 27 com cota de 765 cm, com pulso de inundação indicando fenômeno de vazante, conforme demonstra a linha tendência (Figura 87, 88, e 89). De acordo com a defesa civil esses eventos resultaram em numero de 9000 de desalojados.

Figura 87: Precipitação pluviométrica no mês de março e abril de 2004 demonstrando um pico de chuva de 70 mm em março.



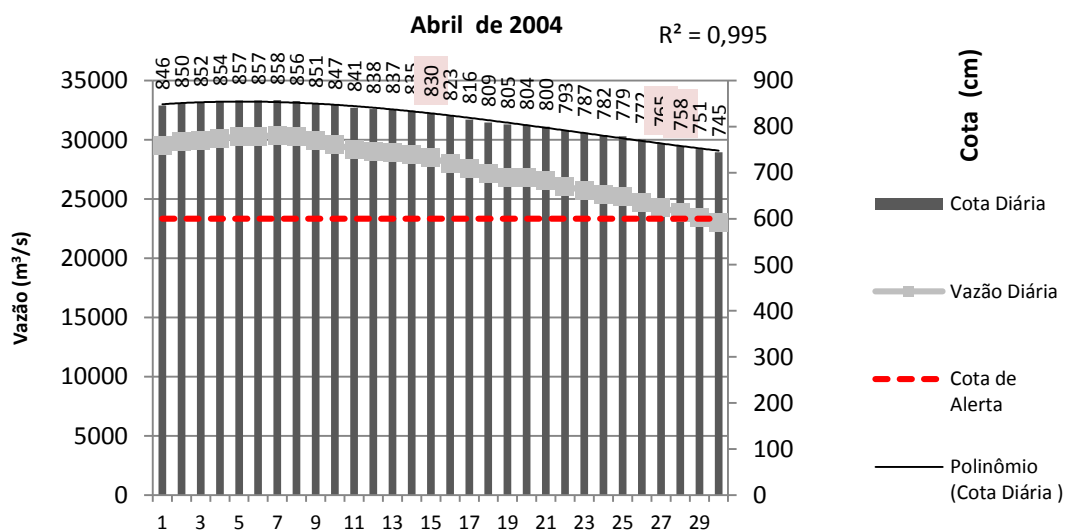
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 88: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2004, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 20 000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações em dias consecutivos.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

Figura 89: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2004, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 20 000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta atinge 854 cm.

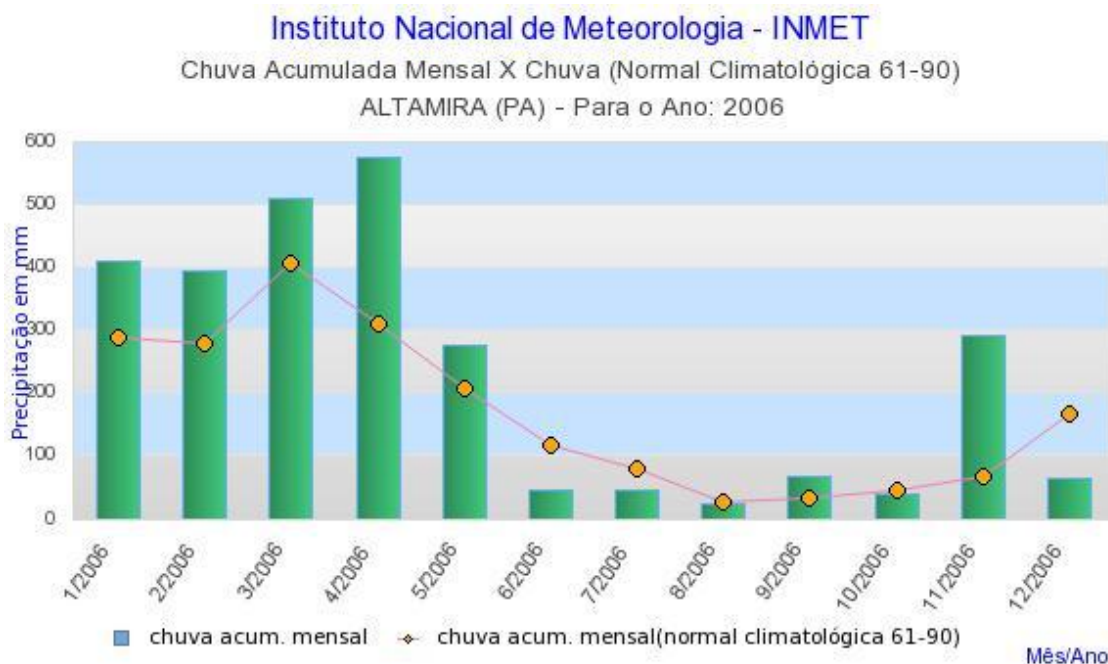


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

O ano de 2006 apesar de não ter sido registrado com ocorrência de inundações em Altamira pela Defesa Civil Estadual. O ano de 2006 (El Niño fraco- ODP Negativa e OMA positiva) pela seleção de anos extremos, a partir da análise dos dados obtidos por meio das médias, desvio padrão e coeficiente de variação nos três períodos na análise da magnitude inter anual das vazões. O ano de 2006 apresentou vazões superiores a 15.000 m³/s, no mês de março variou de 17734 a 22 121 m³/s, e em abril de 21760 a 27298 m³/s. O nível do rio Xingu manteve-se acima da cota de alerta, no mês de março as cotas variaram de 665 a 726 cm, e em abril de 723 a 812 cm.

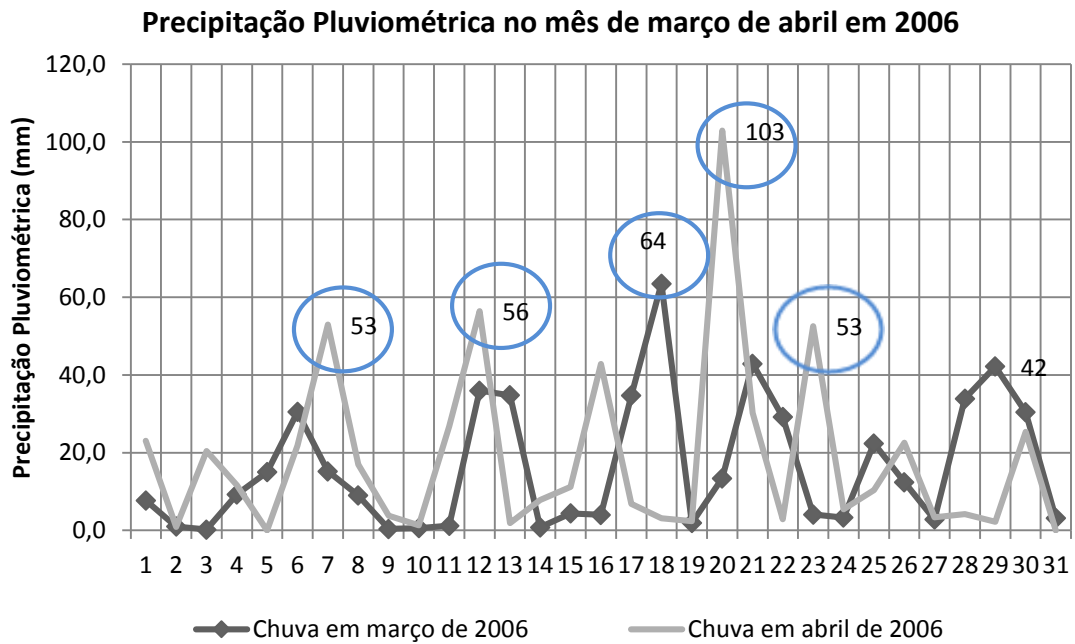
De acordo com os dados de INMET observa-se que os cinco primeiros meses do ano de 2006 apresentaram volume de precipitação bem acima da normal climatológica (Figura 90). Os dias de inundações foram dia 18 de março com vazão de 19.356 m³/s, cota de 684 cm, com precipitação de 64 mm, e nos dias 07, 12, 20 e 23 de abril, com vazões de 22602, 24674, 27170 e 27298 m³/s e, cotas 738, 771, 810 e 812 cm, demonstrando pulso de inundação com numero de dias consideráveis e crescimento do pulso, conforme a linha tendência, que propicia inundações com maior magnitude (Figura 91,92 e 93).

Figura 90: Comparação entre os valores de chuva acumulada mensal e chuva da normal climatológica para o ano de 2006.



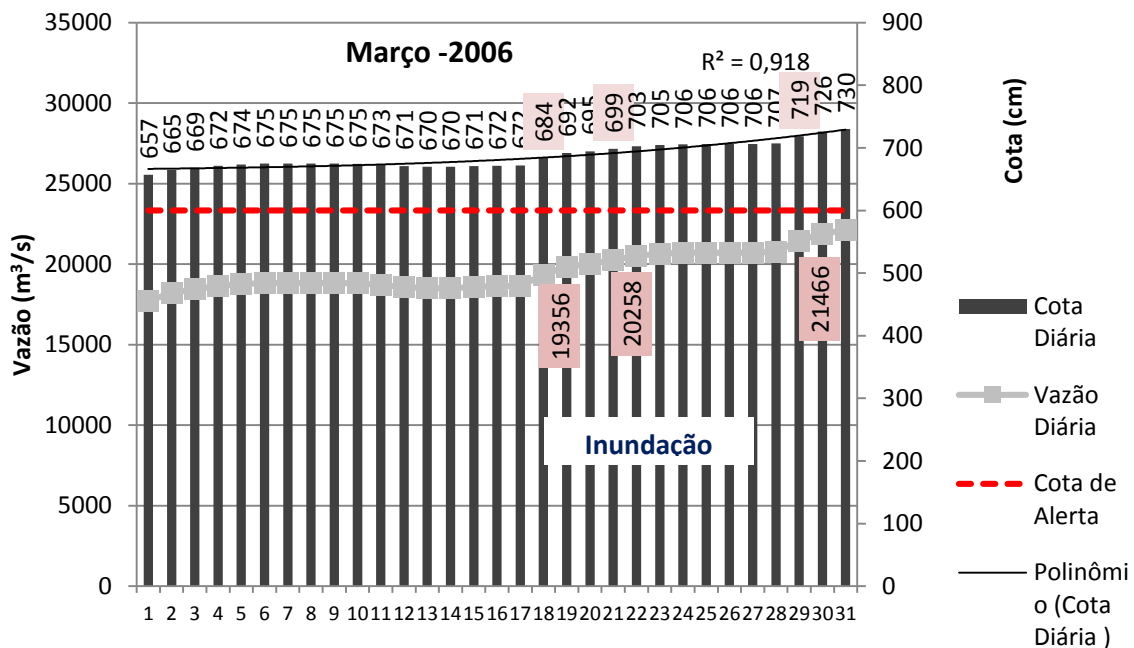
Fonte: INMET

Figura 91: Precipitação pluviométrica no ano de 2006 demonstrando frequência nas chuvas nos meses de março e abril, extremos concentrados no mês de abril.



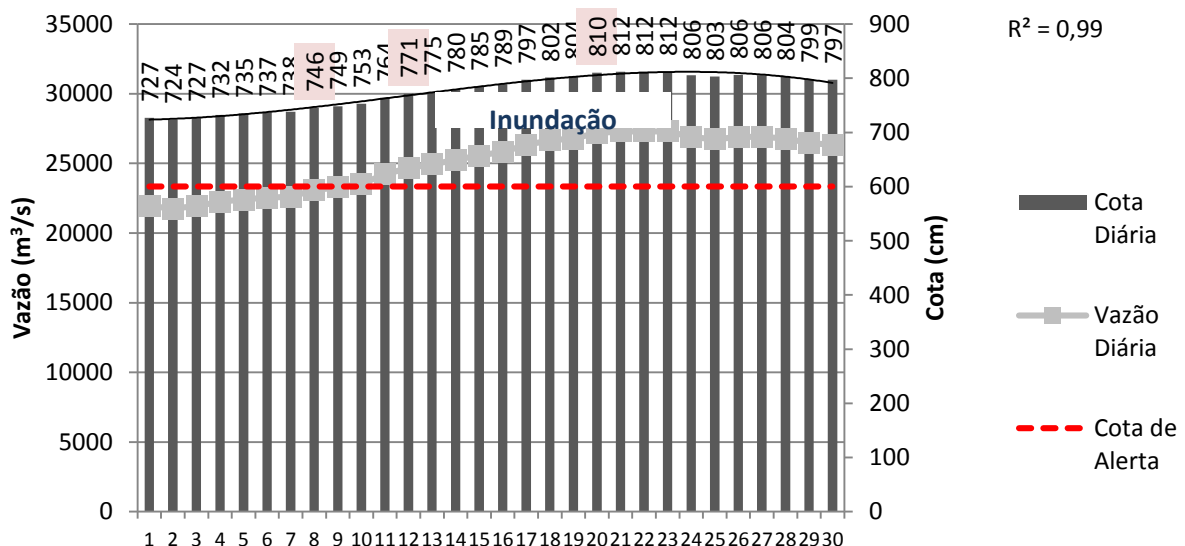
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 92: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2006, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15 000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

Figura 93: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2006, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 20 000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações acima da media.

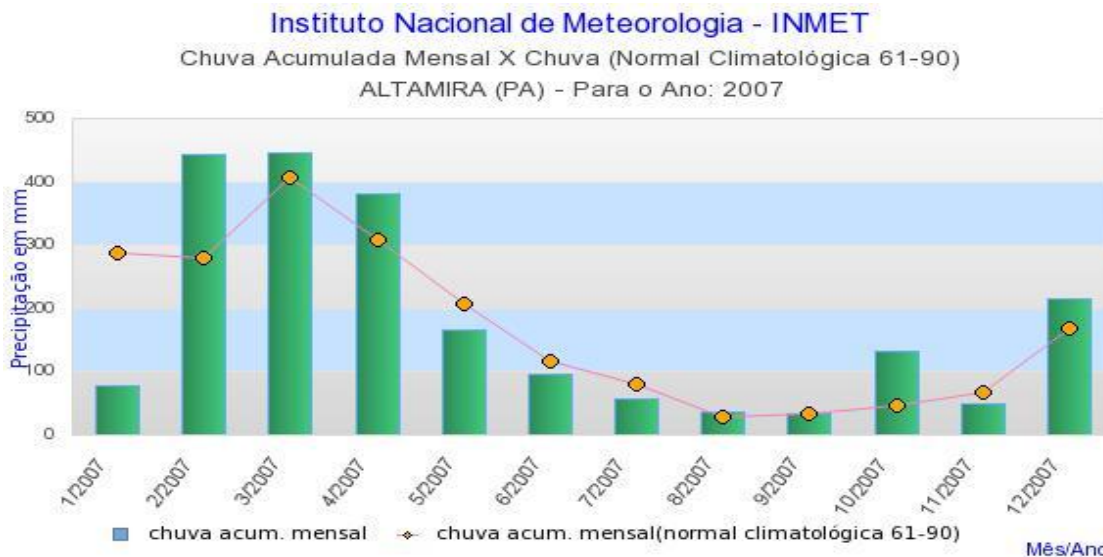


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

O ano de 2007 (El Niño fraco- ODP Negativa e *OMA positiva*) inseriu-se como um ano com ocorrência de inundações pela Defesa Civil Estadual. As vazões no mês de março variaram de 20 138 m³/s a 21466 m³/s e, no mês de abril de 14080 a 20913 m³/s. O nível do rio no mês de março variou de 697 a 719 cm, e no mês de abril de 595 a 709 cm.

As inundações na área urbana ocorrem no mês de março nos dias 11, 15 e 20 e apresentaram vazões de 20979, 20450 e 20318 m³/s, cotas de 710, 702 e 700 e precipitação pluviométrica de 49, 43 e 71 mm, respectivamente. No mês de abril destacou-se o dia 11 com vazão de 17794, cota de 558 cmm, e precipitação local de 71 mm. Observa-se que as chuvas mantiveram-se constantes durante os dois meses analisados, e de acordo com os dados do INMET, os meses de fevereiro e março apresentam volume de chuvas bem acima da normal climatológica (Figura 94,95, 96 e 97). De acordo com as informações da defesa civil essas inundações foram responsáveis 76 pessoas desalojadas¹⁵⁶, 240 desabrigadas¹⁵⁷ e 316 afetados¹⁵⁸.

Figura 94: Comparação entre os valores de chuva acumulada mensal e chuva acumulada mensal (normal climatológica 61-90) para o ano de 2007.



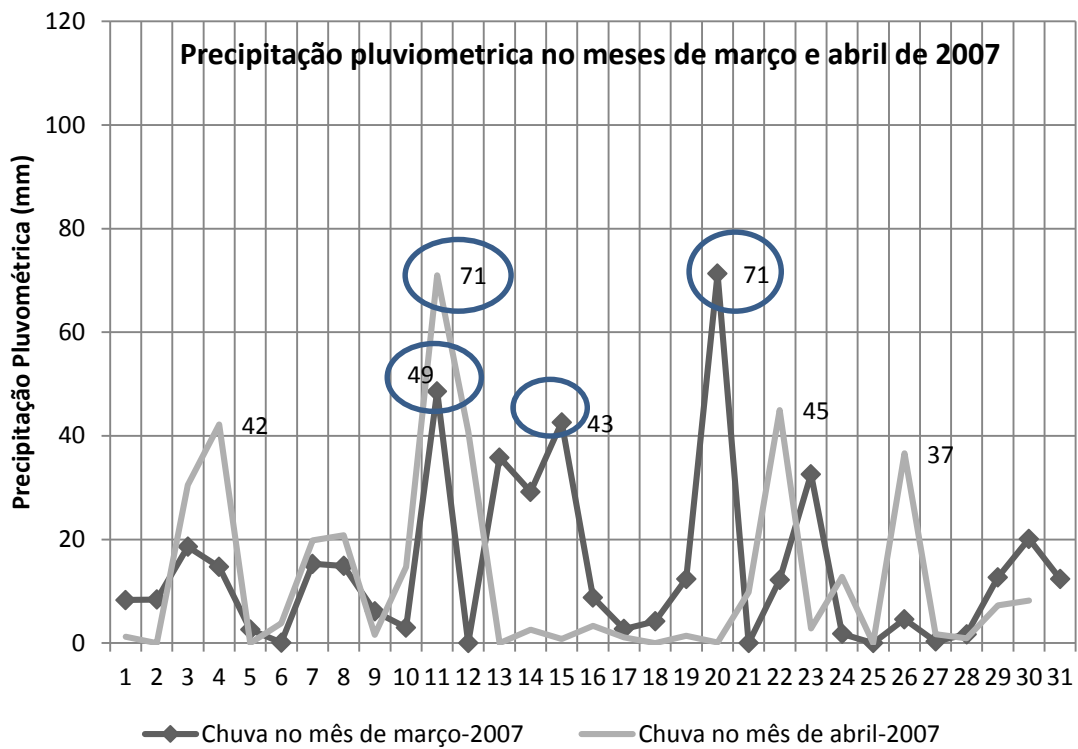
Fonte: INMET

¹⁵⁶ Desalojado pessoa que foi obrigada a abandonar temporariamente ou definitivamente sua habitação, em função de evacuações preventivas, destruição ou avaria grave, decorrentes do desastre, e que, não necessariamente, carece de abrigo provido pelo sistema (BRASIL, 2002).

¹⁵⁷ Desabrigado desalojado ou pessoa cuja habitação foi afetada por dano ou ameaça de dano que necessita de abrigo provido pelo sistema (BRASIL, 2002).

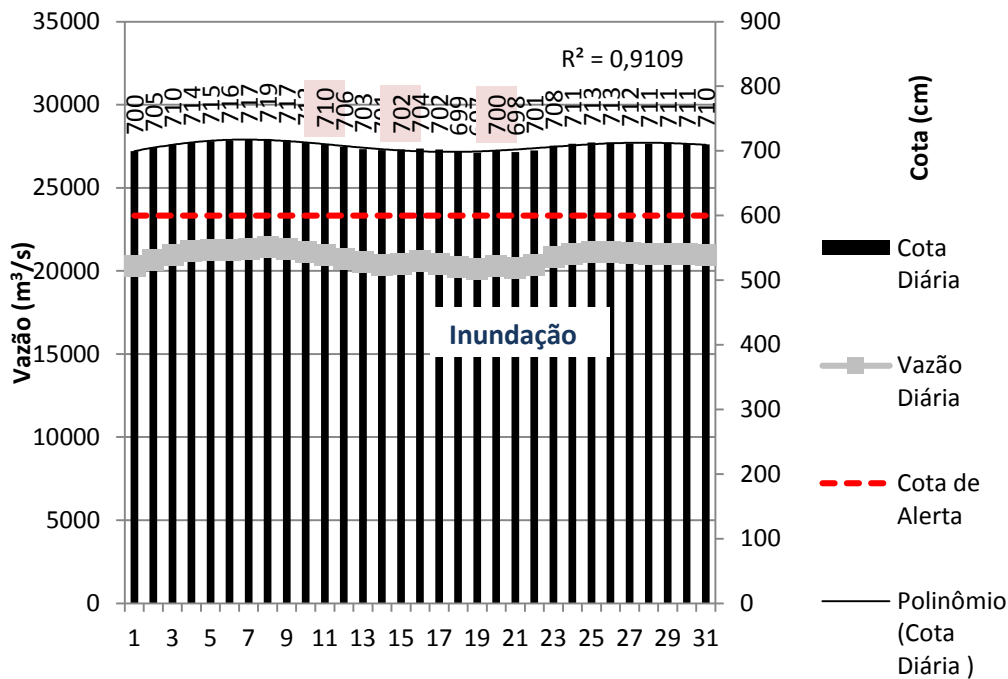
¹⁵⁸ Afetado é considerado no relatório qualquer pessoa que tenha sido prejudicada pelo desastre (deslocado, desabrigado e ferido)

Figura 95: Precipitação pluviométrica no ano de 2007 demonstrando frequência nas chuvas nos meses de março e abril com picos de chuva que atingiram 71 mm em ambos os meses.



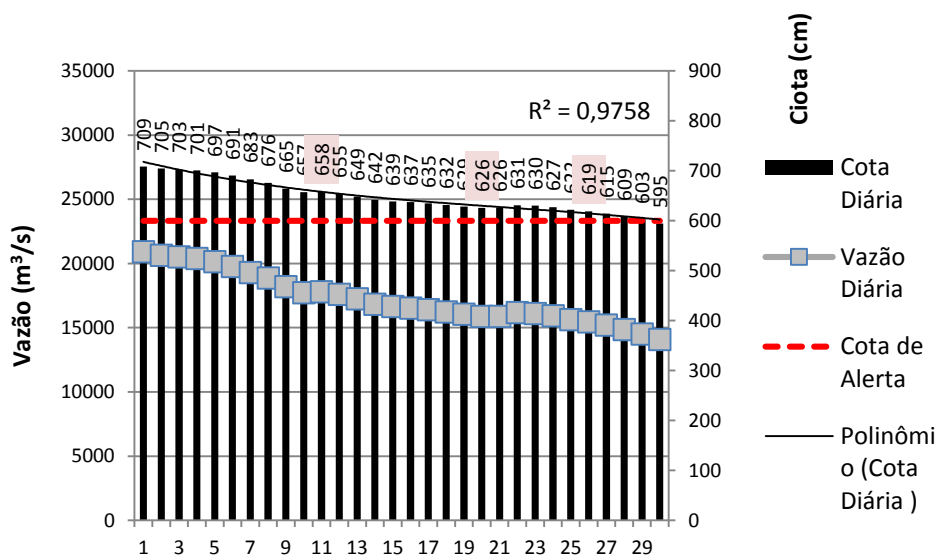
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 96: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2007, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre vazão diária acima de 20 000 m³/s e nível do rio pouco acima da cota de alerta e precipitações acima da média.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA

Figura 97: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2007, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 14 000 m³/s e nível do rio próximo a cota de alerta e precipitação acima de 50 mm.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

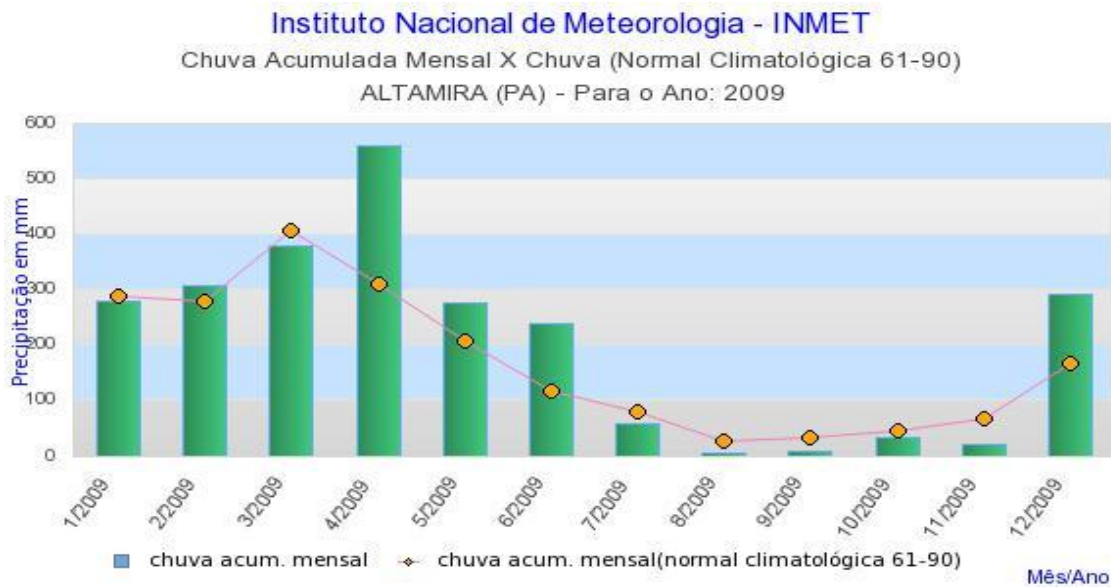
O ano de 2009 (*El Niño* fraco – ODP negativa – OMA- Positiva) é um ano importante, pois dentre os anos de monitoramento efetivo pela Defesa Civil Estadual apresenta o maior número de dados coletados e disponibilizados. Diferente dos demais anos analisados apresentou manutenção de elevadas vazões diárias, cotas diárias e os índices de precipitação pluviométrica nos meses de março e abril e ainda no mês de maio. A vazão variou no mês de março de 17433 a 19867 m³/s, no mês de abril de 18 154 a 20 483 m³/s, e por fim, no mês de maio de 20715 a 24 674 m³/s.

O nível do Rio Xingu apresentou-se acima da cota de alerta nos três meses analisados, no mês de março a cota variou de 632 a 692 cm, no mês de abril de 664 a 703 cm, e no mês de maio de 706 a 771. As precipitações apresentaram extremos nunca registrados em ano de inundação gradual, sendo no dia 12 de abril foi registrado um índice de 226 mm culminando com o primeiro registro oficial de enxurrada na cidade de Altamira. Observa-se que neste dia a vazão do Rio Xingu foi de 18996 m³/s, considerando que o Rio já atingiu vazões superiores a 30.000 como no ano de 2004, a cota registrada era de 678 cm, contudo as chuvas tiveram uma forte contribuição no evento. Associado a elementos que serão discutidos mais adiante como uso do solo e diferenças de altitude entre o curso superior e o inferior das três sub bacias.

No mês de maio apesar de consideramos um mês em que se inicia o rebaixamento no nível das águas, as vazões continuaram acentuadas, destacando-se o dia 25 de maio de 2009, com vazão de 23 340 m³/s o nível do rio 750 cm podem ser considerados elevados para o mês de maio uma vez que estes números não foram atingidos nos meses anteriores. Associado ao aspecto hidrológico e hidrométrico tem-se precipitação de 143 mm, com seis dias consecutivos de chuva que somados atingem 135 mm, conforme demonstrado nas figuras abaixo O mês de abril apresentou valores anômalos acima da chuva mensal acumulada da normal climatológica (61-90) (Figura 98,99, 100 e 101).

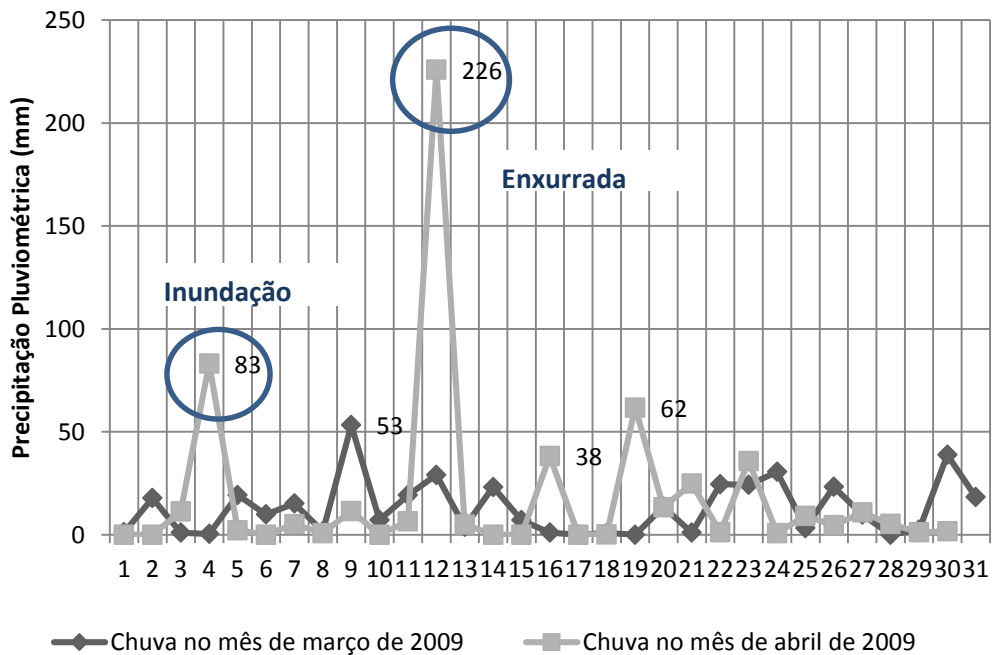
Os impactos decorrentes da inundação brusca e rápida oficiais apresentaram um número nunca atingido 500 pessoas desalojadas, 1154 desabrigados e 4853 pessoas afetados. Esses dados foram apresentados anteriormente inclusive a discordância entre dados oficiais e não oficiais.

Figura 98: Comparação entre os valores de chuva acumulada mensal e chuva acumulada mensal (normal climatológica 61-90) para o ano de 2009, evidencia anomalia do mês de abril, mês de registro da inundação brusca.



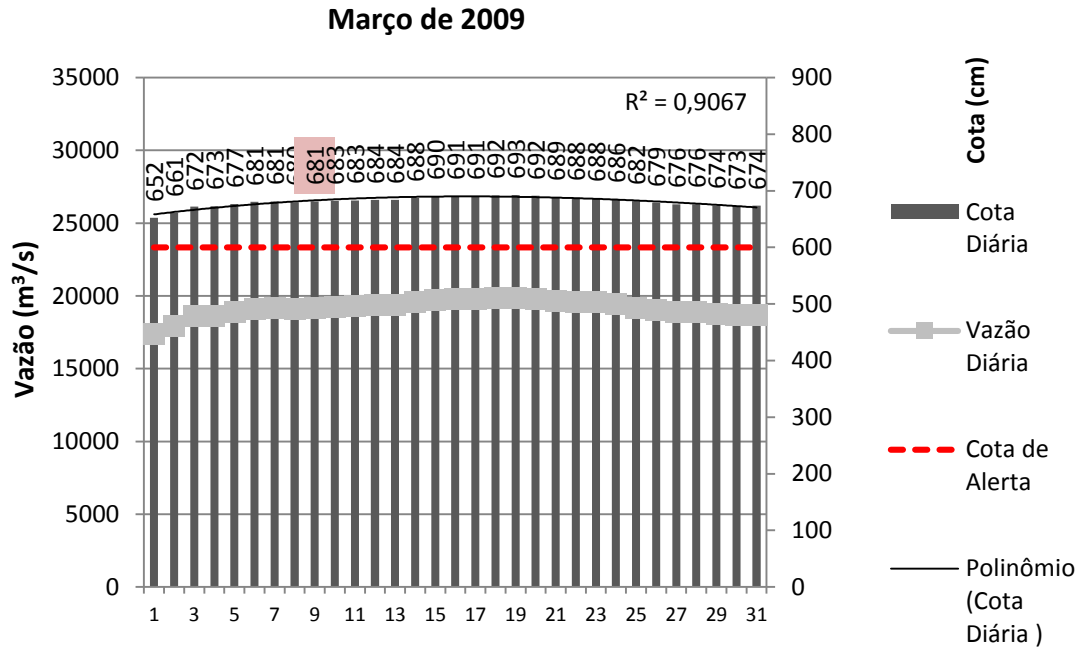
Fonte: INMET

Figura 99: Precipitação pluviométrica no ano de 2009 demonstrando extremos de chuva que atingiram 226 mm em abril.



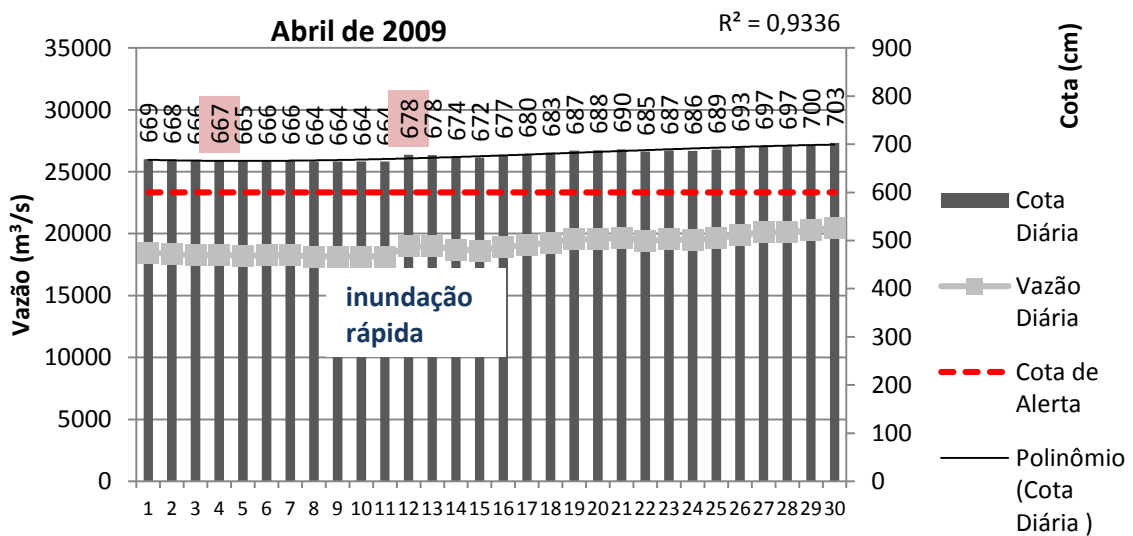
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 100: Cheia e inundação do Rio Xingu no mês de março de 2009, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15 000 m³/s e nível do rio pouco acima da cota de alerta e precipitações até 50 mm.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

Figura 101: Inundações graduais e rápidas em abril de 2009, na cidade de Altamira, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 15 000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações extrema de 226 mm.

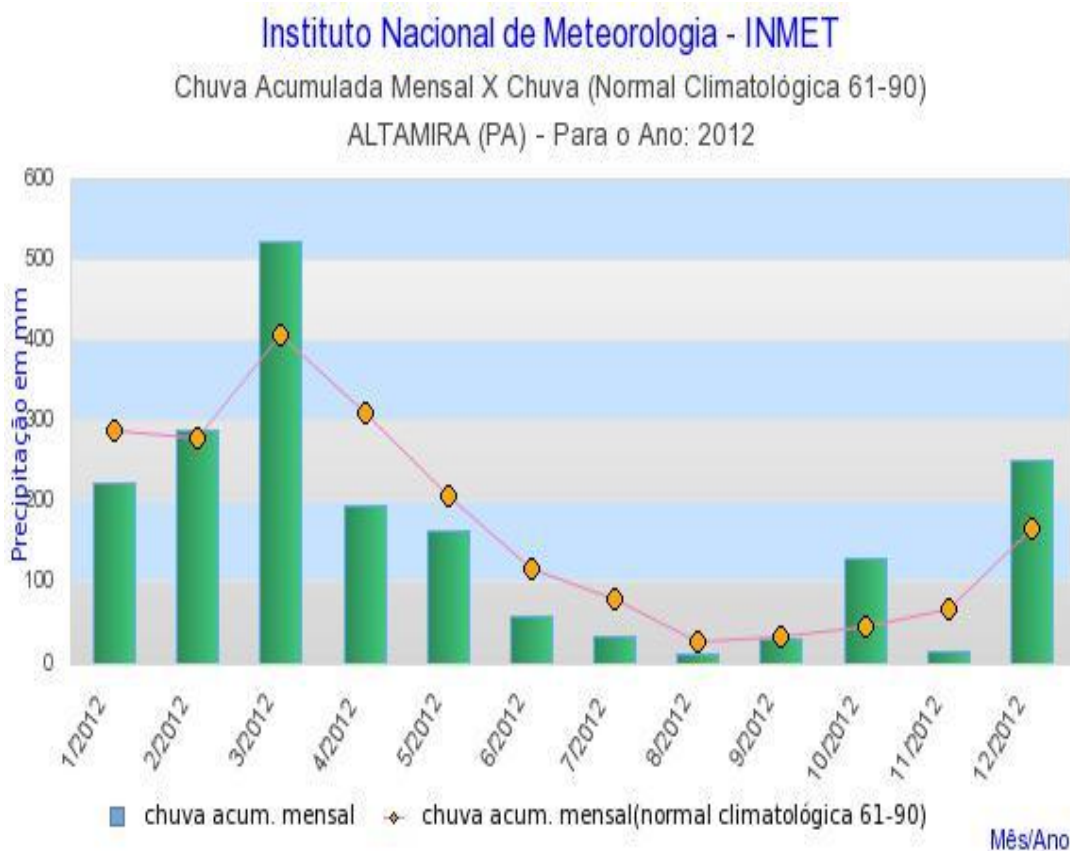


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

No ano de 2012 (El Niño- ODP negativa- OMA Positiva) a vazão no mês de março variou de 7783 a 13 560 a m³/s, e no mês de abril de 13 872 a 22542 m³/s. O nível do rio variou no mês de março de 699 a 735 cm, e no mês de abril de 591 a 735. Os pulsos de inundações nestes meses variam de 10 a 13 dias, sendo que o mês de abril observa-se um rebaixamento gradativo no nível do Rio Xingu.

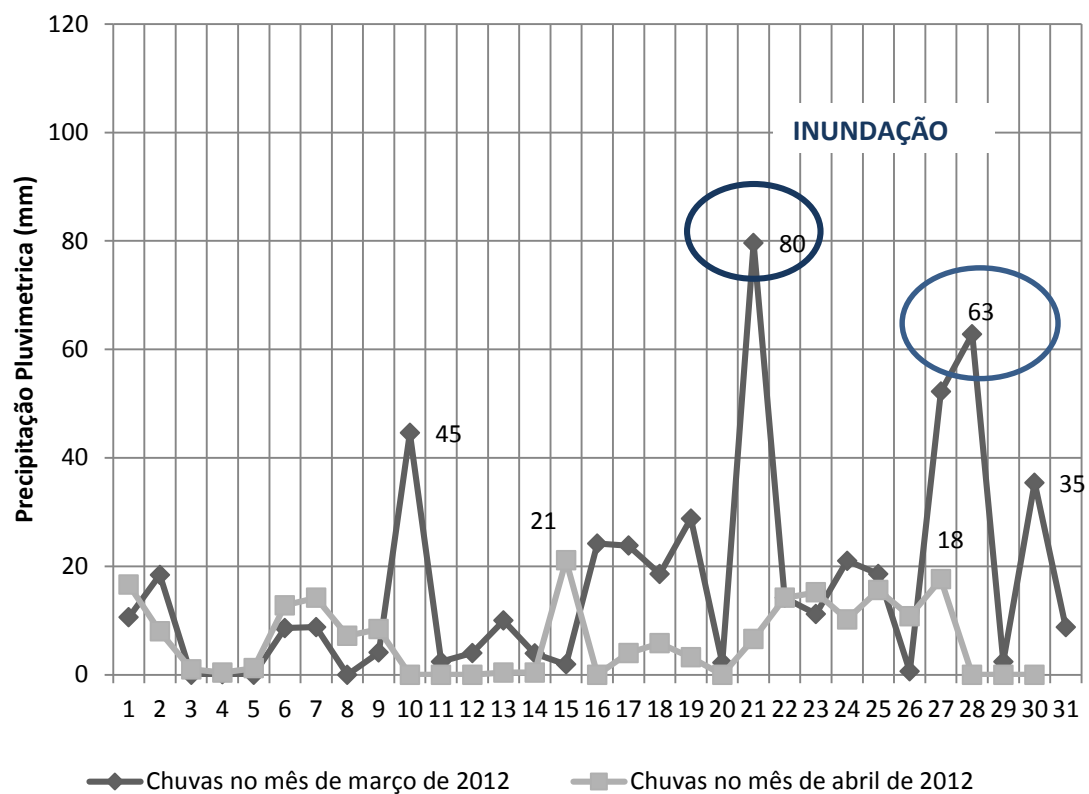
As precipitações locais foram representativas no mês março, atingindo extremo de 80 mm no dia 21 de março, no mês de abril os índices pluviométricos foram bem distribuídos com valores inferiores a 30 mm. Este ano é incluído como um ano marcado pela presença de inundação gradual pela Defesa Civil Estadual, 27 desalojados, 561 desabrigados e 593 afetados (Figura 102, 103, 104 e 105).

Figura 102: Chuva acumulada mensal no mês de março esteve acima da media climatológica (61 -90) em 2012, contribuindo com inundações na área urbana de Altamira.



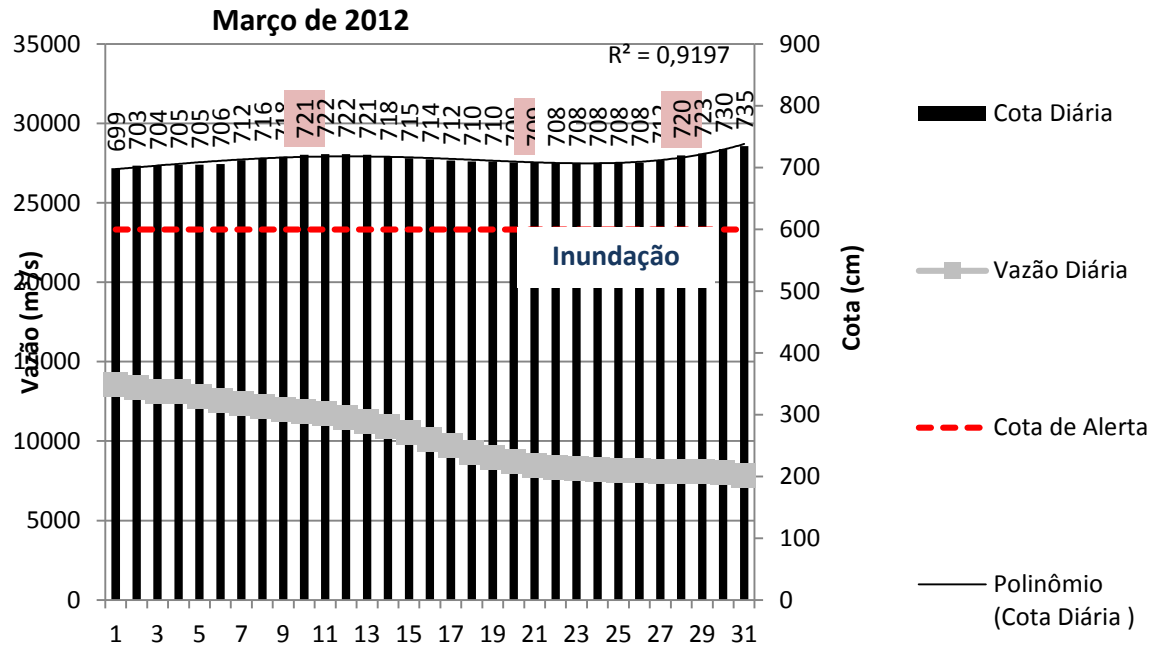
Fonte: INMET

Figura 103: Precipitação pluviométrica no ano de 2012 demonstrando maior intensidade nas chuvas no mês de março.



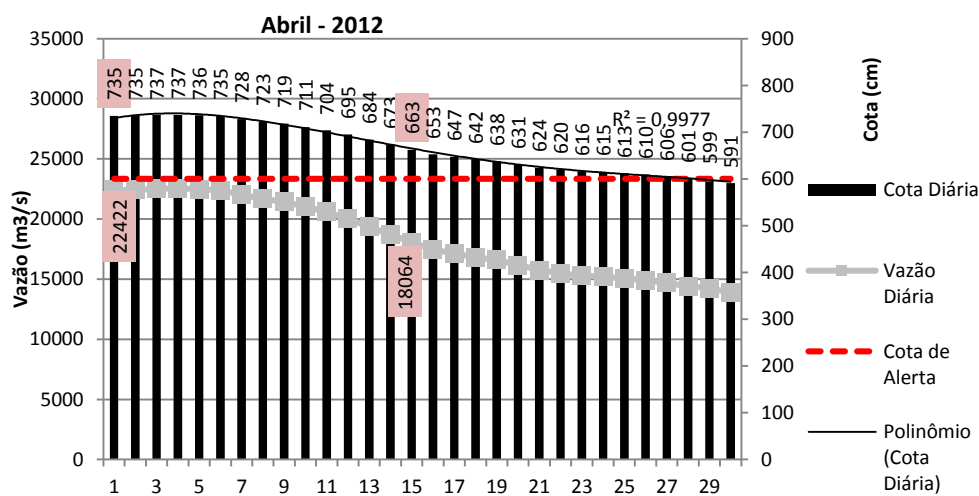
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET

Figura 104: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de março de 2012, demonstrando que o extravasamento do rio esteve relacionado à interação entre o volume de vazão acima de 8000 m³/s e nível do rio acima da cota de alerta e precipitações acima de 40 mm.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

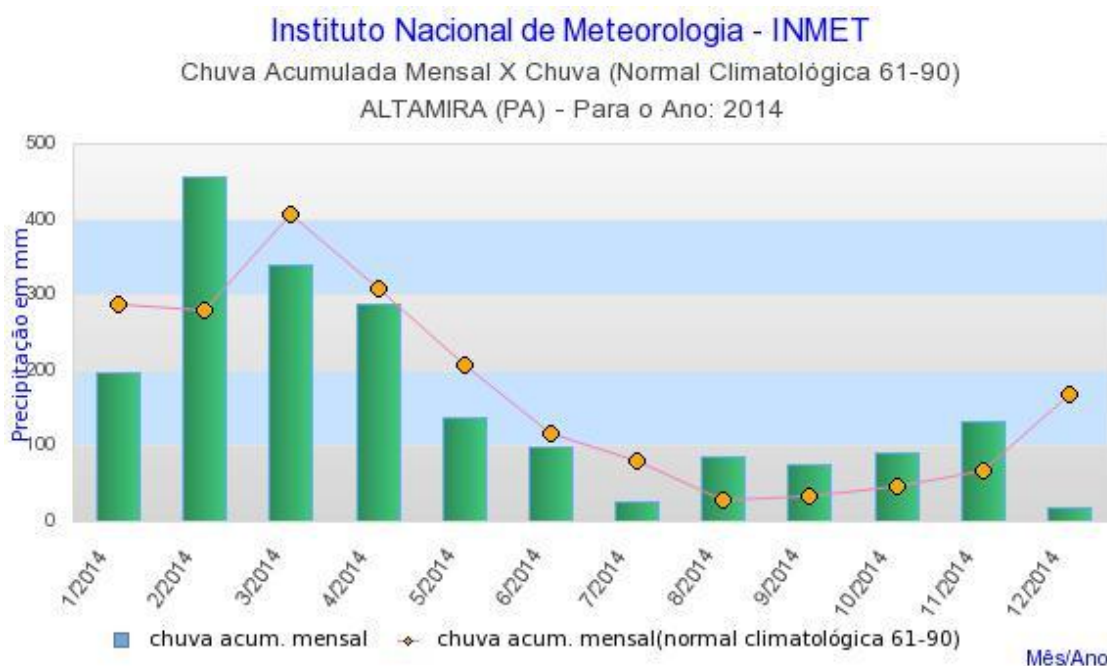
Figura 105: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2012, demonstrando que o extravasamento do rio esteve mais relacionado à ao volume de vazão acima de 10.000 m³/s e nível do rio pouco acima da cota de alerta.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

O ano de 2014 (*La Niña* – ODP negativa- OMA Positiva) merece atenção quanto à descrição das cheias e inundações do Rio Xingu pelo fato de tratar-se do primeiro ano efetivo de barramento do Rio Xingu, e as inundações agravarem-se desde o mês de fevereiro, com contribuição efetiva das precipitações locais (Figura 106 e 107) e em função da vazão crescente que praticamente dobrou até o final do mês de fevereiro variando de 10944 a 20483 m³/s. Durante o mês de março a vazão variou de 20682 a 28005 m³/s, e no mês de abril de 18695 a 24250 m³/s. O nível do rio apresentou-se acima da cota de alerta de meados de fevereiro até abril, em fevereiro variou de 534 a 703 cm, em março variou de 706 a 823 cm e em abril de 673 a 768 cm, com pulsos de inundações em torno de 10 dias consecutivos. O mês de abril caracterizou-se por um rebaixamento gradativo do nível das águas.

Figura 106: Precipitação pluviométrica mensal acima da média climatológica no mês de fevereiro.

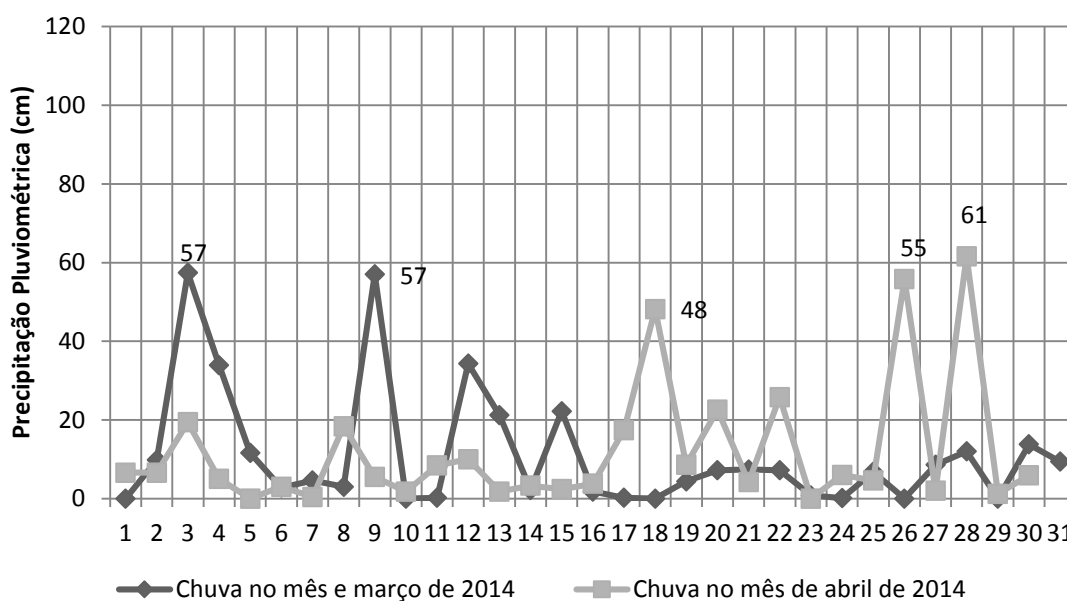


Fonte: INMET

De maneira geral, as vazões significativas acima de 10000 m³/s e com rio variando de 1 a 2 metros acima do nível de alerta, chuvas abaixo de 100 mm foram eficientes em influenciar nos fenômenos de inundação urbana desde o mês de fevereiro. Os dias identificados como extremos de inundação do rio Xingu foi dia 17 e 19 de fevereiro com

40 e 94 mm, no mês de março no dia 3,4, 9 e 12 com chuvas de 57, 34, 57 e 34 mm, e no mês de abril no dia 18, 26 e 28 com 48, 56 e 62 mm (Figura 108 e 109). Os relatos coletados em campo apontam o ano de 2014 inclusos entre as maiores inundações na área urbana e coadunam com o relatório emitido pela Defesa Civil Estadual com 942 desalojados, 2535 desabrigados e 6 706 afetados.

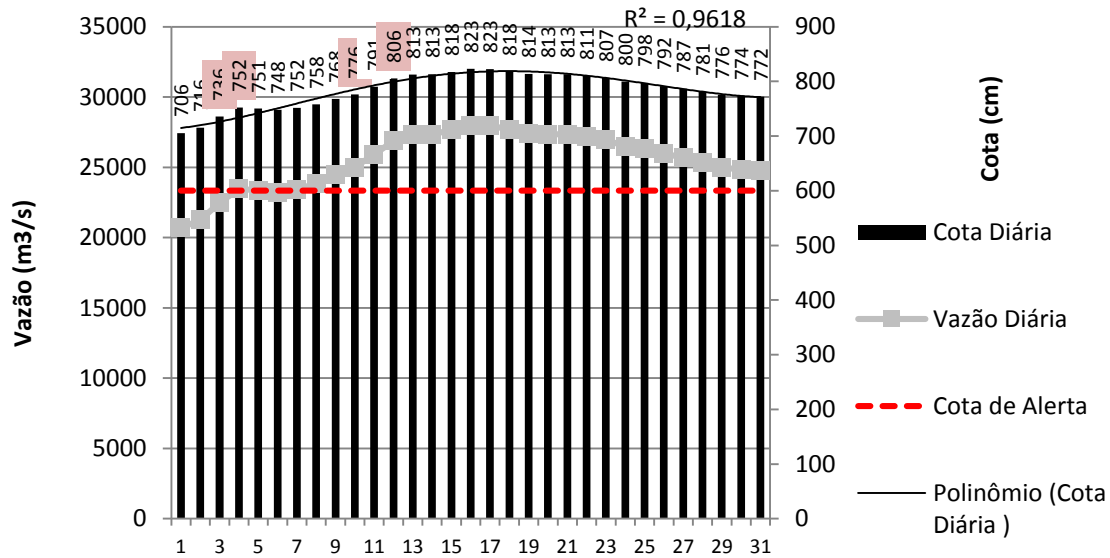
Figura 107: Precipitação pluviométrica nos meses de março e abril acima com índices próximos a 50 mm foram suficientes para acionar inundações urbanas.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados do INMET.

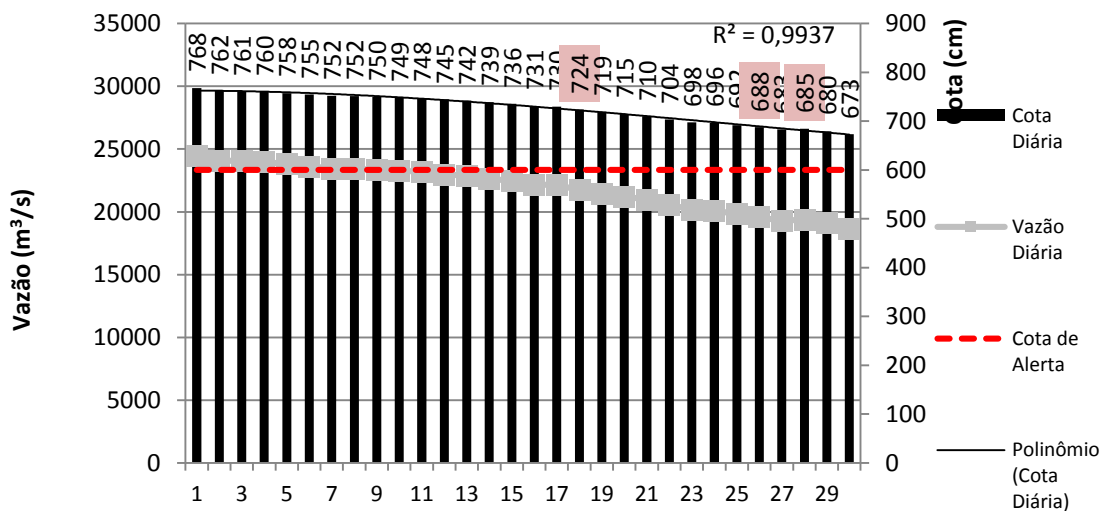
Durante esse ano foi realizado um trabalho de campo de reconhecimento da área de estudo, e foi possível identificar o rastro de destruição deixado pela cheia de 2014. De acordo com os relatos a capacidade de inundação do rio Xingu surpreendeu a população local, trazendo inúmeros prejuízos sendo comparada a enxurrada de 2009, conforme se observa no mês de março as condições ideais de inundação estão pré-dispostas vazões crescentes, pulso de inundação crescente e chuvas acima de 50 mm, potencializados com mais de 50% das obras de Belo Monte executadas dentre elas o barramento e mudança curso do Rio Xingu, que culminou com um rastro de destruição na área urbana de Altamira (Figura 110).

Figura 108: Cheia e inundação do Rio Xingu no mês de março de 2014, demonstrando que o extravasamento, não se deve apenas a vazão acima de 20000 m³/s, ao nível do rio acima do nível de alerta e as precipitações e as modificações na por obras de engenharia no curso de Rio Xingu.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

Figura 109: Cheia e Inundação do Rio Xingu no mês de abril de 2014, demonstrando que o extravasamento, não se deve apenas a vazão acima de 18 000 m³/s, ao nível do rio pouco acima do nível de alerta e, nem as precipitações, mas a modificações na por obras de engenharia no curso de Rio e a alterações no uso do solo na área urbana de Altamira.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ANA.

Os impactos em 2014 observados em campo foram inúmeros: a) invasão da água e lama em balneários construídos a beira do igarapé Ambé, b) Paralisação da atividade oleira pela elevação do nível da água que recobriu a planície do igarapé Panelas, c) perda de parte de residências localizadas a beira do igarapé panelas, levantando questionamentos sobre a validação da chamada cota 100 a cota de segurança.

Figura 110: Impactos da inundação gradual de 2014, comparados aos da enxurrada de 2009 na área urbana de Altamira: (a) Destruição de parte do Balneário São Francisco; (b) Demarcação da cota de inundação de 2014 pela Norte Energia no bairro colina em torno de 99 m; (c) Nível da inundação na olaria do igarapé Panelas; (d) Nível da água na enxurrada de 2009 no setor lagoa demarcado na parede da casa no setor lagoa.



Fonte: Pesquisa de campo (2014 e 2015).

Na figura 111 são espacializados as vazões máximas da serie histórica sendo possível observar as maiores vazões estão no primeiro período, década de 70 e meados da década de 80, precedido de período de vazões inferiores, e o ultimo em que se destaca os anos de 2004, 2006 e 2009.

Na tabela 12 é apresentada uma síntese das principais características dos anos com ocorrência de enchente e inundações em Altamira, as anomalias de temperatura dos oceanos Pacífico (PDA-ODP) e Atlântico (OMA- AMO), as variações de vazão, cota, a duração do pulso de subida do rio nos meses de março e abril, os dias de maiores precipitações e os registros históricos dessas inundações.

Essa síntese permitiu as seguintes considerações: os anos de *La Niña* foram propensos a ocorrência de inundações destacando-se os anos de 1974 e 1985, com antecipação do período chuvoso. Inseridos no primeiro período considerado mais úmido. Essas inundações assumem potencial areal, podendo alcançar setores mais distantes na área urbana de Altamira, principalmente quando coincide com picos de pulso de inundação, vazão próxima a 20000 m³/s, e cotas superiores a 6 metros, atingindo antigo leito excepcional, mesmo que já tenham sido aterrados. .

Franco et al. (2015) que concluiu que nos anos de *La Niña*, os valores fluviométricos ficam levemente acima da cota climatológica, sendo que se verifica a antecipação do pico máximo da cheia sazonal de abril para março, prosseguindo com o comportamento acima da média até agosto. O ano de 1985 merece especial atenção pelas precipitações acentuadas iniciadas desde janeiro e que até maio somaram e torno de 1872 mm. De acordo com conclusões apresentadas por Santos, Siqueira e Melo (2016) os modos da OMA (negativa) tendem a interferir no regime de precipitação sobre a América do Sul, provocando anomalias de precipitação assemelha-se ao observado na ODP e demonstrados nos trabalhos de Mantua et al. (1997) Molion (2005).

No segundo período destacaram-se os anos de 1989 e 1995, sendo esse período o menos úmido. O ano de 1989 é apresentado por Marengo et al.(2013) como um dos anos que apresentou as maiores enchentes na Amazônia, tratou-se de um ano de *La Niña* forte ODP negativa e OMA positiva tendo volume de precipitações elevadas, que se estende de janeiro a maio com volume total de 1827 mm, as principais causas dessas enchentes foram o evento *La Niña* e águas anormalmente quentes do oceano Atlântico Tropical Sul (MARENGO et al. 2013a; 2013b), que ocasionaram grandes inundações.

No último período, destacaram-se os anos de 2009 e 2014. Em 2009 aconteceu à primeira inundação brusca denominada em Altamira este ano foi um ano de *El Niño* Fraco, ODP Negativa e OMA Positiva. Os principais eventos responsáveis pelas chuvas foram à configuração de um evento de *La Niña*, no final de 2008, no Pacífico Equatorial, e águas anormalmente quentes do oceano Atlântico Sul (Figura 112).

A diferença de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), que se estabeleceu entre o norte e sul do Atlântico Tropical durante os meses de janeiro a maio de 2009, foram responsável pelo estacionamento da *Zona de Convergência Intertropical* (ZCIT) por maior período de tempo no sul em comparação com sua posição normal. Esse fenômeno foi responsável pelo aumento das chuvas acima do normal, principalmente nas

regiões oeste e leste da bacia Amazônica, no período de janeiro a abril (VALE *et al.*, 2011; SENA *et al* 2012).

A estrutura norte-sul das anomalias de TSM e dos ventos observados no Atlântico é conhecida como o dipolo ou gradiente do Atlântico Tropical. Este padrão dipolo no Atlântico Tropical propicia a ocorrência de gradientes meridionais de anomalias de TSM, os quais afetam, sobremaneira, a posição latitudinal da ZCIT, modulando a distribuição sazonal da precipitação pluviométrica sobre o Atlântico Equatorial, na parte norte do Nordeste do Brasil até a parte central da Amazônia. Nesta situação se observa, concomitantemente, uma pressão no nível do mar (PNM) mais baixa do que a média sobre o Atlântico Sul e mais alta do que a média sobre o Atlântico Norte; os alísios de sudeste mais fracos do que a média e os alísios de nordeste mais intensos do que a média (MARENGO *et. al* 2011).

As temperaturas da superfície do Atlântico Equatorial (TSM), na faixa da costa do Brasil até a África, faz com que o transporte de umidade em altos níveis (200 hPa) chegasse a região amazônica, provocando chuvas excessivas (ARRAUT e NOBRE, 2008). No caso específico de Altamira, esse fenômeno afeta a volume de chuvas locais que incidem sobre a região e contribuem com enchentes nos igarapés, que compõem sub-bacias mais curtas do Rio Xingu, cuja água escoar rapidamente para o canal principal, provocando inundações na área urbana. Entretanto, ressalta-se que as cheias do Xingu estão relacionadas a chuvas nas regiões de cabeceira no Mato Grosso demonstrando a complexidade do objeto de estudo, com componentes multiescalares que se relacionam.

Tabela 12: Resumo das principais características climatológicas, hidrológicas, fluviométricas e históricas dos anos com ocorrência de Cheias e Inundações no Rio Xingu no trecho próximo a área urbana de Altamira, Pará.

Anos de inundação	Março (°C)		Abril (°C)		Vazão Min-Max – Março (m³/s)	Vazão Min-Max abril (m³/s)	Cota Min-Max – Março (cm)	Cota Min-Max Abril (cm)	Nº Dias de Pulso	Dias de Inundação da área Urbana		Dia e volume (mm) da maior chuva		Tipo de inundação	Impactos socioeconômicos
	ODP	OMA	ODP	OMA						Mar	Abr	Mar	Abr		
1974- La Niña	-0,90	-0,039	-0,52	-0,51	17073 - 28980	25250 - 30160	646 - 838	780 - 855	5, 7 até 13	4, 6, 11, e 24	10, 20, 28, 29 e 30	24-100 mm	29-79 mm	Gradual	Paralisação da olaria e safra de arroz e interdição de vias.
1978 –El Niño	1,34	-0,153	1,29	-0,190	20516 - 28655	25378 - 19837-	584 - 639	591 - 621	15, 4	6,16 e 27	23	16-86 mm		Gradual	Sem referencia escrita
1982 –El Niño	0,19	-0,069	-0,19	-0,171	23466 - 31210	21358 - 23155	752 - 870	747 - 717	23, 5, 8	1 a 13	2	7 - 59 mm		Gradual	Sem referência escrita
1985 – La Niña (+ ODP e – OMA)	0,57	-0,345	0,19	-0,389	23529 - 26338	21580 - 23907	755 - 797	721 - 759	6 e 19	19, 20 e 22	1 e 27	22-117 mm		Gradual	Intrafegabilidade de rodovias, enchentes, alagamentos e miséria.
1989- La Niña	-0,83	-0,245	-0,32	-0,282	17373 - 23403	17613 - 23970	651 - 751	655 - 760	30 e 5	7,11, 21, e 27	4,7, 25 e 27	21 - 61 mm	7-73 mm	Gradual	Sem referência

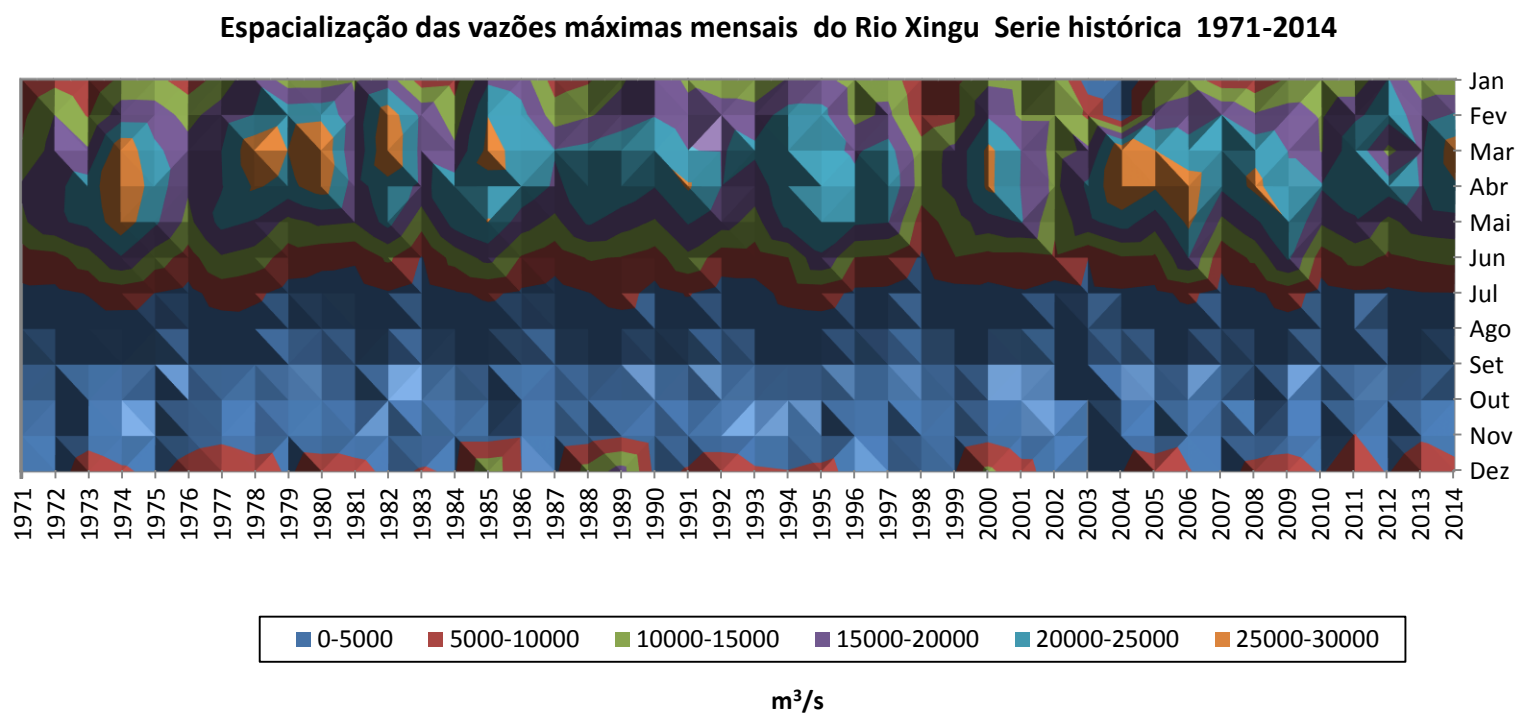
Continuação...

1995- La Niña	0,75	0,021	0,83	0,081	19 597 - 21 250	18 755 - 23 466	689 - 715	674 - 752	26	14 e 18	10 e 17	18-144 mm	10-100 mm	Gradual	Sem referência
2004- El Niño	0,163	0,163	0,57	0,113	27 042 - 29 460	23031 - 30320	806 - 845	745 - 836	7, 9, 10,	15, 27 e 28	14,25 e 27	28 - 70 mm	27- 33 mm	Gradual	Defesa Civil Estadual
2006 - El Niño	0,05	0,066	0,40	0,203	17734 - 22121	21.760 - 27 298	665 - 726	665 - 726	8, 19 e 21	18 e 29	7, 12, 20 e 23	18- 64 mm	20- 103 mm	Gradual	Defesa Civil Estadual
2007- El Niño	-0,36	0,133	0,16	0,165	20138 - 21466	14080 - 20913	697 - 719	595 - 709	5 e 8,	11, 15 e 20	11 e 22	20- 71 mm	11- 71 mm	Gradual	Defesa Civil Estadual
2009- El Niño	-1,59	-0,154	-1,65	-0,125	17433 - 19867	18 154 -- 20 483	632 - 692	664 - 703	7,13 e 17	9 e 25	12, 20	25- 143 mm	12- 226 mm	Gradual e Rápida	Defesa Civil Estadual
2012- El Niño	-1,05	0,032	-0,27	0,086	7783 - 13 560	13 872 - 22542	699 - 735	591 - 735	12 e 14	10, 19, 21, 28 e 39	1, 15 e 27	28 - 63 mm	15 - 21 mm	Gradual	Defesa Civil Estadual
2014- La Niña	0,97	-0,075	1,13	-0,086	20682 - 28005	18695 - 24250	706 - 823	673 - 768	11	3 , 4, 9 e 12	18,26 e 28	9- 57 mm	28 - 62 mm	Gradual	Defesa Civil Estadual

Fonte: AMO (OMA) Disponível em: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/timeseries/AMO>

Dados de PDO (ODP) Disponível: ftp://ftp.atmos.washington.edu/mantua/pnw_impacts/INDICES/PDO.latest and <http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest.txt>

Figura 111: Espacialização das vazões máximas diárias evidencia as maiores vazões nos meses de março e abril, concentradas no primeiro período nos anos de 1974, 1978, 1982, 1985, no segundo período o ano de 1989 e no ultimo período destacam-se os anos de 2004, 2006, 2009 com vazões de 3000 m³/s.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da ANA

Figura 112: Anomalias de temperatura no Oceano Pacífico e no Oceano Atlântico.

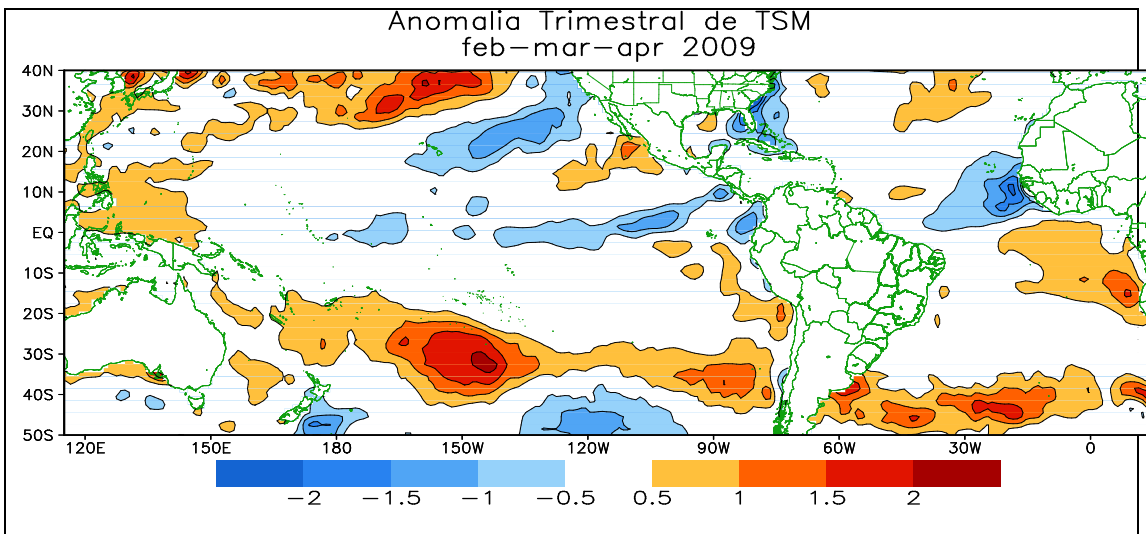


Figura 112a– Anomalia de temperatura da superfície do mar (TSM) para o trimestre fevereiro-março-abril (feb-mar-apr) de 2009. A intensidade das anomalias de TSM é em °C. Cores laranja-vermelho indicam águas mais quentes do que o normal, enquanto que cores em azul indicam águas mais frias do que o normal. Dados: NCEP¹⁵⁹.

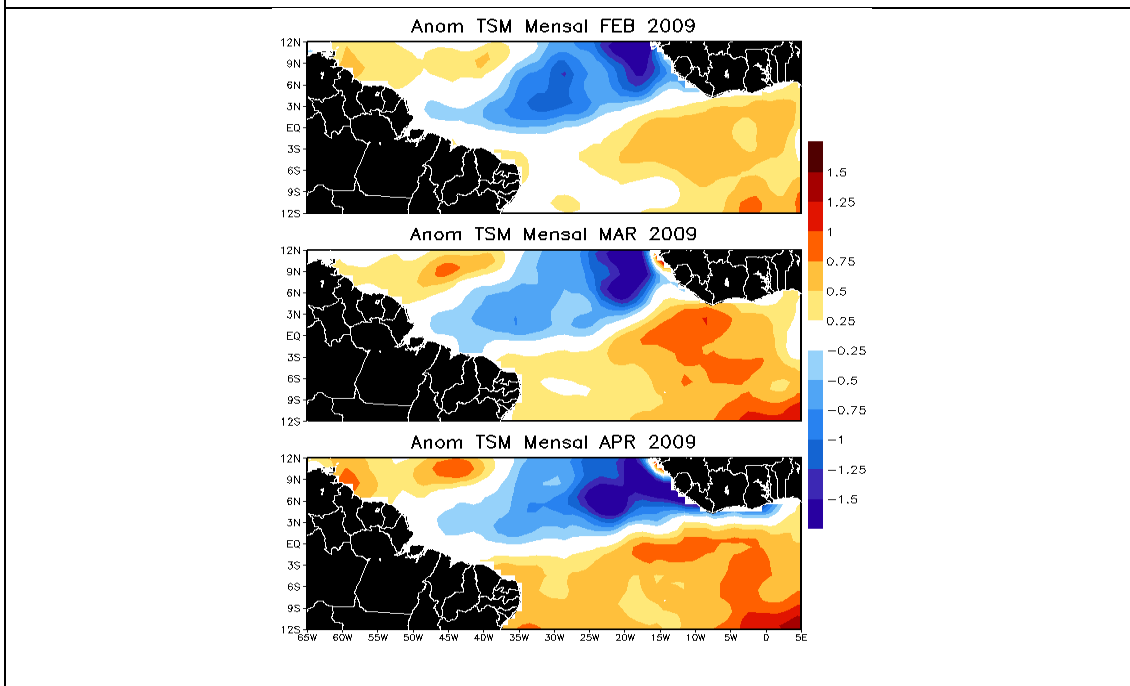


Figura 112b– Anomalia de TSM mensal observada sobre o Oceano Atlântico nos meses de fevereiro (FEB), março (MAR) e abril (APR). A intensidade das anomalias de TSM é em °C. Cores laranja-vermelho indicam águas mais quentes do que o normal, enquanto que cores em azul indicam águas mais frias do que o normal.

¹⁵⁹ National Centers for Environmental Prediction cedida pelo SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia) e SEMAS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade).

Portanto, cabe na discussão sobre inundações em Altamira fortalecer o seguinte aspecto O rio Xingu apresenta pulso de inundação previsível, monomodal, com amplitude alta, porque apresenta amplitudes médias máximas acima de 4m conforme propõem a classificação de Cunha, Piedade e Junk, (2015), apresenta ordem superior a 5ª (Quinta ordem), com curva de fluxo básico (“base-flow), mostra um padrão monomodal marcada com fase de enchente/cheia e outra de vazante/seca.

Por lado, os três igarapés analisados Altamira, Ambé e Pannels apresentam pulso de inundação imprevisível, pois estão relacionados à precipitação local, com frequência polimodal e amplitude bastante variável. Os pequenos igarapés apresentam dinâmicas próprias e interagem com o rio Xingu, em um princípio na complexidade conhecido como *aninhamento hierárquico*.

Em função da menor área das respectivas três sub – bacias, o nível da água desses igarapés é fortemente afetado por chuvas locais. Pulsos de curta duração não previsíveis ocorrem, principalmente, na época chuvosa durante ou logo após chuvas intensas. Na Amazônia, os impactos dos pulsos de inundação nas áreas urbanas são pouco estudados e correspondem a inundações bruscas ou rápidas como ocorreu em 2009 em Altamira.

Desta forma, podemos inferir que existem pré-requisitos básicos para ocorrência de inundações: Vazões acima 15.000 m³/ s, cotas acima de 6 metros, pulsos de inundação em picos crescentes e chuvas locais (regidas por eventos da grande escala -ENOS, ODP e OMA) que acionam inundações com proporções areais, sempre as grandes inundações na área urbana estão relacionados a estes quatro elementos. Portanto, são resultados da inter-relação de pulso monomodal (Escala Regional) do Rio Xingu e pulsos polimodais (Escala local) de seus pequenos afluentes (Quadro 27).

O estudo isolado das vazões do Rio Xingu, as cotas atingidas não são suficientes para compreender o fenômeno das inundações. Assim, no penúltimo tópico trata-se da morfometria das sub-bacias desses igarapés, do uso dos solos e dos desníveis no relevo.

Quadro 27: Tipos de pulsos de inundação na área urbana de Altamira, Pará.

Rio e Igarapés	Previsibilidade	Frequência	Amplitude	Tipo de área afetada
Rio Xingu	Previsível	Monomodal	Alta	Planície de inundação a margem esquerda na área urbana de Altamira
Igarapé Altamira	Imprevisível	Polimodal	Variável	Planície de inundação as margens do igarapé Altamira na área urbana de Altamira
Igarapé Ambé	Imprevisível	Polimodal	Variável	Planície de inundação as margens do igarapé Ambé na área urbana de Altamira
Igarapé Panelas	Imprevisível	Polimodal	Variável	Planície de inundação as margens do igarapé Panelas na área urbana de Altamira

Fonte: Elaborado pela Autora

4.3 – A Morfometria das sub bacias: Ambé, Altamira e Panelas.

No subitem anterior, foram apresentados três elementos fundamentais na compreensão das inundações: vazões, a cota do rio e influencia das precipitações. Nesta análise morfométrica são abordados aspectos geométricos dessas bacias, referentes à forma, comprimento, arranjo estrutural e rede de canais.

Os canais principais das sub – bacias Ambé, Altamira e Panelas são denominados regionalmente como igarapés, pois apresentam diferença na largura do canal em relação ao rio principal, sendo estes mais estreitos em relação aos rios, a taxa de luminosidade que incide sobre as águas que é menor que o Rio Xingu, atravessam áreas sombreadas pelo dossel das matas por essa condição apresentam coloração de suas águas Pretas que correspondem a água marrom de café (SIOLI, 1951; AB SABER, 2003) (Figura 113).

Figura 113: Imagens dos três igarapés que cortam a área urbana de Altamira: (a) Igarapé Altamira atravessando bairro Açaizal; (b) Igarapé Panelas com águas carregadas de sedimentos no período chuvoso e com elevado potencial de erosão das margens; (c) Igarapé Ambé que atravessa a BR-230 – Transamazônica e, (d) Rio Xingu próximo a área portuária.



Fonte: Pesquisa de campo (2015)

Na área de estudo por um longo tempo esses igarapés além de funcionarem como vias de deslocamento fluvial, os igarapés foram utilizados local de moradia, lugar de lazer, pesca de peixes, consumo da água e exploração de argila.

Esses igarapés dão origem a sub-bacias do Rio Xingu. Quanto ao escoamento geral da drenagem são consideradas exorreicas, pois suas águas apresentam como destino final o Rio Xingu e Oceano Atlântico, apesar da existência de drenagem forte influencia subsuperficial – criptorreica, que integra cavernas, lagoas, rios subterrâneos e rio Xingu, que serão discutidos posteriormente.

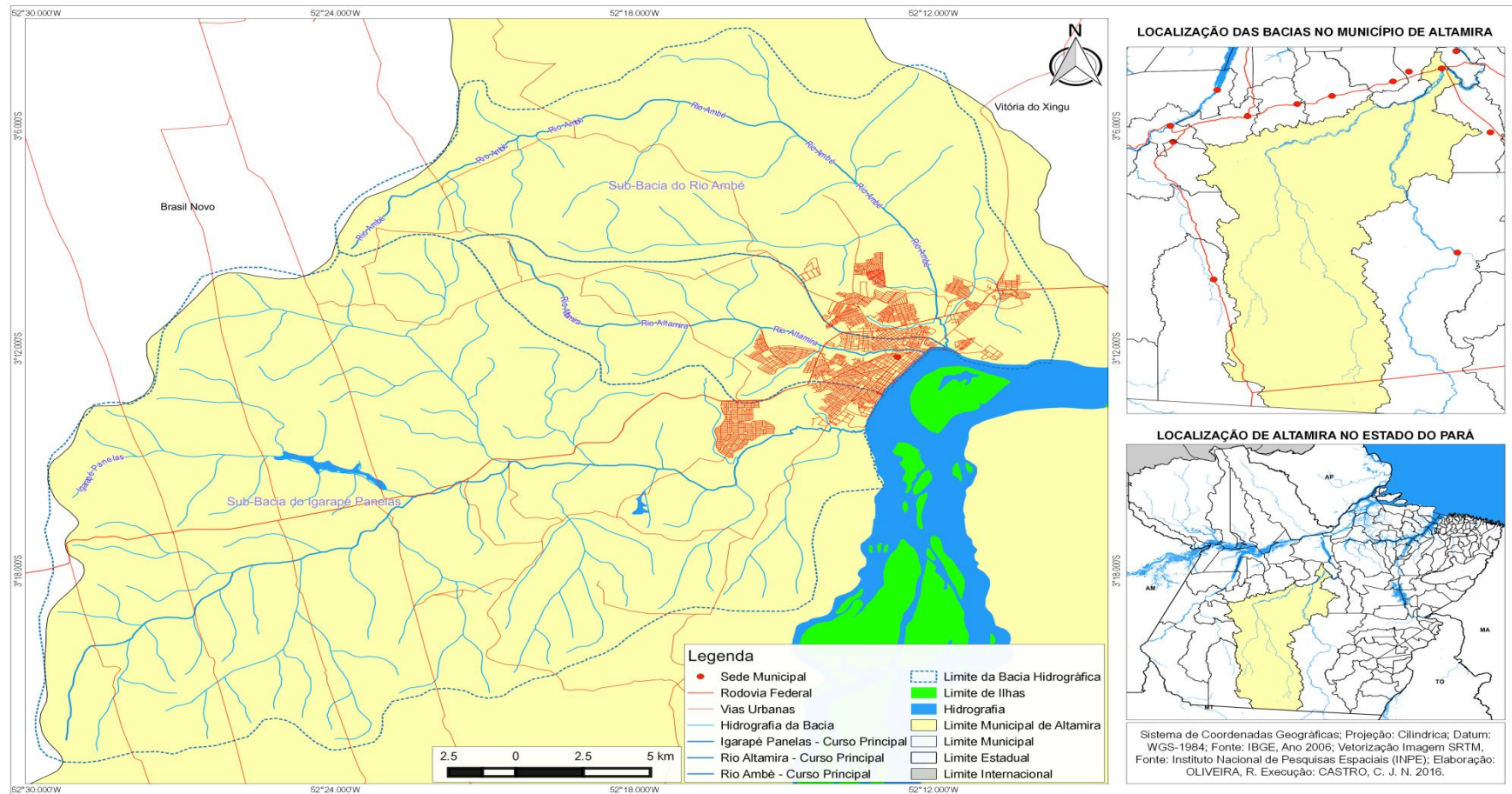
Os arranjos gerais de suas redes de drenagem apresentam um padrão subdendrítico demonstrando assim o principal agente controlador é o declive, entretanto, destaque o controle estrutural da drenagem pela presença de canal encaixado a montante e planícies espraiadas a jusante, trechos retilíneos, formas em cotovelo e em arco no médio e alto curso (Figura 114).

De forma geral, a tectônica apresenta-se como um importante fator no arranjo da drenagem existe lineamentos de primeira ordem (PERICO, 2010; p.46) na Formação Penetecaua que coincidem com as linhas dos canais principais dos três igarapés podendo representar um controle estrutural na mesma. Assim como, algumas formas anômalas arco e cotovelo, que na bacia do igarapé são bem expressivos.

No que se refere à hierarquia fluvial a mesma foi definida de acordo com a metodologia de Arthur N. Strahler (1952) o igarapé Pannels apresentou o maior nível hierárquico sendo considerado um canal de 4ª ordem (Quarta), o igarapé Ambé de 3ª (Terceira) e o igarapé Ambé de 2ª ordem (segunda).

Os canais de segunda ordem, como o igarapé Altamira, indicando pequena ramificação, surgem da confluência de dois canais de primeira ordem (nascentes), e apenas recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. Esta ordenação é importante porque o rio principal pode apresentar um numero de ordem variável ao longo do curso, ou seja, apresenta na pratica os setores em que a descarga tenderá a um acréscimo, portanto, sendo vulnerável a inundações em determinados setores.

Figura 114: Mapa das sub - bacias de drenagem dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas.



A maior área drenada é da sub – bacia do igarapé Panelas com aproximadamente 530 km², seguido da área drenada pelo igarapé Ambé com aproximadamente 230 km², e drenando a menor área o igarapé Altamira com aproximadamente 75 km². Entretanto, apesar da bacia do igarapé Altamira apresentar menor área drenada apresenta porção considerável da área urbana, sendo caracterizada por uma ocupação de fins residencial comercial. Outro aspecto relevante que parte considerável da área de cabeceira que era destinada a uso rural, desde 2011 passaram por transformações para implantação de novos loteamentos privados e de reassentamentos urbanos, tendo parcela reduzida de áreas agricultáveis e de preservação permanente, conforme se observa no mapa de uso do solo (Figura 115). De acordo com o mapa de uso e ocupação das terras as manchas com Floresta densa já foram bastante reduzidas, predominam áreas com pastagens na zona rural.

Nas três sub – bacias a densidade de drenagem de um modo geral foi baixa. De acordo Villela e Mattos (1975), bacias com valores 0,5 km/km², apresentam drenagem pobre. A sub-bacia do igarapé Panelas apresenta densidade de drenagem de 0,69 km/km², por fim, sub bacia do igarapé Altamira 0,58 km/km², e para a sub-bacia do igarapé Ambé 0,56 km / km².

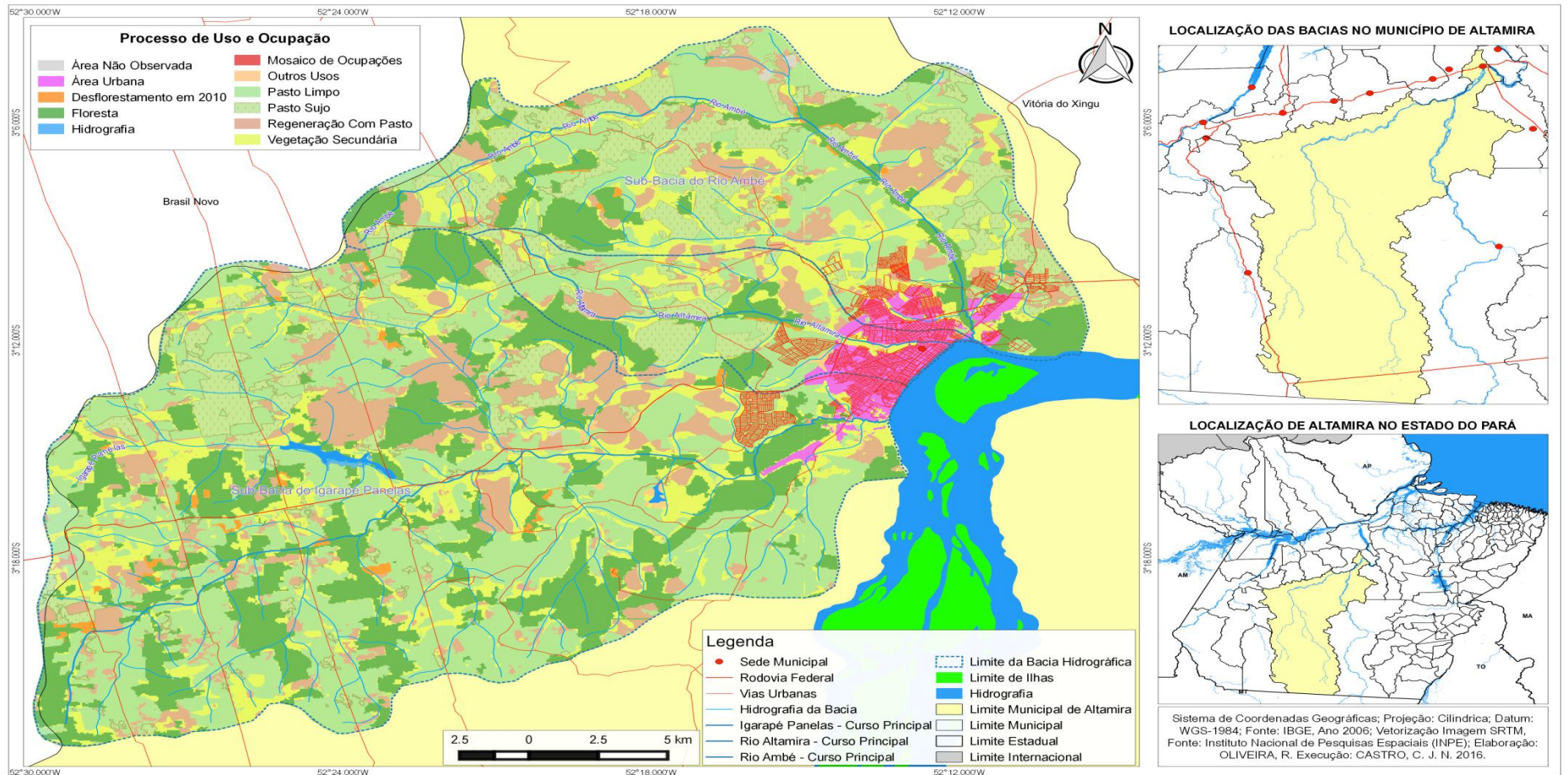
As sub – bacias que atravessam a área urbana de Altamira apresentam baixa densidade de drenagem, que pode ser explicada pela presença de substrato geológico e cobertura pedológica regional. Geologicamente, essas sub – bacias apresentam certa complexidade abrangem setor da bacia sedimentar do Amazonas com presença predominante das Formações Alter do Chão (Cretáceo) e Formação Penetecaua (Triássico), além Formação Erere e Maecuru e Grupo Curuá (Devoniano).

A Formação Alter do chão é constituída por sedimentos arenosos, laterizados, recobrando as unidades litológicas mais antigas. Por serem constituídos por sedimentos altamente permeáveis apresenta-se extremamente vulnerável a instalação de ravinas e voçorocas¹⁶⁰ (SOUZA, 2013; OLIVEIRA e SOUZA¹⁶¹, 2016).

¹⁶⁰SOUZA, G. M. V. da S. Feições erosivas como evidência da evolução de voçoroca: estudo de caso Fazenda Peixoto, Brasil Novo-Pa. 2013. (Trabalho de Conclusão de Curso). 58p.

¹⁶¹ OLIVEIRA, R.D de; SOUZA, G. M. V. da S. Impactos socioambientais provocados pelo avanço da pecuária em áreas de Formação Alter do Chão, Município de Brasil Novo, Sudoeste do Estado do Pará. II Simpósio de Geografia Agrária – Os nós da Geografia Agrária na Amazônia: Diversidade, Disputas e Resistências. 2016. 11p.

Figura 115: Mapa de uso e ocupação das Terras da bacia de drenagem dos igarapés Ambé, Altamira e Panelas.



A sua alteração Diabásio negro-esverdeado, maciço, homogêneo e muito denso resulta em argilas siltosas vermelhas que originam solos férteis como os Nitossolos Vermelho (FALESI¹⁶², 1972; PARRY *et al.* 2012) onde se localizam os bairros Jardim Ipê, Jardim Altamira, Jardim Oriente e o Bela Vista, os novos bairros Reassentamos Urbanos Coletivos Jatobá, Laranjeiras e outros. As áreas de transição na paisagem que correspondem às encostas compreendem as unidades Argissolos Vermelho Amarelo e Latossolos Amarelo os bairros Ibiza, Brasília e Nova Altamira.

O igarapé Panelas destacou-se pelo maior comprimento do canal principal com aproximadamente 42 km, seguindo do igarapé Ambé com aproximadamente 34 km, e por fim o igarapé Altamira com aproximadamente 19 km. A sub-bacia do igarapé Panelas apresentou maior comprimento total dos canais com aproximadamente 367 km, a sub – bacia do igarapé Ambé apresenta um comprimento total dos canais aproximadamente 129 km, e a sub – bacia do igarapé Altamira apresenta um comprimento total dos canais de 44 km.

O índice de sinuosidade três canais principais concentrou-se entre 1 e 2 apresentando formas transicionais entre canais retilíneos e meandantes, assim o igarapé Ambé apresentou 1,47 seguido do igarapé Panelas 1.24 e com o menor índice o igarapé Altamira com 1.14.

A forma da bacia foi avaliada utilizando o índice de circularidade que foram inferiores a um (1) nas três sub- bacias, ratificando que quanto mais próximo deste valor mais próximo da forma circular. Na sub-bacia do igarapé Panelas o índice circularidade é de 0,48, seguindo da bacia do igarapé Altamira 0,44, e a do igarapé Ambé em torno de 0,36. A forma geométrica dessas sub-bacias sugere condições naturais baixas a medias de sofrerem inundações, em condições normais de precipitação pluviométrica.

Esse fato é corroborado pela interpretação do coeficiente de compacidade (Kc), que foram inferiores a 2 (dois). Na bacia do igarapé Altamira esse valor é de 1,47 para o igarapé Ambé 1, 45 e na bacia do igarapé Panelas igual a 1,26. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia hidrográfica circular. Para uma bacia

¹⁶² FALESI, I. C. **Solos da Rodovia Transamazônica**. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte. n^o 55.

alongada seu valor é significativamente superior à unidade (VILLELA e MATTOS, 1975) (Tabela 13).

A amplitude topográfica das três sub-bacias é bastante variável. A sub – bacia Pannels a variação foi maior em torno de 214 m, seguida pela amplitude topográfica da bacia do igarapé Altamira com 108 m apesar de se tratar de uma bacia com área inferior as demais bacias analisadas, e 106 na sub – bacia do igarapé Ambé. Essas diferenças Altimétricas influenciaram a ocupação da histórica do núcleo urbano de Altamira que se instalou na planície e terraços fluviais do Rio Xingu com cotas até 120 metros, com bairros consolidados como Catedral, Centro, Esplanada do Xingu e Premen.

As cotas acima de 130 metros foram ocupadas mais tardiamente, que envolvem dificuldades de deslocamento, custos na instalação das residências aplainamento do terreno, abertura de poços individuais nas residências etc. Desta maneira surgem bairros em áreas de transição como entre Planície e Planaltos como o bairro Brasília, Ibiza, Sudam II que geralmente correspondiam a antigas fazendas que estavam no entorno do núcleo urbano.

Por meio de observações empíricas nas três sub-bacias podem ser consideradas como de pequeno e médio porte, aumentando a possibilidade das chuvas recobrirem boa parte das extensões da bacia. Outro aspecto, importante a ser analisado diz respeito, a cobertura vegetal e uso do solo dessas sub - bacias, duração das chuvas durante o período chuvoso na região, permeabilidade dos solos e interação de diferentes pulsos de inundações do Xingu e das sub-bacias.

A análise morfométrica das três sub – bacias do Rio Xingu demonstrou que a probabilidade de inundações a partir dos índices obtidos por meio de cálculos de variáveis lineares, areais forneceram indicadores baixos a médios da possibilidade de ocorrerem inundações nesta bacia em função da geometria, apresentam formas mais alongadas que pode ser observada na análise visual do mapa de drenagem das três, pela baixa densidade de drenagem, pelo índice de circularidade inferior a 1, baixa sinuosidade dos canais é inferior a 1,5 que não o qualificaria como um canal meadrante típico, sendo evidente um padrão arborescente que os enquadram com um padrão dendrítico. A morfometria das três sub-bacias Altamira, Ambé e Pannels é representada pelas características e índices apresentados sumarizados na tabela 13.

Tabela 13: Características morfométricas das sub-bacias do igarapé Altamira, Ambé e Panelas.

Sistema de Drenagem	Unidade	Sub-bacias		
		Altamira	Ambé	Panelas
Ordem do rio principal	-	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Padrão de drenagem	-	Subdendrítico	Subdendrítico	Subdendrítico
Densidade de drenagem	km/km ²	0,58	0,56	0,69
Sinuosidade do curso	km/km	1.14	1.47	1.24
Comprimento do canal principal	Km	19, 024	33, 684	41, 737
Comprimento total dos canais	Km	44, 293	128, 902	367, 021
Comprimento da nascente a foz	Km	16, 566	22, 827	33, 532
Área de drenagem				
Área da sub-bacia	Km ²	75, 652	230, 347	529, 984
Perímetro da bacia	Km	45, 859	78, 567	104, 321
Relevo das sub-bacias				
Altitude mínima	m	92	98	96
Altitude máxima	m	200	204	310
Amplitude Altimétrica	m	108	106	214
Forma das sub-bacias				
Índice de circularidade (Ic)	-	0,44	0,36	0,48
Coefficiente de compacidade (Kc)	-	1, 47	1,45	1,26
Fator forma	-	0,27	0,44	0,47

Fonte: Dados produzidos pela autora a partir da análise morfometria das sub bacias.

Quanto aspectos h ipsométricos, a declividade é um elemento importante de controle da velocidade do escoamento canalizado, uma vez que a amplitude altimétrica nas três sub-bacias é superior a 100 m, apesar das mesmas não apresentarem área de drenagem inferior a 550 km². Em pontos coletados ao longo do curso do igarapé Ambé é possível averiguar variação altimétrica na tabela 14 e na figura 116 e 117.

Tabela 14: Variação altimétrica e da declividade na sub-bacia do igarapé Ambé.

Pontos	Distância á nascente (m)	Altitude (m)	Declividade (%)
1°	0	168	2,6
2°	2.045,2	157	4,0
3°	2.266,7	150	1,3
4°	3.461,5	151	3,6
6°	6.355,5	150	4,2
7°	15.953,2	118	6,9
9°	21.635,9	97	0

Fonte: Pontos coletados em GPS pelos autores em total de 13 amostragens em 2013.

Além da amplitude topográfica considerável nas três sub – bacias, a inundação parece estar mais relacionada a uma interação existente entre o rio Xingu e os três afluentes e um setor de morfologia específica denominada Volta Grande do Xingu, que consiste em um meandro, com morfologia resultante de processos estruturais como linhas de fraturas e dobramentos desenvolvida do contato do Cráton Amazônico e a Bacia Sedimentar Amazônica.

Apesar da análise da morfometria do Rio Xingu não apresentar-se como objetivo da pesquisa cabe inferir que a relação largura e profundidade do Rio Xingu é em torno de 389,7m (SILVA, 2012) que configura um perfil transversal muito largo e raso, essa morfologia reflete diretamente sobre a velocidade das águas do Rio.

De acordo com Silva (2012) relação vazão e velocidade demonstra que a cada acréscimo de $1000\text{m}^3/\text{s}$ tem-se um aumento na velocidade $0,5\text{ m/s}$ (SILVA, 2012; p. 189). A velocidade da vazão mantém-se baixa mesmo com um aumento considerável da vazão, em caso, de cheias de elevada magnitude, associada a pulsos locais dos afluentes resultantes de precipitação locais espera-se eventos de inundação de elevada magnitude em função dessa especificidade.

Na prática, no setor onde está instalado o núcleo urbano de Altamira vulnerabilidade a inundações, não relacionado as geometria das sub-bacias dos igarapés

Ambé, Altamira e Panelas, mas a forma do rio Xingu Volta Grande (meandro). Em caso de chuvas locais a água é drenada rapidamente das sub-bacias em virtude da diferença altimétrica entre a área de cabeceiras e jusante dos três igarapés, especialmente o igarapé Altamira pelo comprimento de sua bacia, e dependendo do uso do solo nestas sub-bacias os impactos serão maiores.

De forma geral, a variação topográfica permite inferirmos sobre os três domínios geomorfológicos que abrangem a área urbana de Altamira, conforme detalhado na metodologia as áreas mais elevadas das sub – bacias com altimetria acima de 150 metros compõem o Planalto Residual Sul Amazônico frequentemente, rochas vulcânicas representadas por diabásios de idade jurássica da Formação Penatecaua também geram relevos positivos. Sobre os afloramentos do Diabásio Penatecaua desenvolvem-se, em manchas restritas, solos de boa fertilidade natural: os Nitossolos Vermelhos Eutróficos e de baixa fertilidade com formas predominantes de morros e morrotes.

As áreas com topografia intermediária (transição topográfica) é constituída pela com colinas dissecadas com predomínio de Latossolos e Argissolos é o Planalto Marginal da Amazônia Baixos platôs da Amazônia Centro Oriental (DANTAS & TEIXEIRA, 2013) com topografia variando de 110 a 130 m são constituídos de colinas dissecadas abrangem bairros centrais com formas mais tabulares.

A última unidade é o Domínio Planície do Xingu abrange fluviais de idade holocênica e apresenta notável diversidade de formas de relevo, destacando-se planícies de inundação, recobertas no médio Xingu por matas de igapó e vegetação pioneira; um complexo sistema de drenagem repleto de igarapés, canais de drenagem, lagoas, remansos (Figura 118)..

O sub-tópico seguinte aborda as transformações principalmente no domínio da Planície do Xingu em ecossistemas específicos como das lagoas marginais e canais de drenagem. E quais os impactos dessas transformações com fenômeno de inundações e alagamentos localizados no núcleo urbano de Altamira.

Figura 116: Bacia de drenagem dos três igarapés onde estão plotados os pontos mais elevados nas três sub bacias do Rio Xingu.

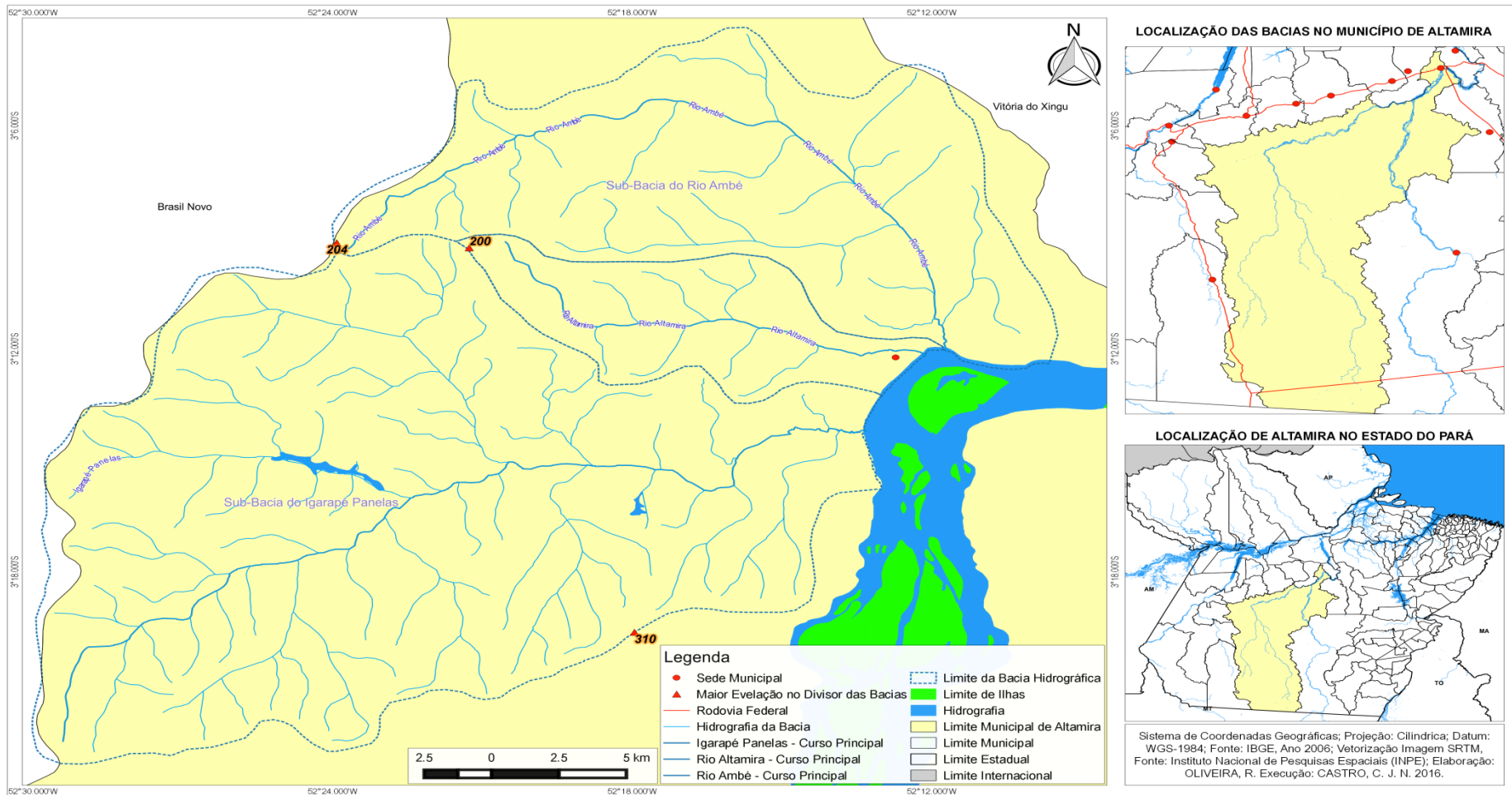


Figura 117: Mapa Hipsométrico das três sub-bacias hidrográficas.

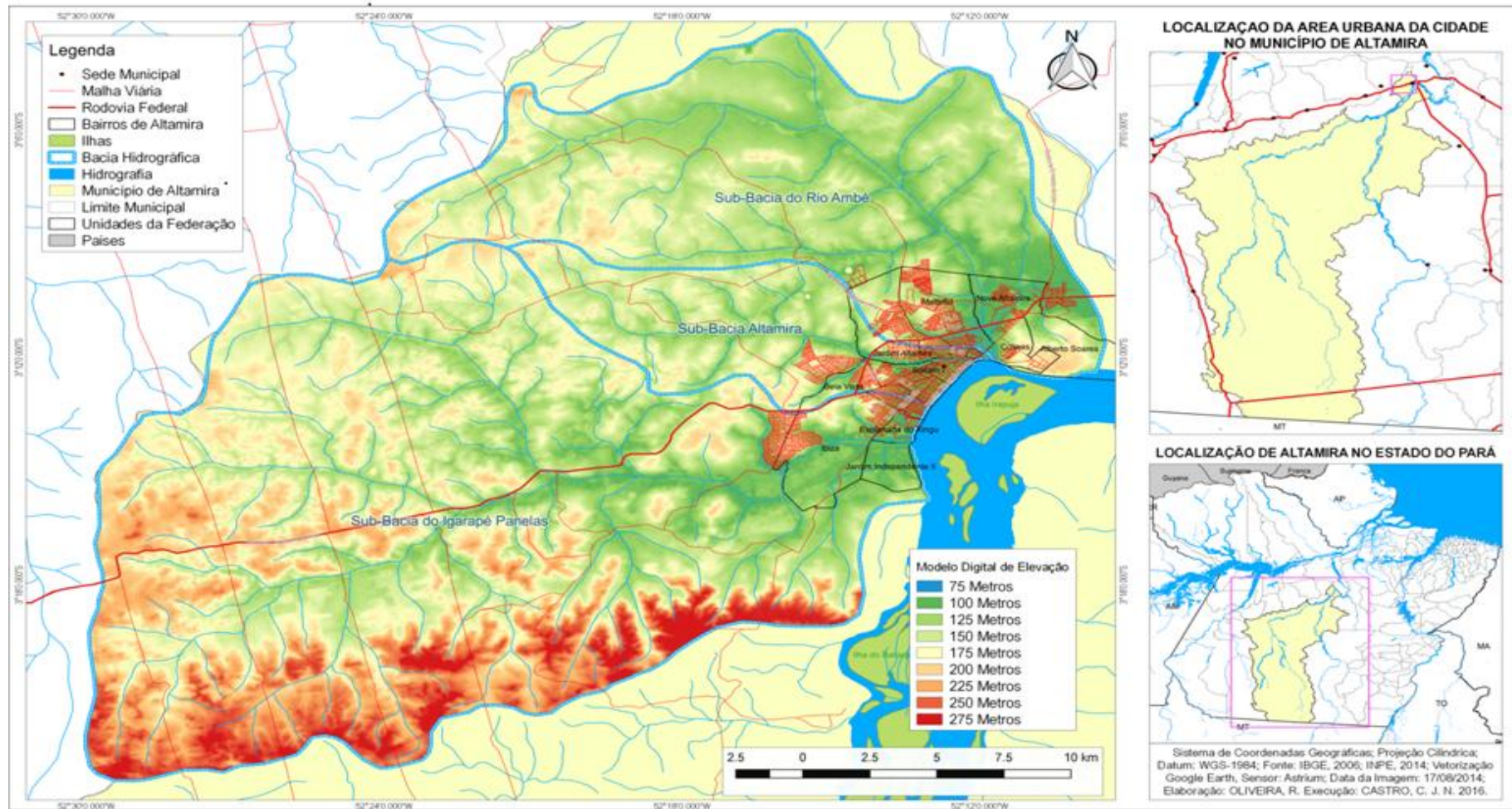


Figura 118: Domínios geomorfológicos ocorrem no núcleo urbano de Altamira: (a) setor com estreita planície de inundação seguido o Planalto Marginal Amazônico área próximo ao IBAMA; (b) Planície de Inundação do igarapé Ambé rica em argila nas margens; (c) Loteamento Cidade Jardim Colinas demonstrando declive entre topo da colina e o fundo do vale; (d) Exploração solo nos morros usado como aterros no bairro Bela Vista (imagem) e no bairro Colina.



Fonte: Pesquisa de campo (2014 e 2015).

4.4- Níveis de perturbação na área urbana de Altamira antes e durante a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Neste subitem são abordadas variáveis importantes um dos mais importantes para compreensão da magnitude das inundações e na compreensão de parte dos alagamentos em Altamira.

O rio Xingu é um rio com canal misto com trechos com canal rochoso e outros setores apresentam, como próximo a Altamira assume uma morfologia *anabanching* (NANSON e KNIGHTON, 1996) o interior do canal observa-se a presença de inúmeras ilhas e barras arenosas temporárias que surgem no período de estiagem.

O sistema *anabanching* integra O Rio a planície de inundação (JASEN e NANSON, 2004), e, portanto a uma diversidade de ecossistemas como igapó estacional e permanente, lagoas marginais a canais de drenagem e a pequenos igarapés.

As lagoas marginais são depressões lacustres no interior de planícies de inundação, são corpos líquidos rasos com profundidade de 3 a 6 metros durante as cheias e de 1 a 3 metros durante o período de estiagem, estão integradas a lençóis de água subterrânea.

O Rio Xingu apresenta um mecanismo de extravasamento durante o período da enchente, o excesso de água preenche gradativamente os igapós, os canais de drenagem e as lagoas marginais que se transformam em uma extensão do Rio durante os meses de janeiro, fevereiro, março e abril. A expansão do núcleo urbano de Altamira não considerou essas especificidades naturais, e os bairros foram se estruturando as margens do Rio Xingu e dos três igarapés especialmente o igarapé Ambé e Altamira.

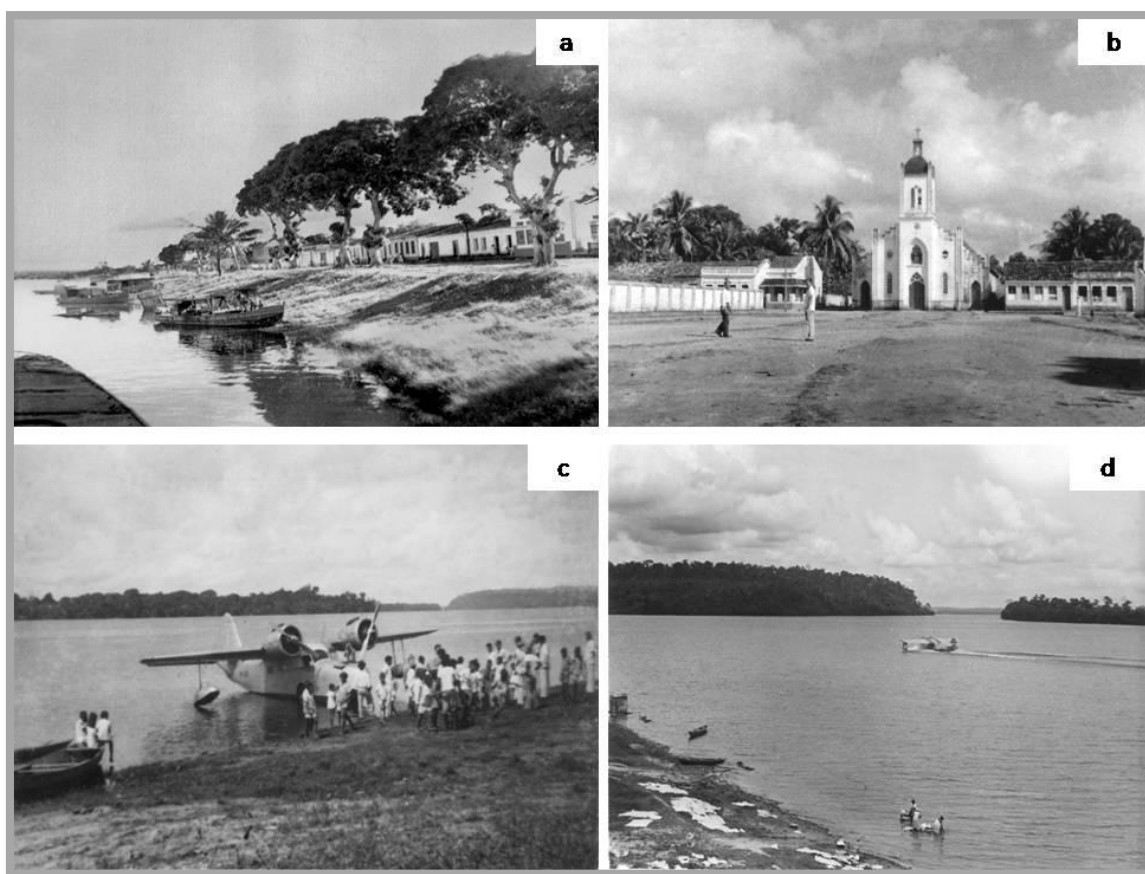
A construção de pista pouso de avião, Rua Brigadeiro Eduardo Gomes, também foi um marco histórico alterou setores com elevada conexão com Xingu aterrando lagoas marginais que é responsável por impactos até os dias atuais (Figura 119).

Durante a pesquisa de campo no ano de 2015 foram identificados três níveis de estabilidade de lagoas marginais com base na metodologia proposta por Tricart (1977) sendo identificados três estágios: a) ***Lagoas remanescentes*** sob ameaça de extinção, b) ***lagoas marginais em estagio inter grades*** que estão em processo de transformação atual

e, *lagoas marginais extintas* aquelas que foram totalmente aterradas e conseqüentemente e extintas.

a) *Lagoas remanescentes sob ameaça de extinção* – essas lagoas estão localizadas em áreas mais afastadas como ilhas como a ilha de Arapujá e ao longo da planície do igarapé Panelas suas principais conexões são por meio de canais e campos inundados. As principais pressões antrópicas na planície do igarapé panelas estão associadas à expansão urbana, aeroporto e atividade oleira. Parte dessas lagoas insulares estão inseridas na área inundação permanente ou parcial após a instalação da hidrelétrica de Belo Monte, a exemplo da ilha de Arapujá. Na área urbana são impactadas parte das lagoas marginais do Haras de Altamira e setor da olaria do igarapé Panelas.

Figura 119: Visão parcial da margem do Xingu no ano de 1955; Bairro cathedral inicia a ocupação do núcleo de Altamira e (c) e (d) imagens do avião da FAB na década de 40.



Fonte: <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?acervo=fotografia> acesso em: 19-06-2017 às 00: 00.

b) Lagoas em processo de aterramento e ocupação desordenada – Estão localizadas em bairros de ocupação relativamente recente Independente I e Independente II. As lagoas margeiam o rio Xingu, e muitas das conexões com o rio principal já foram alteradas, alguns igarapés foram transformados e drenagem sub-superficial ou extintos. Essas conexões podem ocorrer não somente por canais de drenagem, mas por trechos de planície e brejos. A ocupação recente desses ecossistemas é estimulada pela especulação imobiliária na cidade de Altamira reflexo da instalação de Belo Monte.

c) Lagoas extintas – Compreendem áreas de ocupação mais antiga, de ocorrência de lagoas marginais, entretanto, por estarem localizadas próximas ao centro urbano, foram sendo aterradas gradativamente. Dentre as ruas e bairros inseridos nesta classe está a Rua Dragão do Mar, Rua Tancredo Neves no bairro Premem e Rua Brigadeiro Eduardo Gomes, no bairro Esplanada do Xingu onde se localizava o antiga pista de pouso de Altamira (Figura 120).

Das problemáticas identificadas estão nas lagoas remanescentes estão inseridas nas áreas de inundação permanente pela construção da hidrelétrica de Belo monte, automaticamente a dinâmica de enchentes e vazantes serão afetadas e a reprodução da ictiofauna terá impactos acentuados, uma vez que essas áreas funcionam como extensão do rio Xingu durante as cheias e em muitos casos como berçários.

Nas lagoas em processo de ocupação destacamos setores nos bairros Independente I e II, essas áreas foram sendo ocupadas em virtude da elevada especulação imobiliária em Altamira que elevou o preço dos alugueis e supervalorizou o preço dos imóveis, assim os novos migrantes de cidades próximas foram ocupados áreas alagadas por meio da construção de palafitas, e aterrado essas áreas com material de diversas naturezas restos de construção, serragem e material argiloso de Planalto Residual Sul Amazônico. Antes da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte foram ainda registrados: a) Contaminação de água e solo por esgoto, b) desabamento de casas, c) incidência de enxurradas conforme relatório emitido pela Defesa Civil Estadual (BRASIL, 2012).

Nas lagoas que foram completamente extintas localizadas nos bairros com ocupação consolidada como os bairros Premem e Esplanada do Xingu abrangem importantes instituições Estaduais e Federais sendo impactados com alagamentos constantes em dias de precipitação pluviométrica, em alguns trechos mais críticos como

na Rua Dragão do Mar a circulação de pessoas e veículos é interrompida pelos graves alagamentos.

A partir dessas informações e de informações coletadas no ultima pesquisa de campo em 2016 foi possível realizar uma avaliação mais ampla dos impactos na área urbana no período que antecede e no decorrer da implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte foram definidos cinco níveis de Perturbação na área urbana de Altamira.

Figura 120: Classificação das lagoas marginais de acordo com seu nível de estabilidade na área urbana de Altamira, Pará.



Nível de perturbação I

Abrangem áreas de lagoas marginais e canais de drenagem extintos ou transformados em drenagem urbana subterrânea, abrangem áreas de ocupação antiga, das conseqüências estão alagamentos crônicos em vias asfaltadas esses impactos existiam antes da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, foram coletados 6 (seis) pontos de controle representativos (Quadro 28). Nos relatos coletados foi inserida a Escola Ulisses Guimarães, porém não foi realizado monitoramento desta área.

Quadro 28: Pontos de controle localizados na área urbana de Altamira inseridas no nível de perturbação I.

Coordenadas geográficas	Descrição da Área	Resumo do Impacto
NPI-01 S 03° 12' 14,1" W 52° 13' 14,0" Elevação 106m	Rua Dragão do Mar (Bairro Premem), nome da Rua remete aos com alagamentos crônicos. Segundo relato de moradora antiga área consistia em uma antiga lagoa que tinha conexão com igarapé atualmente extinto que descia ao Xingu.	Alagamentos crônicos desde o período que antecede a UHBM.
NPI-02 S 03° 12' 51,5" W 52° 13' 08,1" Elevação 111m	Escola Estadual de Ensino Médio Polivalente de Altamira (EEEM): localizada na Avenida Tancredo Neves, esquina com a acesso 2. Área onde localizava-se uma antiga lagoa marginal, foram registrados varias ocorrências de alagamentos do ginásio poliesportivo. Destaca-se a coleta de sedimentos nesse ponto, onde se identificou material tecnogênico, com mudança de coloração abrupta e estrutura em blocos subangulares nas camadas C1 e C2 e estrutura maciça na camada C3 e C4, associados ao afloramento de água em superfície. Foram coletadas 4 amostras (C1 -0-20cm, C2 -20-30 cm; C3 -30-40cm e C4-40 -50cm) Cores (C1: 2,5 YR 3/2 Bruno Avemelhado Escuro; C2 2,5 YR 3/2 Bruno Avemelhado Escuro; C3 5Y 4/1 cinzento e C4 C3 5Y 4/1 cinzento) com texturas: C1-argilo-arenosa; C2 - argilo-arenosa, C3- Franco argilo-arenosa e C4-Franco argilo-arenosa, respectivamente. Do ponto de vista micromorfológico sugere-se a presença de argila do tipo Caolinita (Oxigênio- Alumínio e Silício) e óxidos de ferro e titânio típicos de solos bem desenvolvidos, que se contrapõem na mesma amostra presença de carbono e enxofre sugerindo ambientes fluviais (Figura 118).	Alagamento localizado no interior do órgão Estadual e afloramento de água subsuperficial em período que antecede a UHBM.
NPI-03 S 03° 12' 44,9" W 52° 13' 04,3" Elevação: 109 metros	SENAI , Avenida Tancredo Neves, Área com problemas crônicos de alagamento, inclusive na parte da frontal, entretanto, por apresentar uma contaminação muito grande pela proximidade com galeria pluvial, a coleta foi realizada na parte gramada na parte dos fundos. Essa área é definida como área de antiga lagoa. Neste ponto foram coletadas três amostras apresentaram C1 (0-20cm); C2 (20-30cm) e C3 (20-40 cm), suas cores enquadram-se no matiz 5Y: C1 apresenta cor 5Y 5/2 (Oliva) C2 apresenta cor 5Y 5/2 (cinzento oliváceo) e C3 5Y 5/2 (cinzento oliváceo), a composição granulométrica variou C1 (textura argilo-arenosa), C2 (textura argilo arenosa) e C3 (Alagamentos crônicos na parte frontal desde o período que antecede a UHBM.

	argilosa). A análise micromorfológica em microscópio de Varredura - MEV demonstrou o predomínio de Caolinita (Oxigênio, Silício e Alumínio) e presença de óxidos de ferro e titânio.	
NPI: 04 S 03° 12' 45,4" W 52° 13' 22" Elevação 108	ESCOLA SESI ALTAMIRA está localizada no Acesso 02, nº 1031, Bairro Premem área que abrange área também de lagoa extinta, também apresenta problemas de alagamentos na quadra de futebol. Realizada coleta de sedimentos local, identificou-se material tecnogênico. Nesse acesso observa-se agravamento dos alagamentos na via de circulação.	Alagamentos crônicos na parte frontal desde o período que antecede a UHBM
NPI:05 S 03° 12' 43,9" W 52° 13' 01" Elevação 108	CASA DOS IDOSOS , em frente à Casa de Cultura, situada Rua das Palmeiras, esquina com a travessa 13 de Maio, bairro Premem, Altamira (PA). Apesar de não apresentar indícios de que foi antiga lagoa, O espaço é privilegiado porque favorece a infiltração, com inúmeras árvores frutíferas no terreno. Destaca-se a coleta de amostras neste local. A ocupação desta área é de quase 40 anos atrás.	Área identificada como antiga lagoa, mas não foi observado <i>in loco</i> , indícios.
NPI: 06 S 03° 13' 14,1" W 52° 13' 08,5" Elevação 111m	Rua brigadeiro Eduardo Gomes, Bairro Esplanada do Xingu. Rua aterrada em função do prolongamento da pista de pouso, do antigo aeroporto, em que a via funciona como um divisor de água e dividiu a antiga lagoa, que aterrou parte das lagoas. Essa via impede o escoamento da água para o Xingu. Esse ponto corresponde a antiga pista de pouso do aeroporto.	Essa via impede o escoamento da água para o Xingu, que se acumula em trechos baixos de lagoa

Fonte: Dados obtidos em campo (2016); análises morfológica, granulométrica e da microquímica – Espectro EDS dos depósitos.

A análise ambiental dos seis pontos que correspondem nível de Perturbação I abrange áreas com importantes instituições Estaduais, Municipais e Federais todas apresentaram indicadores alagamentos localizadas e dificuldade de drenagem pluvial. De acordo com moradores da área ao total contabilizou para o aterro total desta lagoa 150 “carradas” de aterro, confirmam que se tratava de lagoa marginal ligada a um pequeno igarapé que se estendia até o Rio Xingu, e foram extintos a mais de 20 anos atrás. Em alguns trechos algumas construções demonstraram sinais de rachaduras e sinais de desabamento (Figura 121e 122).

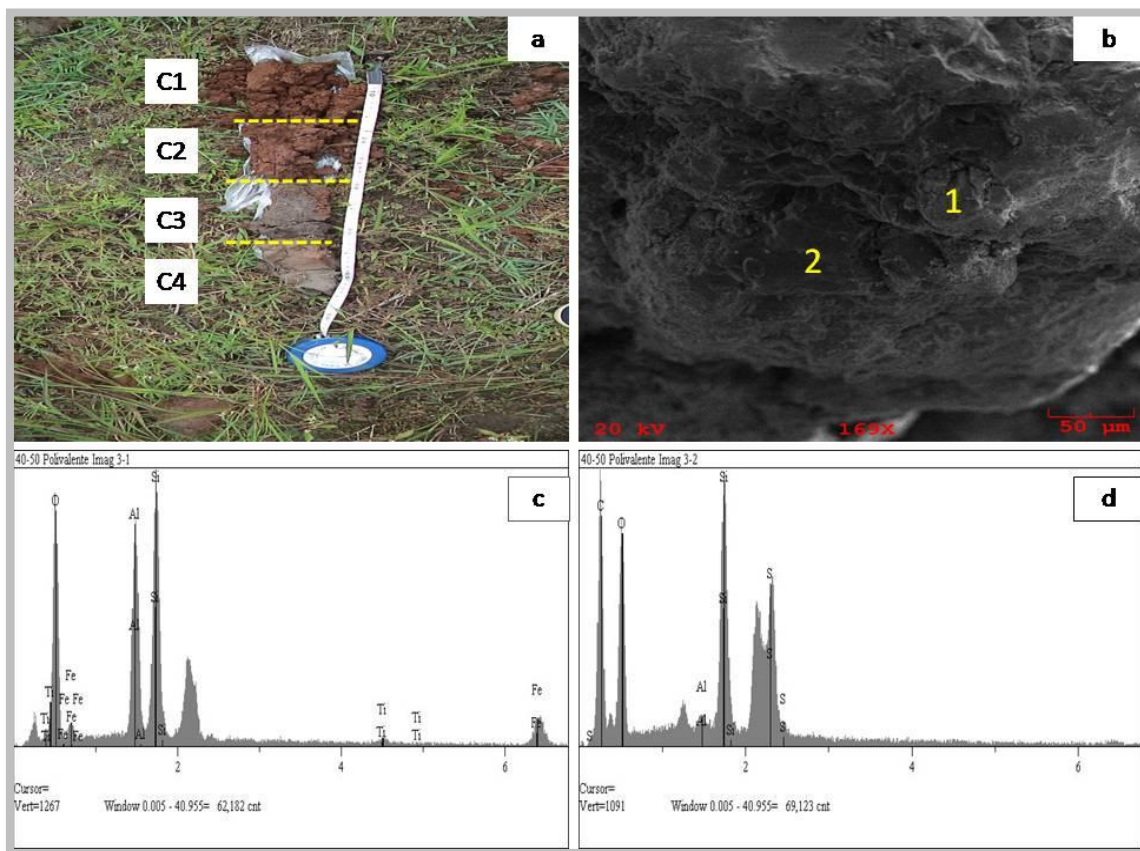
Figura 121: Setores com nível de perturbação I: (a) Presença de aterros sob o solo e indicadores de desabamento na rua dragão do mar; (b); (c) e (d) acúmulo de água na superfície do solo do Ponto 2, Ponto 4 e ponto 5.



Fonte: Pesquisa de campo (2016)

A análise morfológica da amostra de coletada no interior da Escola Estadual (ponto 2) observa-se uma mudança abrupta de coloração com matizes mais vermelhas (C1 e C2) e matizes acinzentadas nas camadas inferiores (C3 e C4), sendo um excelente indicador que essa área foi aterrada, refletindo também na organização da estrutural destas camadas, as superiores apresentaram estrutura em blocos subangulares e abaixo sem estrutura. A análise. Imagens do Microscópio Eletrônico de Varredura da amostra coletada no ponto 2 (C4: 40-50cm) e a análise microquímica demonstrou predomínio de oxigênio, alumínio e silício, estrutura básica da Caolinita e presença de óxidos de ferro e Titânio, além de picos de carbono e enxofre (Figura 122 e 123).

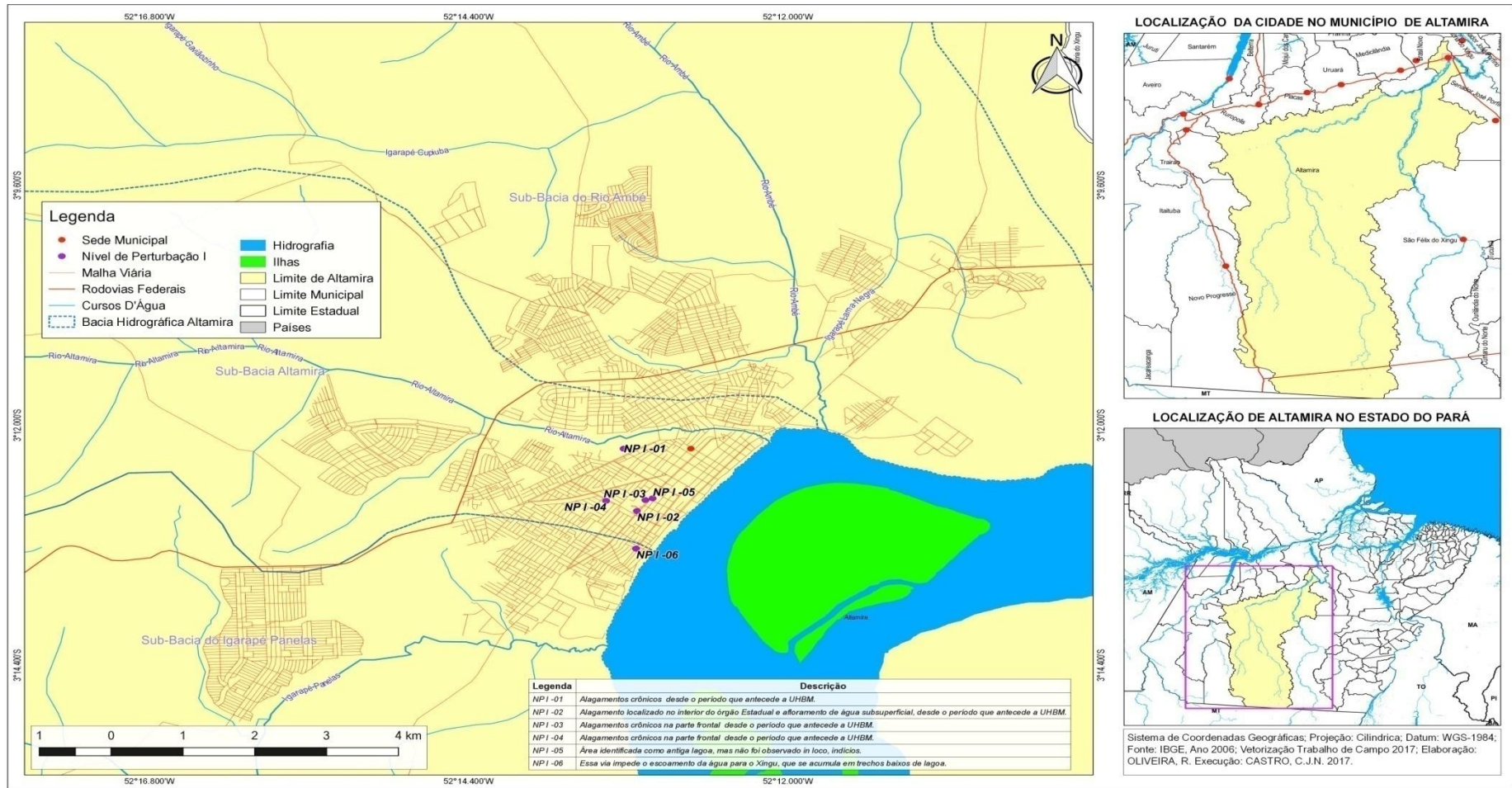
Figura 122: Amostragem na Escola Estadual Polivalente: (a) Mudança de cor e estrutura abrupta; (b) imagem com textura rugosa (1) e lisa (2); (c) Presença de argila caolinita e óxidos de ferro e titânio e (d) Presença de carbono e Enxofre.



Fonte: pesquisa de campo (2016) e imagens do Microscópio Eletrônico de Varredura e análises microquímicas de Espectro EDS geradas no laboratório de Microscopia da UFPA.

Nos seis pontos analisados observaram-se indicadores de utilização de solos transportados de outras áreas, sobretudo de morros e colinas do Planalto Sul Amazônico com textura de média a argilosa (Figura 123), a presença de titânio e ferro pode sugerir material de solos mais antigos com alto nível intemperismo. De acordo com Lima (2001) pouca atenção dar-se chamados óxidos de titânio, com frequência ocorrem nos solos Latossolos da Amazônia derivados de sedimentos intemperizados, representam 2 e 3% da composição mineralógica da terra fina de Latossolos Amarelos, e também marcantes em solos originados de basalto (FALESI, 1972), na Formação Penetecaua, que origina Nitossolos e são comumente usados como material de aterros em Altamira.

Figura 123: Mapa de síntese de pontos de controle com Nível de perturbação I, na área urbana de Altamira.



Nível de Perturbação II

Níveis de perturbação II, agrupam áreas em que os impactos serão sentidos a médio e longo prazo, abrangem áreas sujeitas a agravamento de inundações sazonais, assim como também, a inundações permanentes pelas águas do Xingu e afluentes com a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte; áreas redução da planície de inundação por obras urbanísticas e alteração na morfologia do canal (Quadro 29).

Quadro 29: Pontos de controle na área urbana de Altamira relacionados ao nível de perturbação II.

Coordenadas geográficas	Descrição da Área	Resumo do Impacto
NII: Ponto 1 S 03° 12' 42,4" W 52° 11' 21,6" Elevação 98m	ILHA DO ARAPUJA OU ILHA DO CAPACETE , Porção insular de Altamira, localizada em frente ao núcleo urbano, área teve que passar por limpeza de madeira e retirada representativa da fauna. Os impactos foram sentidos e observados pela população imediatamente após intervenção na ilha dentre os quais incomodo com fumaça, fragmentos vegetais encontrados no rio, morte da ictiofauna. Em longo prazo observam-se impactos sobre a qualidade da água do Xingu e desaparecimento de espécies. A elevação dos níveis das águas durante as cheias a ilha poderá ser recoberta pelas águas. Destaque que em pesquisa de campo em 2016 já foi observado iniciativas de ocupação com atividade de criação de peixes. Na pesquisa de campo em 2016 foi coletada amostragem em trado de lama o material apresentou característica homogênea não permitindo separação em camadas (C1 – 0-50cm), cor 5Y 6/2 (cinzento oliváceo claro); textura argilosa as análises microquímicas indicaram predominam de quatro elementos (Alumínio, Sílicio e Oxigênio) e Potássio e Titânio.	Em 2016 observou agravamento das inundações sazonais no interior da ilha e perda de biodiversidade com retirada da cobertura vegetal.
NII: Ponto 2 S 03° 12' 08,7" W 52° 13' 24,1" Elevação 110m	Trecho Planície do igarapé Altamira - Área que corresponde à extensa planície do igarapé Altamira que desde 2014, foi amplamente impactada pela construção de via para ligar o centro da cidade aos novos Reassentamentos Urbanos Coletivos (Anel Viário). Era um trecho que abrigava extensa área de igapó estacional e permanente, um complexo sistema de lagoas marginais que eram utilizadas em para pesca. A área constituía uma importante reserva de Floresta Aluvial dentro da área urbana de Altamira, que foi quase totalmente devastada para construção do Anel Viário. A obra foi executada pela Prefeitura Municipal e não obedeceu aos tramites legais para licenciamento Ambiental. Os impactos na verdade relaciona-se mais aos impactos sob a planície de inundação do igarapé Altamira, como aterramento para construção da Via e que os impactos serão visualizados em longo prazo além da perda de biodiversidade que foi imediata.	Redução da planície de Inundação por meio da retirada da mata de igapó, terraplanagem e abertura da via asfaltada, com fluxo intenso de veículos.

<p>NII: Ponto 3 S 03° 12' 02,6'' W 52° 11' 42,1'' Elevação 104m</p>	<p>Rua da Peixaria, ponte que liga parte baixa da cidade ao Residencial Alberto Soares e Altaville. Famílias foram indenizadas ou remanejadas da Rua da Peixaria. Dos impactos ambientais e sociais pode-se inferir que este setor integra a desembocadura do igarapé Ambé, com extensa planície de inundação integrada ao Rio Xingu, ecologicamente corresponde a uma área de berçário natural, que foi ao longo dos anos ocupada desordenadamente, por palafitas, balneários ao longo da Ernesto Acioli, exploração de argila para atividade oleira, com uso de soda cáustica. Após a construção da estrutura da barragem a área foi parcialmente submersa, incluindo um complexo sistema de lagoas e igapós antrópicos, fossas, resíduos sólidos. Dos prováveis impactos no setor destaca-se inundação permanente, possibilidade de contaminação das águas do Xingu, resultando na morte de peixes Tucunará (<i>Cichla melaniae</i>) e Caratinga (<i>Geophagus altifrons</i>), durante as grandes cheias, proliferação de macrofitas e contaminação humana, pois a área se pratica a pesca como lazer. Pontualmente, observou-se prejuízos a circulação de pessoas pela interdição da ponte que liga o Conjunto Alberto Soares e a Rua da Peixaria, pois a altura permite que seja recoberta pelas águas dos rios dependendo da intensidade das chuvas locais (1º registro em 2014, e após a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte em fevereiro de 2017, data 3 de março de 2017, jornal da rede Record). A cheia do rio Xingu em 2014, que cobriu toda a ponte de madeira, praticamente isolou o bairro AltaVile. Na ocasião, a moradora mostrou o banco em madeira utilizado para suspender os móveis, a cheia durou aproximadamente um mês até a vazante, a casa ao lado foi totalmente invadida pelas águas do rio.</p>	<p>Inundação permanente e sazonal agravada após a instalação da UHBM, área de remanejamento da população e perda de biodiversidade.</p>
<p>NII: Ponto 4 S 03° 12' 02,6'' W 52° 11' 42,1'' Elevação 112m</p>	<p>Rua da Peixaria, local conhecido como Prainha ou Porto dos Carroceiros. Em 2016 a área foi ocupada pela exploração de areia e seixo, amplamente utilizados como matéria prima na construção civil em setor denominado de Prainha. A atividade dos areeiros o ano de 2016 ainda estava sendo realizada, no setor Prainha uma vez que os areeiros aguardam por decisão judicial, sobre indenização ou realocação em novas áreas. No mês de fevereiro de 2017 tem-se o 1º registro avanço das águas do Xingu na área que paralisou a atividade. Mas o ano observa-se o aumento da profundidade do Xingu, redução da área da Prainha.</p>	<p>Inundação permanente e sazonal agravada após a instalação da UHBM e impactos socioeconômicas na área.</p>
<p>NII: Ponto 5 S 03° 10' 19,5'' W 052° 11' 13,2 99 m</p>	<p>Santa Benedita, Bairro São Domingos = Planície de inundação do igarapé Lama negra, afluente do igarapé Ambé. Pertence a sub-bacia do igarapé Ambé. Neste ponto a planície de inundação ainda é bem didática com inúmeros burutizais (<i>Mauritia flexuosa L</i>) e açazais (<i>Euterpe oleracea Mart</i>). Igarapé apresenta águas escuras com amplo contato com igapós. Prognósticos agravamentos de inundações em comunidade próxima. De acordo com moradores locais neste igarapé são instaladas vários açudes para criação de peixes, que enchem no inverno.</p>	<p>Agravamento da inundação sazonal com a instalação da UHBM</p>
<p>NII: Ponto 6 S 03° 10' 38,9'' W 052° 11' 23,2 103 m</p>	<p>Planície de inundação do igarapé Lama Negra, Rua Castelo Branco, Bairro São Domingos, localizado na divisa com o bairro Colina. Área onde parte da população foi remanejada, porém área de remanejamento foi muito restrita com área densamente ocupada as proximidades.</p>	<p>Inundação permanente e sazonal agravada após a instalação da UHBM, com adensamento populacional próximo.</p>

<p>NII: Ponto 7 S 03° 10' 45,4'' W 052° 11' 04,6'' 102 m</p>	<p>Loteamento Terras de Bonanza, presença de igarapé Trindade com extensa planície de inundação, afluente do igarapé Ambé. Este loteamento esta em um vale. Solo apresenta-se escuro e acinzentado argilo-siltoso indicando igapó estacional. No trabalho de campo de 2015 e 2016, observou-se construção de um sistema de drenagem das águas pluviais e fluviais para redução do encharcamento do solo. São áreas que apresentam dinâmica de inundação muito intensa, e que foi ocupado inadequadamente correndo o risco de alagamentos crônicos e inundações sazonais.</p>	<p>Loteamento instalado em local inadequado por tratar-se de área de igapó. .Agravamento da inundação sazonal com a instalação da UHBM</p>
<p>NII: Ponto 8 S 03° 13' 31,5'' W 52° 13' 10,4'' 106 m</p>	<p>Rua Coronel José Porfírio, onde esta localizado no Porto do Pepino é uma estação de coleta para tratamento de esgoto, setor onde funcionava o Bar Paiol Beer, peixarias tradicionais como Fuminho e Kaline que foram indenizadas e corresponde a um antigo canal de drenagem, que alimentava antiga lagoas. Nesta área foi construída uma área portuária para embarque e desembarque de mercadoria no contexto da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. As proximidades estão duas áreas complexas a Praia do Pepino (extinta com a construção da UHBM) que era uma importante área de lazer pela proximidade ao núcleo urbano e era freqüentada praticamente o ano inteiro. Outra obra construída que causa preocupação a inclui como e essa estação que a médio e em longo prazo estará sujeita alagamentos crônicos e problemas estruturais. Inundação permanente praia do pepino e problemas estruturais no recolhimento do esgoto instalado bem acima de trecho de lagoa.</p>	<p>Alagamentos crônicos e possíveis problemas estruturais a estação de coleta de esgoto construída no local.</p>
<p>NII: Ponto 9 S 03° 12' 02,1'' W 52° 12' 46,0'' 102 m</p>	<p>Baixão do Tufi - Área ocupada antigamente por palafitas. Na ocasião presença de um acampamento de um movimento de mulheres que resistem de desocupação da área. Em função dos problemas de recusa de pagamento de indenização a moradores sem documentação legal do imóvel. Neste trecho observou-se durante a pesquisa de campo o aterramento do leito do igarapé Altamira, onde estão sendo construídos os alicerces de uma ponte de concreto sob o canal. Em 2016, foi realizado o ultimo trabalho de campo em que já observou a construção do Parque Ambiental na planície de inundação do igarapé Altamira. Os possíveis estão relacionados à reocupação da planície do igarapé Altamira reduzindo a biodiversidade, alterando forma do canal e dependendo do potencial de inundação poderá causar impactos sob essas novas construções.</p>	<p>Redução da planície de inundação, percolação da água sub superficial e alteração na morfologia do igarapé.</p>
<p>NII: Ponto 10 S 03° 12' 03'' W 52° 12' 38,6'' 103m</p>	<p>Rua Acesso 5, Baixão do Tufi, Depois da antiga ponte, em madeira, Itamarati. Ponto de GPS, em casa onde na enchente de 2009, a água chegou até 2m próximo ao registro de consumo de energia. Além do ano de 2009, o morador cita que em 2004 e 2005 onde a água, atingiu 50 cm e permaneceu inundado durante 90 dias. Oficialmente este setor pertence ao bairro SUDAM I. Segundo informante morador chegou à área desde 1995, o fato de nunca ter recorrido a abrigos da Prefeitura, improvisava à construção de assoalho suspenso de madeira preservar moveis, ou recorria à hospedagem em casa de parentes. Na ocasião o morador estava retirando a madeira da casa, pois havia sido indenizado e comprado um lote em outra área não especificada. Ressalta-se que muitos compravam terrenos na lagoa e aproveitavam a madeira retirada das antigas residências.</p>	<p>Redução da planície de inundação, redução da sinuosidade do igarapé Altamira e circulação da água subsuperficial.</p>

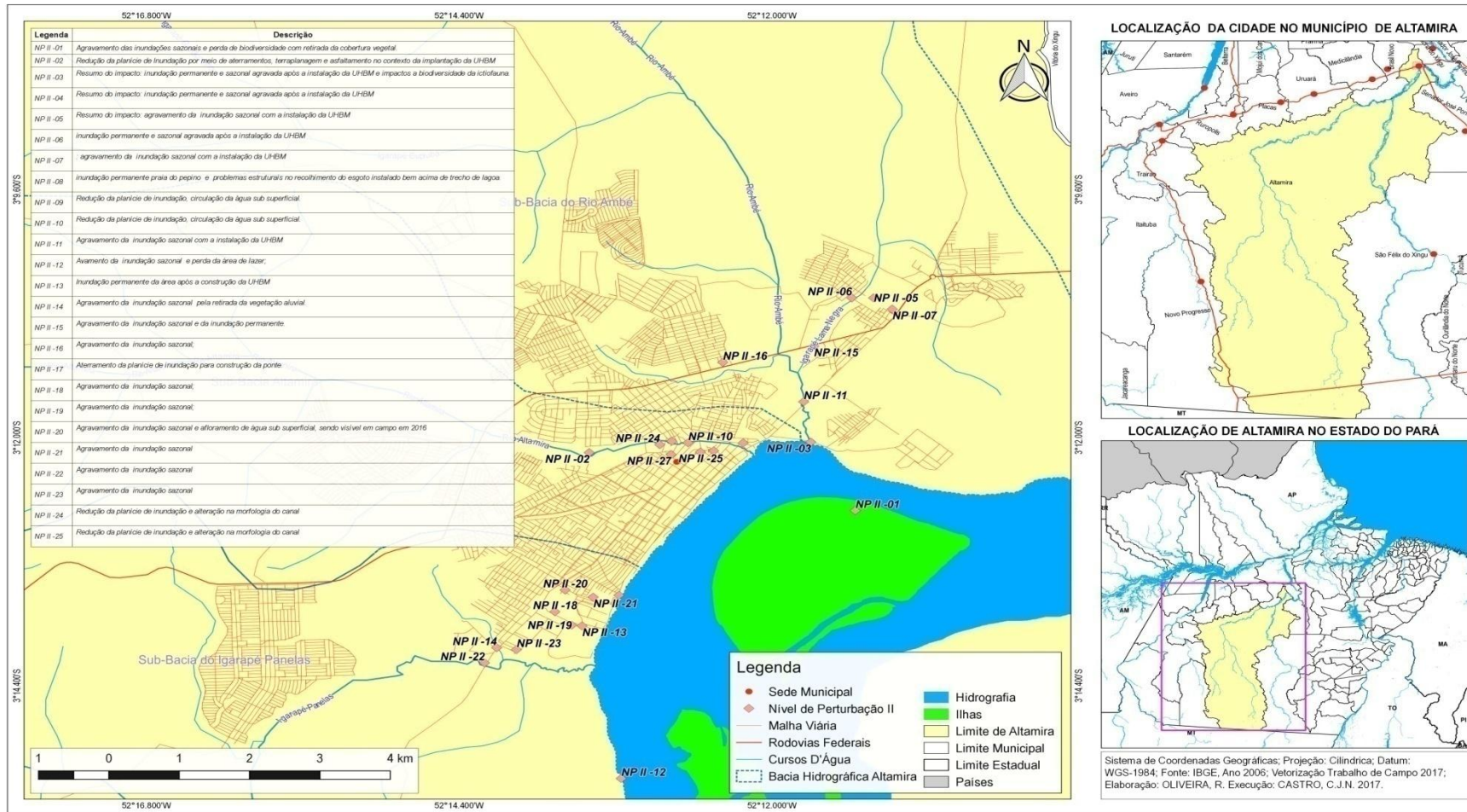
<p>NII: Ponto 11 S 03° 11' 39,2" W 52° 11' 45,4" 108 m (ponto coletado acima da Via).</p>	<p>Localizado Ernesto Acioly, Antigo Balneário São Francisco próximo a chamada invasão dos Padres. Nesta área funcionava um importante balneário antes da instalação da Hidrelétrica de Belo Monte. Em junho de 2014, o balneário já estava sendo indenizado. Na área foi construída uma ponte sobre o igarapé Altamira, onde se observa elevação do nível da via, dos impactos imediatos observamos em curto prazo inundações permanentes da área em função da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Essa área de lazer tendência é abandonada gradativamente pelo nível de contaminação que estão sujeitas essa água.</p>	<p>Agravamento da inundações sazonal com a instalação da UHBM e contaminação.</p>
<p>NII: Ponto 12 S 03° 15' 17,9" W 52° 13' 09,4" 101m</p>	<p>Balneário Pedral, era um importante área de lazer da população Altamiraense, dos impactos que parte do afloramento de rochas que inclusive, explica o nome do balneário, foi coberto permanentemente pela subida do nível do rio. E durante as grandes cheias as construções dos bares e restaurantes podem ser inundados. Em 2015, no trabalho de campo nos chamou atenção do que o acesso ao balneário durante os finais de semana e feriados agora são pago valor R\$ 5,00, que não acontecia anteriormente.</p>	<p>Agravamento da inundações sazonal e perda da área de lazer parte da área especialmente pedrais e da biodiversidade associada aos pedrais.</p>
<p>NII: Ponto 13 S 03° 13' 49,3" W 52° 13' 27,4" Elevação 109</p>	<p>Praia do Pajé, água cobriu a estrada e totalmente a praia do pajé. Avanço de 200 a 300 metros, em 2015. Mas já se observou a perda deste importante ponto de lazer no núcleo urbano de Altamira em função da elevação do nível do rio pela construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Essa praia ocorre o encontro das águas do Rio Xingu com as do igarapé Pannelas. Essa área era muito requisitada durante o período seco para pesca da espécie flexeira com malhadeira e banhos e acampamentos. Havia costume na cidade de frequentar esse ponto ao final da tarde.</p>	<p>Inundações permanentes da área.</p>
<p>NII: Ponto 14 S 03° 14' 02,0" W 52° 14' 06,7" 102 elevação</p>	<p>Tancredo Neves próximo a entrada da Estrada do Sanatório - Área alagada de forma arredondada, porém no verão seca, entretanto, possui alimentação de um pequeno córrego afluente do igarapé pannelas. Próximo, estrada do Sanatório que leva ao RUC Laranjeiras. Área pertence à família tradicional de Altamira e doada para moradia e trabalho de um das pessoas com contribuiu com técnica de História de Vida. Após a construção da Hidrelétrica de Belo Monte, área corre risco de sofrer inundações temporárias mais agressivas. Uma vez que se observa uma tendência na elevação da via Tancredo Neves, com referida construção da Ponte sobre o igarapé Pannelas. Essas áreas tendem a ficar mais deprimidas e acumular água principalmente pluvial, vale ressaltar que essas áreas são fortemente marcadas por butizais e lagoas temporárias.</p>	<p>Agravamento da inundações sazonal pela retirada da vegetação aluvial, buritizais.</p>
<p>NII: Ponto 15 S 03° 11' 06,9" W 52° 11' 40,7" Elevação 103m</p>	<p>Transamazônica, Bairro Colina, área localizada no bairro colina, Rua 07, em 2015, mês de abril, as casas estão sendo remanejadas. É próximo ao igarapé Ambé, compreende extensa planície de inundações, que foi amplamente ocupada por palafitas. Segundo informações, <i>in loco</i> as 30 casas estavam instaladas nesta planície aguardando remanejamento. Área onde está sendo construída uma das três pontes sobre o igarapé Ambé. O morador vive a três anos na área e confirma que durante o período chuvoso as águas sobem bastante. No ano de 2014, foi bem intensa a inundações chegando</p>	<p>Agravamento da inundações sazonal e da inundações permanentes</p>

	<p>a invadir a casa, o que favoreceu o aparecimento de cobras e peixe, entretanto, não abandonou a casa em 2014, fizeram um assoalho suspenso e esperou a água baixar. Dos impactos na área serão maiores com a elevação do nível das águas do Xingu, e com índices pluviométricos elevados, se o remanejamento não for efetivado, haverá graves problemas de inundações temporárias.</p>	
<p>NII: Ponto 16 S 03° 11' 16.3" W 052° 12' 22.6" 95m</p>	<p>Bairro Mutirão, área onde a norte energia desapropriou varias unidades, pois, apresenta grande quantidade de pequenas casas. Existe um afluente do igarapé Ambé. A área corresponde a uma área de invasão que foi aterrada com restos de construção. Segundo o informante essa desapropriação esta relacionada à construção da UPA (Unidade de Pronto de Atendimento), sendo previsto construção de estacionamento e praça. Outro aspecto interessante é que a área inunda, mas não é necessário pontes elevadas em madeira. Exceto em pequenos trechos Não chega a invadir totalmente as casas. Na área ainda existe conflito somente parte dos moradores foram indenizados e os demais não estão inseridos no projeto da Norte Energia ficando a cargo da Prefeitura Municipal de Altamira as demais indenizações. Esta área é rica em Bambu (<i>Bambusa vulgaris</i>), Aninga (<i>Montrichardia linifera</i>) típicas de Igapó estacional.</p>	<p>Agravamento da inundação sazonal</p>
<p>NII: Ponto 17 S 03° 12' 03.1" W 52° 12' 13,2" 99m</p>	<p>Travessa Bom Jardim, Bairro Aparecida – Rua bloqueteada onde parte das casas, já foram retiradas em função do remanejamento ou das indenizações segundo as benfeitorias. As enchentes no bairro segundo a moradora reduziu em função dos aterros dentre um dos informantes esta senhor fotografo e sapateiro aposentado, sob a memória das inundações o entrevistado afirmou que a maior inundação foi em 1974 (maior enchente) e 2009, esta ultima chegando a 20 cm dentro de casa. O terreno foi doado pelos Padres da Prelazia do Xingu. Próximo a Rua Bom Jardim está a rua Abel Figueiredo, segundo informante havia um matadouro municipal, e as embarcações ancoravam bem perto na época em 1985 e 1987, posteriormente essas áreas foi sem do alterada e gradativamente aterrada. Segundo esse senhor a calçada de sua casa, ao sentar as pernas ficava suspensa e não tocavam o chão era tudo inundada e que durante as cheias do Xingu amarrava seu barco bem no canto da rua a 400 metros da margem do Xingu. Atualmente a área esta sendo toda alterada pela construção da ponte sobre o igarapé Altamira, alargando os eixos de circulação.</p>	<p>Aterro da planície de inundação para construção da ponte e alteração da morfologia e profundidade do canal.</p>
<p>NII: Ponto 18 S 03° 13' 41,1" W 052° 13' 39,9" 99m</p>	<p>Avenida Presidente Tancredo de Almeida Neves, na pesquisa de campo em 2015 e 2016, o interior do haras estava sendo aterrado, com material do RUC Laranjeiras, parte da área foi indenizada pela Norte energia. É uma área tipicamente de igapó, com presença de amplo Buritizais, foram realizadas coletas em trado de lama e presença de inumeráveis lagoas permanentes e temporárias.</p>	<p>Desaparecimento de incontáveis lagoas a margem do Xingu e agravamento da inundação sazonal.</p>

<p>NII: Ponto 19 S 03° 13' 48,9" W 052° 13' 32,2" 108m</p>	<p>Área de lagoas ativas, localizadas, Avenida Presidente Tancredo de Almeida Neves que estão sendo aterradas. No contexto do nível de alteração das lagoas em Altamira o fato de ser uma propriedade privada havia certa preservação da área, mas nesse caso, observa-se que o grau de intervenção visa extinguir totalmente esse conjunto de lagoa que tinha conexão com o Xingu. O questionamento levantado é que a faixa de planície que integra o Xingu e igarapé Pannels deveria ter sido indenizada sendo proibida a construção de novas obras, que estão a partir de 2016 sujeitas ao risco de perdas e aos impactos das cheias anuais do Xingu.</p>	<p>Agravamento da inundação sazonal e extinção dos ecossistemas aquáticos.</p>
<p>NII: Ponto 20 S 03° 13' 28,5" W 52° 13' 35,2" 105m</p>	<p>Atigo Horto Municipal de Altamira, onde era desenvolvida reprodução de mudas utilizadas em projetos de arborização da cidade e distribuição de mudas para pequenos agricultores da zona rural. Na pesquisa de campo em abril de 2015 estava em pleno funcionamento, entretanto, em 2016 já havia sido abandonada, mostrando-se bastante afetada pela instalação da hidrelétrica, com solo encharcado, presença de valetas de escoamento, afloramento de olho d'água na rua próxima. Semelhante a situação do Haras de Altamira essas áreas marginais do Xingu e igarapé Pannels área deveria ter sido indenizada, uma vez que nesta faixa da planície de inundação do Rio Xingu, estabelece muitas das conexões com lagoas marginais, brejos e canais de drenagem com o Rio Xingu ocorrem de forma subsuperficial.</p>	<p>Agravamento da inundação sazonal e afloramento de água sub superficial, sendo visível em campo em 2016</p>
<p>NII: Ponto 21 S 03° 13' 32,6" W 52° 13' 22, 3" 109 M</p>	<p>Condomínio Jardim Tropical, Rua Osterno Alençar Maia, Independente II. Trata-se de um condomínio fechado voltado ao atendimento da Classe A, em Altamira, no período chuvoso de 2016, área foi atingida com impactos das enchentes do rio, que chegou até a rua em frente ao condomínio. Área apesar de apresentar elevada infra-estrutura sua localização, torna-o vulnerável as grandes enchentes. As proximidades do condomínio no trabalho de campo já observamos abertura de valetas após a enchente de 2016, no sentido de drenar água acumulada.</p>	<p>Agravamento da inundação sazonal</p>
<p>NII: Ponto 22 S 03° 14' 10,8" W 52° 14' 12,3" 106m</p>	<p>Avenida Presidente Tancredo de Almeida Neves, as Margens do igarapé Pannels, aqui funcionava uma residência e na frente um bar. Esse ponto passou gradativamente por um processo de erosão natural das margens, que culminou com a perda gradativa de parte da residência. Em 2016 o dono da residência já havia sido remanejado para o RUC laranjeiras, em função da construção de uma ponte em concreto que estava em obras. Dos impactos da construção observaram-se retirada de parte da floresta aluvial as margens do igarapé pannels e alargamento das margens. Dos impactos futuros para área é perceptível que a ponte foi levantada a um nível considerado em relação ao nível da água do rio, entretanto deve-se atentar para problemas estruturais e inundação lateral potencializada pela retirada da vegetação de igapó</p>	<p>Forte erosão das margens, em função da retirada grande parte da vegetação de igapó e agravamento da inundação sazonal</p>
<p>NII: Ponto 23 S 03° 14' 03,1" W 52° 13' 57,6"</p>	<p>Condomínio dos Milicos, área representou parte de terraço arenoso próximo, ao contrario pela proximidade com a interface do igarapé Pannels e do Rio Xingu, espera-se a realocação das</p>	<p>Aumento da capacidade de</p>

108m	famílias ou indenizações, porem a área mostra-se em plena expansão, e os impactos serão agora, mas sentidos, pois a vegetação que continha o avanço das águas do Pannels foram retiradas para a construção de um Pier no igarapé para atração de embarcações.	inundação do igarapé Pannels.
NII: Ponto 24 S 3° 12' 04,1" W 52° 12' 51,6" 97m	Planície do igarapé Altamira , durante a pesquisa, essa área em 2015, correspondia ao chamado <i>Baixão do Tufi</i> , em 2016 já se observa as casas todas foram retiradas e a planície foi totalmente aterrada o igarapé Altamira não foi canalizado somente dragado. Compendo o Parque Ambiental do igarapé Altamira, vale ressaltar que neste momento há uma disputa sobre a execução das obras entre Norte Energia e Prefeitura Municipal de Altamira.	Redução da planície de inundação e alteração na morfologia do canal
NII: Ponto 25 S 3° 12' 08,4" W 52° 12' 32,9" 103	Comandante Castilho, em frente ao chamado Beco do Afonsinho e após a ponte Avenida João Coelho, área importante setor popular denominado Açaizal, em que o deslocamento era realizado praticamente em cima de pontes de madeira, bem no canto temos um chaveiro que segundo a moradora a Norte Energia tentou indenizá-lo por 40 mil segundo a mesma bem abaixo do mercado a mesma procurou Defensoria da União e conseguiu ganho de causa e permaneceu na área. Antes da obra o trecho era influenciado pelas cheias do Xingu e Afluentes. A questão que se levanta neste momento porque a permanência da população nesta área. A população do Beco do Afonsinho foi transferido para o RUC Jatobá., a planície do igarapé Altamira estava em obras o mesmo dilema com NorteEnergia e Prefeitura Municipal.	Redução da planície de inundação e alteração na morfologia do canal
NII: Ponto 26 S 03° 12' 07,7" W 52° 12' 26,8" Elevação 108m	Final da Rua 7 de setembro com a travessa Coronel Galhoso área totalmente inundada durante as enchentes foi aterrada e parte foi bloqueteada, identificou-se trecho considerável de casas indenizadas em 2015.	Tendência agravamento das inundações sazonais

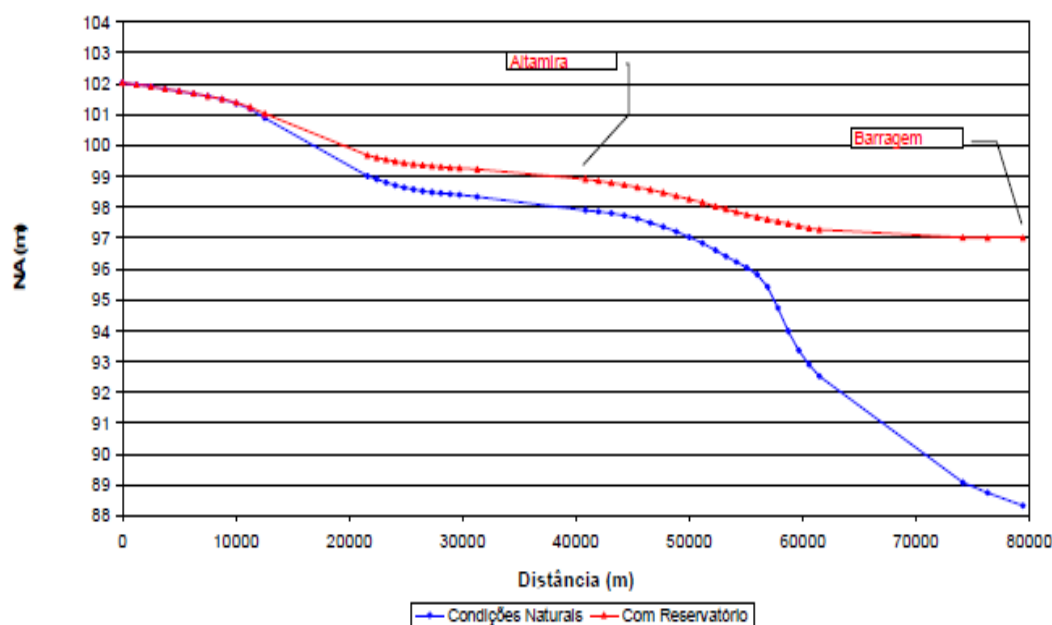
Figura 124: Mapa de síntese com pontos de controle do Nível de Perturbação socioambiental II na área Urbana de Altamira.



No nível de Perturbação II inseriram-se áreas que de forma geral foram impactados pela instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, relacionados a mudança de nível das águas do Rio Xingu (Figura 125). No subitem em que se tratou exclusivamente da relação das vazões com cotas fluviométricas e sua relação com as precipitações locais, observou-se que uma vazão aproxima a 20.000 m³/s é suficiente para causar inundações na área urbana, dependendo do nível do rio e da contribuição de precipitações locais.

No Estudo de Impacto Ambiental (2009) apresenta-se uma relação direta entre as vazões e o nível do rio, transformado em cotas topográficas demonstrando que a diferença do nível das águas do Rio Xingu após a instalação da barragem não causará mudanças drásticas, para uma vazão de 23.414 m³/s (Cheia média anual) seria gerado uma mudança apenas de 1 metro entre o perfil de linha para as condições naturais e com reservatório. Na prática observa-se esse tipo de análise é incapaz de mensurar a magnitude dessas transformações na área urbana, uma vez que a natureza é produto de relações complexas.

Figura 125: Gráfico apresentado no EIA (Estudo de impacto Ambiental) que o nível do rio para uma vazão média anual de 23.414 m³/s subiria de 98m para 99m.

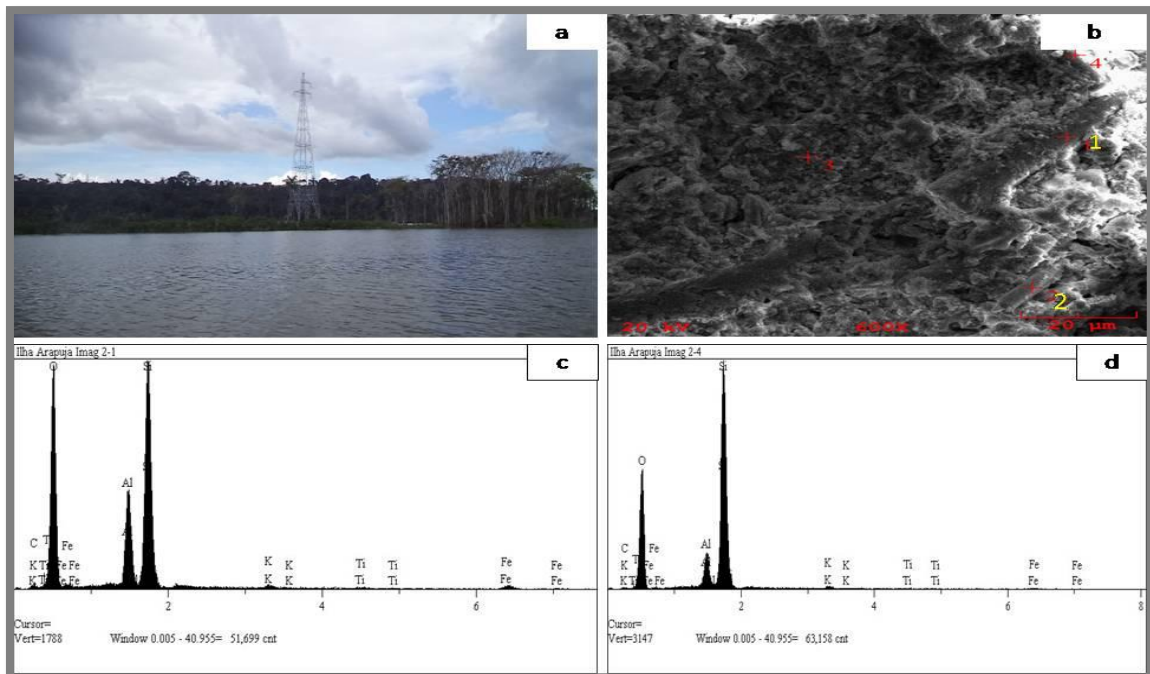


Fonte: Extraído do Relatório de Impacto Ambiental (2009).

Dentre os pontos amostrados estão setores que apresentam perda areal significativa como a ilha de Arapujá (Figura 126a). As áreas marginais do Xingu que eram importantes balneários como o Pedral e a praia do Pajé e Pepino e bairros periféricos populosos como bairro Aparecida, Invasão dos Padres, Boa Esperança, Açaizal, Baixão do Tufi – Sudam I que ocupava as planícies dos igarapés Ambé e Altamira em que foram construídos os Parques Ambientais e um novo sistema de vias.

Morfologicamente os sedimentos coletados a margem da lagoa no interior da ilha de Arapujá são inconsolidados sendo coletados com trado de lama, apresentaram cores 5Y 6/2 (cinzento oliváceo claro); com textura argilosa dos sedimentos. As análises microquímicas indicaram predomínio dos elementos alumínio, sílcio e oxigênio e em menor concentração Potássio e Titânio, e ainda contribuição de carbono (Figura 126c e 126d).

Figura 126: Caracterização do Nível de perturbação II: (a) visão da parte frontal da ilha de Arapujá; (b) imagem de amostras da borda da lagoa localizada no interior da ilha aumentada 600 vezes; (c) e (d) predomínio de Si, Al e O associado ao C e K.



Fonte: Pesquisa de campo (2016) e Laboratório de Microscopia UFPA.

Figura 127: Nível de perturbação II: (a) Recobrimento de pedrais pela elevação do nível da água do Xingu; (b) Planície do igarapé Ambé totalmente modificada por aterros e terraplanagem para construção do Parque Ambiental; (c) Trecho da Invasão colina na planície do igarapé Ambé com inundações sazonais agravadas após instalação de Belo Monte; (d) Extinção de vias de circulação pela elevação do nível das águas; (e) e (f) áreas frágeis apropriadas para novas construções no Trecho do Porto Pepino e sistema de lagoas no Haras de Altamira.



Fonte: Pesquisa de campo (2015; 2016)

Nível de perturbação III

Compreendem áreas de transição entre as áreas de Terra Firme e as antigas planícies de inundação, sobretudo as foram modificadas no projeto de requalificação urbana. Estas áreas compreendem Terraços (antigas planícies de inundação) identificados próximos a igarapés ativos e inativos, que exercem apenas função de drenagem urbana.

No caso de igarapés ativos correspondem a áreas de transição entre as terras firmes e os igapós estacionais e permanentes, que foram aterrados dentro do Plano de requalificação urbana inserido no Projeto Básico Ambiental (PBA). Esses terraços estão após essas obras tornaram-se mais expostos, e sujeitos a risco de deslizamentos.

Foram identificados terraços de colonização antiga, que abrigam solos de Terra Preta Arqueológica (TPA) As TPA's são formadas em solos que sofreram ação de povos pré-colombianos em áreas as próximas a cursos d'água, apresentam horizontes superficiais de coloração escura (preta) resultante do processo de adição de matéria orgânica, com presença de material arqueológico, lítico e carvão. Quimicamente apresentam elevado conteúdos de Ca, Mg, P, Mn, Zn e C Orgânico (KERN,1988; 1996).

A camada superficial coletada coloração escura 10 YR 2/1 preto, foi realizada a análise granulométrica de amostra de 0-20 cm, e apresentou textura franco arenosa, estrutura granular e sofrem impactos naturais de erosão de margem com a subida do nível das águas do Rio Xingu, e estão sendo apropriadas pela valorização dos terrenos próximos as margens do Xingu. As análises microquímicas- Espectro EDS no solo e na cerâmica presente mostraram argila do tipo Caolinita, além da concentração de cálcio e manganês (Figura 128).

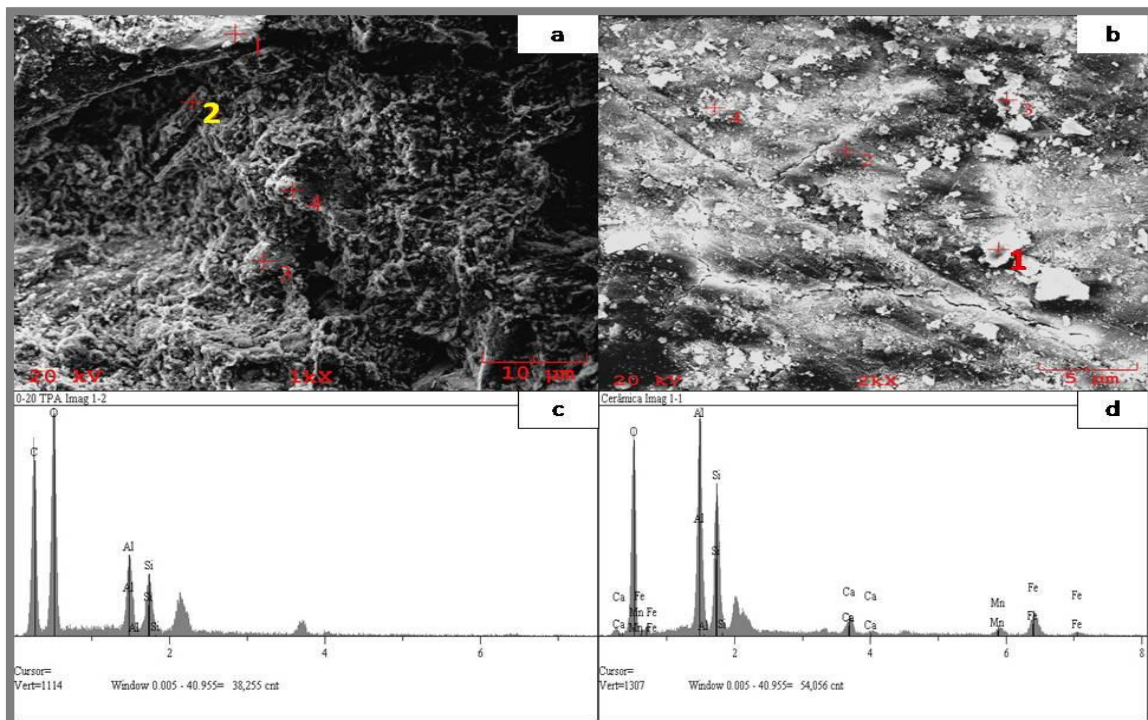
De acordo com Costa et. al (2009) a dieta dos povos da Amazônia baseada no consumo de mandioca (*Manihot* esculenta), vários tipos de batatas, frutas de distintas palmeiras, assim como alimentos de origem animal, muita proteína e gordura devem contribuir com P, além de Ca, Ba, Mg, Mn, Ba, Zn, Pb, entre outros, encontrados tanto nas cerâmicas como nos solos TPA.

Outra faixa de terraços foi identificada próxima as planícies dos igarapés Altamira e Ambé que foram suprimidas. O principal impacto identificado por meio da coleta de informações com moradores locais foi à contaminação das águas de subsuperficiais, varias residências extinguiram o uso da água para consumo humano de poços residenciais. Outra observação importante quanto à ocupação dos terraços e que alguns apresentam

textura arenosa, são ocupados totalmente por residências em áreas com declives acentuados que sob a ação de chuvas extremas podem provocar desbarrancamento, área que ficou bem evidente esse tipo de contato foi na transição do bairro Brasília com o bairro Sudam I, as casas instaladas na planície foram remanejadas e as casas localizadas no terraço permaneceram, entretanto sem proteção de vegetação de marginal.

Dentre os impactos identificados *in loco* no ano de 2016, por meio da coleta de informações com moradores do bairro Brasília, foi à contaminação de poços em duas principais ruas do bairro, que corresponde a essa faixa de transição, que ficou relativamente descoberta de vegetação e mais vulneráveis a ação do igarapé Altamira (Quadro 30 e Figura 129 e 130).

Figura 128: Imagens de Microscópio Eletrônico de Varredura de amostra de Terra Preta Arqueológica: (a) amostra de solo 0-20 cm; (b) Imagens da cerâmica das TPA; (c) Análise microquímica por meio de Espectro EDS do solo demonstrando o predomínio de O, Si e Al além de Carbono e, (d) Os fragmentos de cerâmica atestaram presença de Ca e Mn.



Fonte: Imagem de MEV e espectro EDS produzidas pelo Laboratório de Microscopia UFPA.

Quadro 30: Nível de perturbação III, pontos de controle, suas características e resumo do impacto.

<p>NIII: P1 S 03° 12' 09,8" W 52° 12' 46,4" 112 metros</p>	<p>Bairro Sudam I, Rua Anchieta, Igreja do Evangelho Quadrangular. Áreas que marcam a transição entre a planície de inundação e as áreas de Terra firme, porém, em grandes cheias eram atingidas com as inundações. Neste setor, tornou-se inviável o uso de água de poços para consumo Humano, sendo contaminados no ano de 2016 pela elevação do nível do lençol. Neste sentido, a Prefeitura Municipal de Altamira instruiu a população a utilizar apenas a água disponibilizada pela Companhia de Saneamento do Pará (COSAMPA), não sendo permitido o consumo da água dos poços.</p>	<p>Contaminação de águas dos poços, com elevação do Nível do lençol na época das cheias sazonais.</p>
<p>NIII: P1I S 03° 12' 01,3" W 52° 12' 56,8" 105 metros</p>	<p>Rua Osório de Freitas (Rua dos Cabarés), com a Goldim Lins, Bairro Brasília, neste ponto de coleta de dados identificamos parte de terraço arenoso em transição com área colinosas do Bairro Brasília e o Parque Ambiental do Igarapé Altamira (Antiga planície de Inundação, que foi novamente aterrada no contexto da Usina Hidrelétrica de Belo Monte). Neste ponto destaca-se o risco de desmoronamento pela exposição dos Terraços arenosos e contaminação das águas dos poços e retorno de água pelos vasos sanitários.</p>	<p>Contaminação de águas dos poços, pela elevação do nível do lençol na época das cheias sazonais.</p>
<p>NIII: P1II S 03° 12' 01,3" W 52° 12' 56,8" 114 metros</p>	<p>Rua Joaquim Acácio, com a Goldim Lins, bairro Brasília, neste ponto de coleta de dados identificamos parte de terraço arenoso em transição com área colinosas do Bairro Brasília e o Parque Ambiental do Igarapé Altamira (Antiga planície de Inundação, que foi novamente aterrada no contexto da Usina Hidrelétrica de Belo Monte). Neste ponto destaca-se a contaminação das águas dos poços.</p>	<p>Contaminação de águas dos poços, pela elevação do nível do lençol na época das cheias sazonais.</p>
<p>NIII: P1V S 03° 13' 36,4" W 52° 13' 13,6" Elevação 112m</p>	<p>Sítio arqueológico, localizado no bairro Independente II, próximo a margem do Xingu. Essa área não foi indenizada pela Norte Energia e encontra-se em processo de expansão. Trata-se da área onde se instalou a missão indígena que deu origem a cidade de Altamira. Com a elevação do nível das águas do Xingu com a elevação do nível das águas do Rio Xingu durante as cheias essa área ficou vulnerável a solapamento de margem, constituindo-se em margem de erosão.</p>	<p>Área de solapamento.</p>

<p>NIII: PV S 03° 14' 57,5" W 52° 11' 19,2" Elevação: 98m</p>	<p>Área ao lado do Porto da Balsa do Asurini, Rua Coronel José Porfírio- Bairro São Sebastião – apresenta uma área de exploração de areia, que esta atingida pelo solapamento de margens. Para minimizar o impacto foi construído um murro de proteção para depositar material e evitar força das águas fluviais durante período de cheias.</p>	<p>Área de solapamento com repercussão do ponto de vista socioeconômico. Atinge setor de exploração de areia e seixo do rio Xingu.</p>
<p>NIII: PVI S 03° 10' 27,0" W 52° 12' 34,2" Elevação 119m</p>	<p>Lago azul, localizado na antiga fazenda Bacajá. Atualmente, esta localizado próximo reassentamento urbano Jatobá a instalação de sistema de tratamento de esgoto foi identificado um grave vazamento de coliformes no lago azul é despejado no interior da represa que foi construída por antigo dono. Esse ponto apresenta-se como um elevado nível de contaminação da água que contaminará o baixo curso do igarapé Ambé.</p>	<p>Contaminação de águas do igarapé Ambé.</p>
<p>NIII: PVII S 3° 12' 14,5" W 52° 12' 14,7" 112 M</p>	<p>Praia da Orla próxima da casa do índio- Localizado na Avenida João Pessoa, este ponto apesar de não ter sido monitorado no ano de 2015, até porque sua instalação ser recente. Na pesquisa de campo de 2016 foi realizado análise do local no contexto da instalação da Praia da Orla, como uma compensação as perdas das praias temporárias (Padeiro), do desaparecimento de ilhas e de praias permanentes (Pajé e Pepino), a construção da Praia esta próxima a casa do índio, cercada por rochas e coberta de areia, transportada provavelmente do Rio Xingu. Essa praia esta enquadrada em nível 4 de perturbação, em função do risco de contaminação das águas, pois até a data presente o sistema de tratamento de esgoto ainda não estava em pleno funcionamento, e a praia já estava sendo utilizada para lazer normalmente. Esta praia localiza-se entre as duas desembocaduras do igarapé Altamira e do Igarapé Ambé, trecho de maior adensamento populacional de produção de resíduo de esgoto domestico. Além disso, proximidades estão a Casa do índio e o complexo que abrigará o mercado do peixe, Museu, Colônia de Pescadores e um Centro Náutico.</p>	<p>Risco de Contaminação de águas do Xingu por esgoto.</p>
<p>NIII: PVIII S 03° 13' 17,3" W 52° 13' 01" Elevação 102m</p>	<p>Rua Floriano Peixoto Bairro Independente II, rua praticamente desapropriada a população foi realocada para o Reassentamento Urbano Laranjeiras problema identificado na área as casas foram retiradas porem os poços ficaram abertos, com poucos centímetros para transbordar, importante indicador potencial de elevação do lençol. Outro aspecto que foi levado em consideração é que o processo de realocação considerou apenas o aspecto topográfico nas indenizações, pois mesmo com o alto nível de contaminação das águas algumas casas foram</p>	<p>Contaminação das águas subsuperficiais; exposição de antigos poços tipo Amazonas. Do impacto socioeconômico ressalta –se que muitos imóveis foram abandonados por</p>

	<p>mantidas isoladamente neste setor, e alguns moradores mantiveram suas residências no setor mesmo com essa limitação agravada durante o período chuvoso. Assim naqueles setores de baixos terraços com diferença de 1 e 2 metros foram mantidas as residências e as residências nas planícies abaixo de 2 metros foram remanejadas.</p>	<p>falta de água para uso doméstico (coloração ferruginosa).</p>
<p>NIII: PIX S 03° 13' 16,5" W 52° 13' 06,8" 105</p>	<p>Rua Floriano Peixoto Bairro Independente II, corresponde a áreas de permanência de residências pela recusa as indenização abaixo do valor, coleta de amostra da residência áreas de terraços e coleta em parede de poços abertos das casas destruídas.</p>	<p>Contaminação de águas dos poços.</p>

Fonte: Elaborado em pesquisa de campo em 2016.

Figura 129: Mapa de síntese com pontos de controle com níveis de perturbação socioambiental III, na área urbana de Altamira.

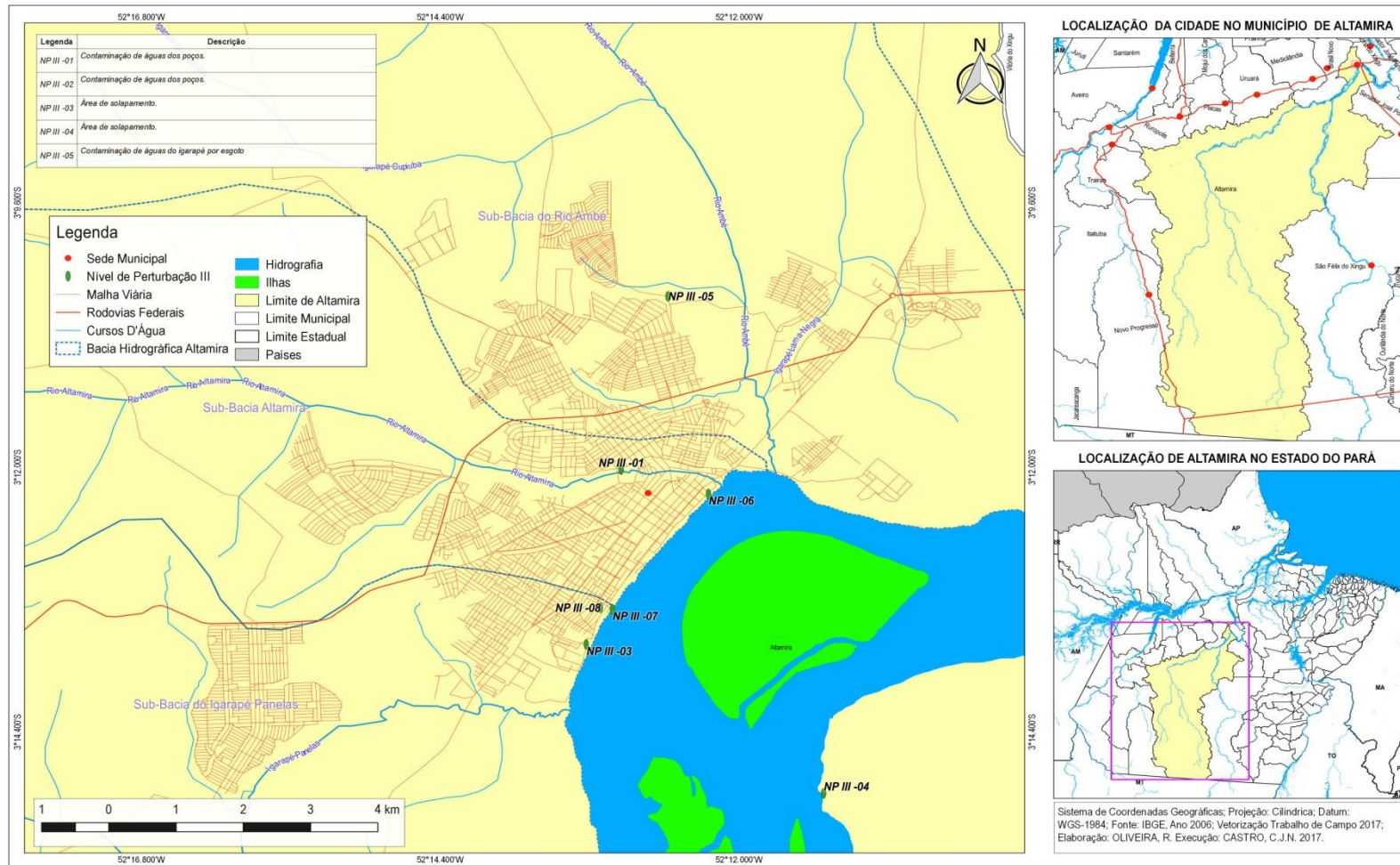


Figura 130: Nível de perturbação III: (a) e (b) elevação dos níveis da água em poço tipo Amazonas na rua Floriano Peixoto Bairro Independente II; (c) Trecho de solapamento das margens do Rio Xingu, Rua Coronel José Porfírio; (d) Abandono de casas em função da falta de água de qualidade após a contaminação do lençol Rua Coronel José Porfírio; (e) Rua Anchieta, bairro Sudam I, atestou-se contaminação da água dos poços; (f) Praia da Orla sob risco torna-se imprópria para o banho pela falta de sistema de tratamento de esgoto.



Fonte: Pesquisa de campo 2016.

Nível de perturbação IV

O nível de perturbação IV Abrange áreas com lagoas as margens do Xingu, essas áreas estão em transformação atual principalmente após a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte. Corresponde a uma área de importância notável na dinâmica do rio Xingu, uma vez que recebem o escoamento pluvial das áreas mais elevadas de bairros como Ibiza, Sudam II, que drenam água para essas lagoas e, além disso, o Rio no período das cheias estabelece interconexões subsuperficiais.

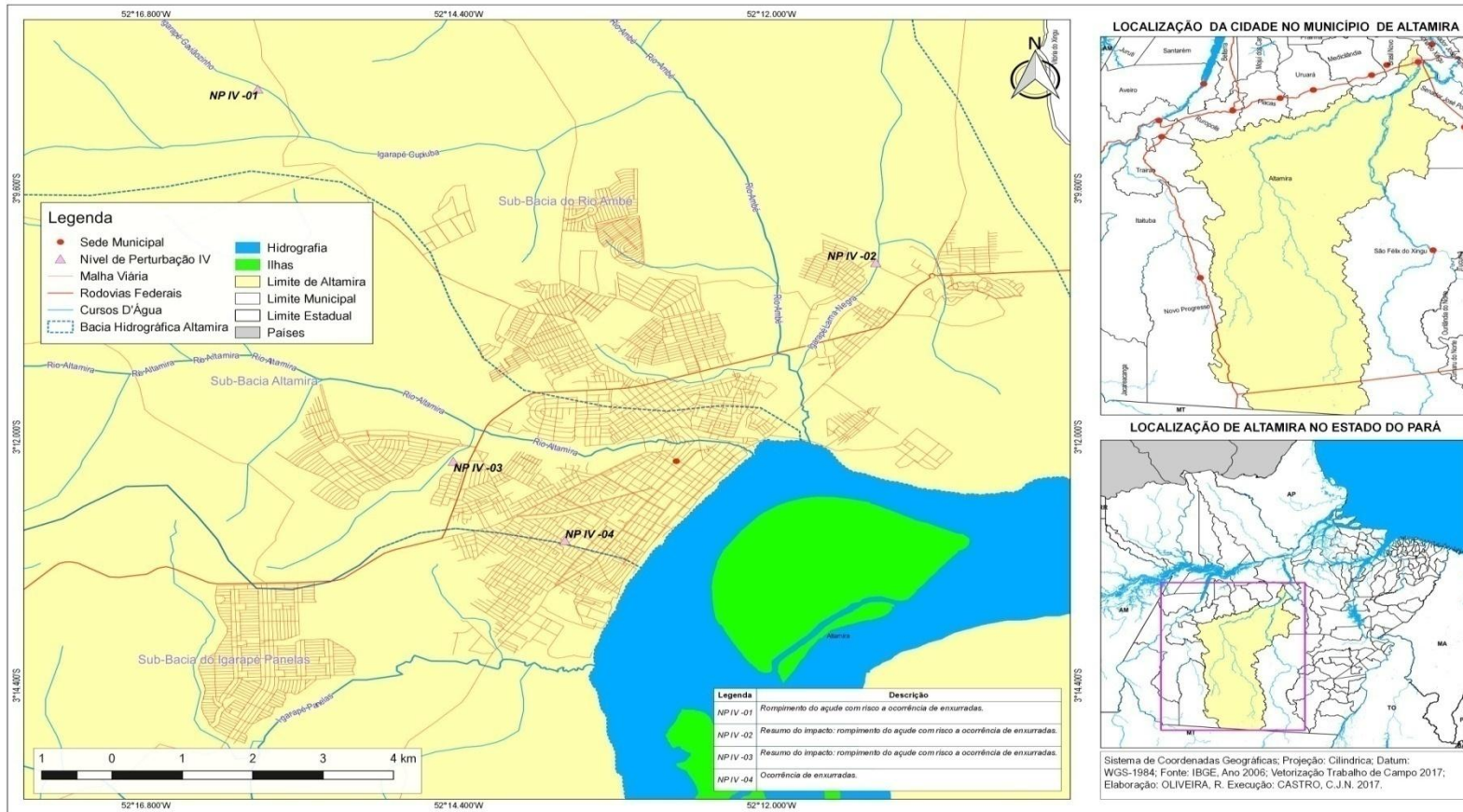
Atualmente a área esta sendo totalmente aterrada e também teve parte de sua área indenizada, uma vez que pertence a atividades vinculadas a criação de animais como cavalos, e ao lazer local. A previsibilidade sobre os impactos nestas áreas ainda é baixa, uma vez que, essas transformações ainda não se completaram, destacamos que esses setores que aparentemente não foram indenizados pela Norte Energia são foco de novas construções, e futuramente dependendo do tipo de construção e material utilizado em aterros são vulneráveis a perdas constantes com as inundações anuais no Xingu e pela dinâmica subsuperficial das lagoas marginais.

Outras áreas inseridas neste nível de perturbação correspondem à represas e açudes, destinados a lazer, desedentamento de animais e criação de peixes que representam riscos de rompimento e ocorrência de chuvas extremas acima de 100 mm. Esse trecho esta relacionado mais ação das precipitações e uso do solo, que propriamente as inundações nas planícies de inundação. Porém, foram inseridos entre os níveis de perturbação pelo impacto que podem gerar nas áreas de planícies em fenômeno de enxurrada (Quadro 31 e figura 131).

Quadro 31: Nível de perturbação IV, pontos de controle suas características e resumo do impacto.

Ponto – Coordenado geográficas	Descrição do ponto	Resumo do impacto
<p>NPIV: I S 03° 08' 38,4'' W 052° 15' 56,5'' 116 m</p>	<p>Recanto Cardoso - Estrada Princesa do Xingu, Ramal Monte Santo, km 10, Zona Rural. A água que circula no balneário, é proveniente do igarapé gaviãozinho, que deságua no igarapé Cupiúba das pedras. Com elevação de 116 mm. A barragem rompeu em 2009 com a elevada precipitação pluviométrica em torno de 200 mm, que levou a uma perda quase total do estabelecimento comercial. Que compreende hotelaria, restaurante, tobogã, três piscinas. Tanques de criação de peixes e pedalinho. Segundo o dono do estabelecimento atualmente a barragem possui licenciamento da SEMAS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade), para funcionamento. Após o acidente de 2009 essas barragens foram vistoriadas e passaram por ajustes.</p>	<p>Risco de rompimento do açude com risco a ocorrência de precipitação extrema.</p>
<p>NPIV: II S 03° 10' 18,9'' W 052° 11' 11,9'' 99m</p>	<p>No igarapé Lama Negra foi identificada um pequeno açude para criação de peixes, que no acidente de do ano de 2009 se rompeu. Como o igarapé Lama Negra é afluente do igarapé Ambé, existem outros afluentes que cortam propriedades, mas que não são cadastradas pelos órgãos outorgam a utilização dessa água. Na pesquisa de campo em 2016 os açudes estavam desativada em função da seca do verão. Rompimento do açude com risco a ocorrência de enxurradas.</p>	<p>Risco de rompimento do açude e contribuição a ocorrência de enxurradas</p>
<p>NPIV: III S 03° 12' 14,2'' W 052° 14' 26,5'' 114m</p>	<p>Represa próximo ao bairro Cidade Nova, cercada de morros e colinas de formas bem arredondadas. Não se trata de uma lagoa natural, mas foi construída com objetivo de implantação de balneário, sendo escavado artificialmente tratava-se de um vale que foi escavado com, para criação de peixes inclusive Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>), tendo 8 metros de profundidade, sua água irriga as hortaliças. Em 2009 foi uma das barragens que rompeu sendo o proprietário de nome multado pela SEMAs, entretanto, a represa foi reestruturada com rochas e cimento. Atualmente a área de entorno da lagoa é arrendada para produção de hortaliças como Alface, Couve e Cheiro Verde. A represa é alimentada por um dos afluentes do igarapé Altamira.</p>	<p>Risco de rompimento do açude com risco de ocorrência de enxurradas.</p>

Figura 131: Mapa de síntese de pontos de controle com níveis de perturbação socioambiental III, na área urbana de Altamira.



Nível de perturbação IV

Abrange áreas de lagoas que apresentam estágio denominado de intergrades (TRICART, 1977), entretanto, enquadradas no quinto nível por apresentar um comportamento caótico. Essas áreas tiveram ocupação acelerada desordenada, impulsionada por vários fatores:

- a) Elevada Especulação imobiliária durante a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte, reflexo do aumento no preço dos alugueis, e no valor dos imóveis nas áreas centrais próximas ao rio Xingu;
- b) Processo indenizatório incompleto ou avaliação dos imóveis abaixo de mercado local pela Norte Energia, que dificultou aquisição outros imóveis nos bairros centrais de Altamira, a comercialização de casas dos reassentamentos e compra de lotes mais baratas em nos trechos de lagoa;
- c) A chegada de migrantes a região de municípios próximos atraídos pelas novas oportunidades de trabalho nos canteiros de obra.

Desta forma, as áreas de lagoas marginais, foram sendo gradativamente aterradas com entulhos, serragens, solos retirados de outras áreas. Sua extensão e profundidade foram sendo reduzidos gradativamente ao longo dos anos. E a dinâmica sazonal mantida com o Xingu, foi grandemente alterada uma vez que durante o período chuvoso as lagoas funcionam como receptoras de áreas pluviais e fluviais, além de manterem uma alimentação hídrica subsuperficial. Do ponto de vista ecológico encerra-se a dinâmica de desova dos peixes é totalmente afetada, além de que praticamente são extintas a espécies de flora e fauna incluindo os buritizais, que circundam.

A mudança brusca de retirada da vegetação, tipo de sedimentos e ocupação desordenada em seu interior, problemas graves do ponto de vista estrutural como desabamento de casas. A convergência de águas pluviais de bairros circunvizinhos e a interação entre as lagoas e o rio Xingu durante as cheias, pode dar origem a enchentes rápidas de alto poder de destruição.

Esse setor foi anteriormente mapeado pela defesa civil e enquadrado como alto risco de enxurradas e movimento de massas ocorrendo convergência de águas pluviais das áreas privilegiadas topograficamente. Dos impactos observados está aumento da

frequência nas enchentes, afloramento de água subsuperficial, desabamento de casas, retorno de água de esgoto, dificuldade de escoamento, contaminação de água dos poços e perda de bens materiais (Quadro 32 e Figura 132 e 133).

Quadro 32: Nível de perturbação V, pontos de controle suas características e resumo do impacto.

Ponto e coordenada	Descrição do ponto	Resumo do Impacto
<p>NPV: Ponto 1 S 03° 13' 00.1" W 052° 13' 35,1" 109m</p>	<p>Rua Abel Figueiredo, bairro Independente I de acordo com morador vive na lagoa a 8 anos, por tratar-se uma área deprimida a água dos morros é drenada, totalmente para lagoa. No que se refere aos anos onde a linha d'água foi maior o destaque é para o ano de 2009, aonde a água chegou acima da cintura, às cinco horas da manhã a água invadiu sua residência, a partir de então por sua casa ser mais baixa teve que alugar outra residência por R\$ 200,00 para guardar seus moveis e se resguardar durante o período de chuvas. No passado o morador citou que havia jacaré, Sucuri, peixes e galinha d'água nessa área. Segundo os moradores existe um receio do rio encher com a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, não deixa a água escoar da lagoa. O morador considera-se o mais antigo da Lagoa. Comprou o lote a R\$ 5.500, possuindo a documentação. O morador reside com mais 2 filhos. Área de vale, que recebe contribuição de drenagem subsuperficial do lençol e superficial das águas pluviais do Bairro Bela Vista. A finalização das obras da Usina Hidrelétrica de Belo Monte tendência de aumento das inundações. Contaminação de poços, perdas de bens materiais e até vidas humanas.</p>	<p>Ocorrência de enxurradas</p>
<p>NPV: Ponto 2 S 03° 13' 01.6" W 052° 13' 33.8" 106m</p>	<p>Bairro Independente I, Travessa União, de acordo com a moradora a lagoa foi invadida loteada e vendida, em sua casa moram a 6 anos. São nascidos em Porto de Moz, e compraram esse terreno, até a aquela data a moradora afirma não existir nenhuma perspectiva de indenização. Descrevendo a área a energia e a água são clandestinas, segundo a residência localiza-se no centro da lagoa, durante o período chuvoso apenas as casas mais baixas enchem, as casas todas são em madeira, e a circulação ocorre por meio de pontes em madeira suspensas.</p>	<p>Ocorrência de enxurradas</p>
<p>NPV: Ponto 3 S 03° 13' 01.0" W 52° 13' 33.3" 106m</p>	<p>Rua da lagoa, área de ocupação recente a 4 anos. Em da inundação de 2009, destaca que até mesmo as pontes foram encobertas pelas águas, porém as justificativas estão em função da quebra das barragens.</p>	<p>Ocorrência de enxurradas.</p>

<p>NPV: Ponto 4 S 03° 12'55,3" W 52° 13'27,4" 107m</p>	<p>Setor da lagoa bem complexo marcado pela abertura de valas pela prefeitura para escoamento da água. Inclusive é possível observar a abertura que foi realizada em muro para escoamento da água e presença de maquinas da Prefeitura e presença de Bombas de sucção de água para minimizar o problema. A lagoa no trabalho de campo de 2016 estava praticamente toda ocupada incontáveis palafitas, e até mesmo casas de Alvenaria. Após a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte, as enchentes tornaram-se constantes. Das conseqüências estão Elevado risco de enxurradas. Contaminação das águas das caixas e poços.</p>	<p>Ocorrência de enxurradas.</p>
<p>NPV: Ponto 5 S 03° 12'55,2" W 52° 13'26" 107m</p>	<p>Bairro Independente I, fundo da casa, localizada na Rua Abaetetuba. Casa construída em madeira apresentava-se na ocasião abandonada. Foi realizada a coleta de solo em trado Holandês, entretanto inviabilizada pelo elevado conteúdo de água em subsuperfície. Neste ponto a poucos centímetros da superfície foi identificada presença de água, apesar de que em superfície não havia água exposta. As amostras inicialmente demonstravam ser de aterro pela mudança abrupta de coloração, com tons avermelhados em cima e acinzentados em profundidade, a 30 cm identificou-se água. Outro aspecto que nos chamou atenção que grande parte das casas da rua Abaetetuba estavam abandonadas, com placa de venda. De acordo com as informações locais esses problemas agravaram-se nos últimos dois anos, descritos no resumo de impactos. A Maioria dos impactos foram identificados após a instalação da Hidrelétrica de Belo Monte: Segundo a moradora a problemática agravou-se com a ocupação da lagoa, pois todo o esgoto era escoado para dentro da lagoa. Essa rua é como se fosse a borda da lagoa.</p>	<p>a) Contaminação de poços e água reservada a baixa altitude; b) Enxurradas durante as chuvas fortes; c) Perda de moveis e eletrodoméstico; d) Retorno de água do esgoto; e) Aparecimento de olho d água nas casas; f) Desmoronamento de casas; g) Problemas estruturais nas casas, algumas medidas paliativas foram tomadas como construção de barreiras na entrada das casas de alvenaria.</p>

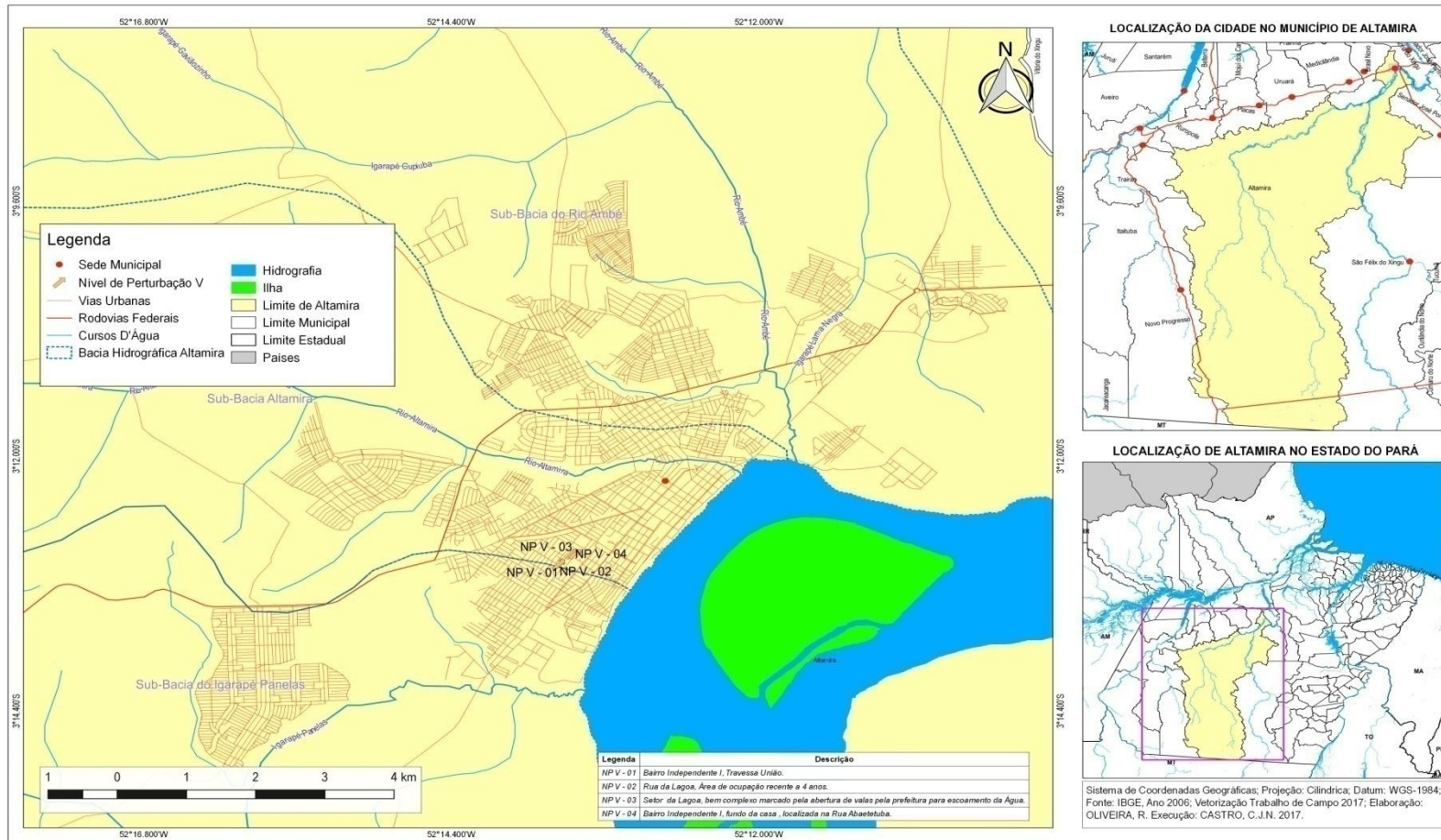
Fonte: Dados coletados em pesquisa de campo (2015 e 2016).

Figura 132: Vista da ocupação desordenada da lagoa no bairro Independente I; (b) Instalação de placa pela Prefeitura Municipal de Altamira na Rua Abel Figueiredo proibindo a ocupação; (c) Desabamento de casas; (d) Surgimento de nascentes no interior das residências; (e) Abertura de valas e instalação de bomba de sucção de água para minimizar o problema de inundações; (f) Coleta de amostra no quintal da casa atestou presença de água a poucos centímetros da superfície.



Fonte: Pesquisa de campo (2015 e 2016).

Figura 133: Mapa de síntese indicando pontos de controle com Nível de perturbação socioambiental na área urbana de Altamira.



A figura 134 apresenta todos os níveis de perturbação plotados no mapa de síntese em que se observa a existência de pontos em praticamente toda a área urbana de Altamira, representando impactos geomorfológicos e hidrológicos com histórico de registro antes da instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, como as antigas lagoas marginais que foram aterradas e das planícies de inundações tecnogênicas no igarapé Ambé e Altamira uma vez que tiveram maior parte das planícies de fluviais no baixo curso ocupadas desordenadamente.

Nos quatro capítulos foram tratados variáveis que influenciam o fenômeno de inundações em Altamira, desde a Grande Escala (climática) até a escala local que atingiu até o nível da microescala por meio da análise micromorfológica e microanálise (Espectro EDS).

A hipótese levantada nesta pesquisa é que as inundações na área urbana de Altamira respondem a ritmos natureza e da sociedade, sendo uma vez que interagem mutuamente uns sobre os outros, assumindo características de sistemas complexos como: a *auto-organização* e *elevada hierarquização*, e noção central de que os sistemas estão *em evolução* e que muitas vezes pequenas interferências na pequena escala pode provocar grandes alterações nas escalas superiores.

Dentre as variáveis esta o solo na área urbana, apesar de seu estudo não constituir-se em um objetivo específico dessa pesquisa é imprescindível pontuar aspectos a morfologia e da granulometria que colaboram para compreensão de uma dinâmica hidrológica entre o rio Xingu e as áreas de Terra Firme, Igapó permanente e Igapó estacional (Tabela 14).

A figura 133 é didática no sentido apresentar um modelo de conectividade entre Rio, planície de inundação e Terra firme na sub – bacia do igarapé Panelas que em relação às demais sub-bacias encontra-se mais preservada. A cheia do rio Xingu coincide com regime de chuvas regional, e vazante que coincide com período de estiagem com redução no volume de precipitação pluviométrica local no segundo quadrimestre (ASON). No primeiro quadrimestre (JFMA) o nível do Rio eleva-se (E), e cria canais de drenagem ou enche pequenos cursos d água (D), que atravessam os terraços antigos como o observado no Sítio Arqueológico da Praia do Pepino, e alimentam as lagoas marginais mais internas.

Figura 134: Mapa de síntese indicando todos os Níveis de perturbação socioambientais na área urbana de Altamira.

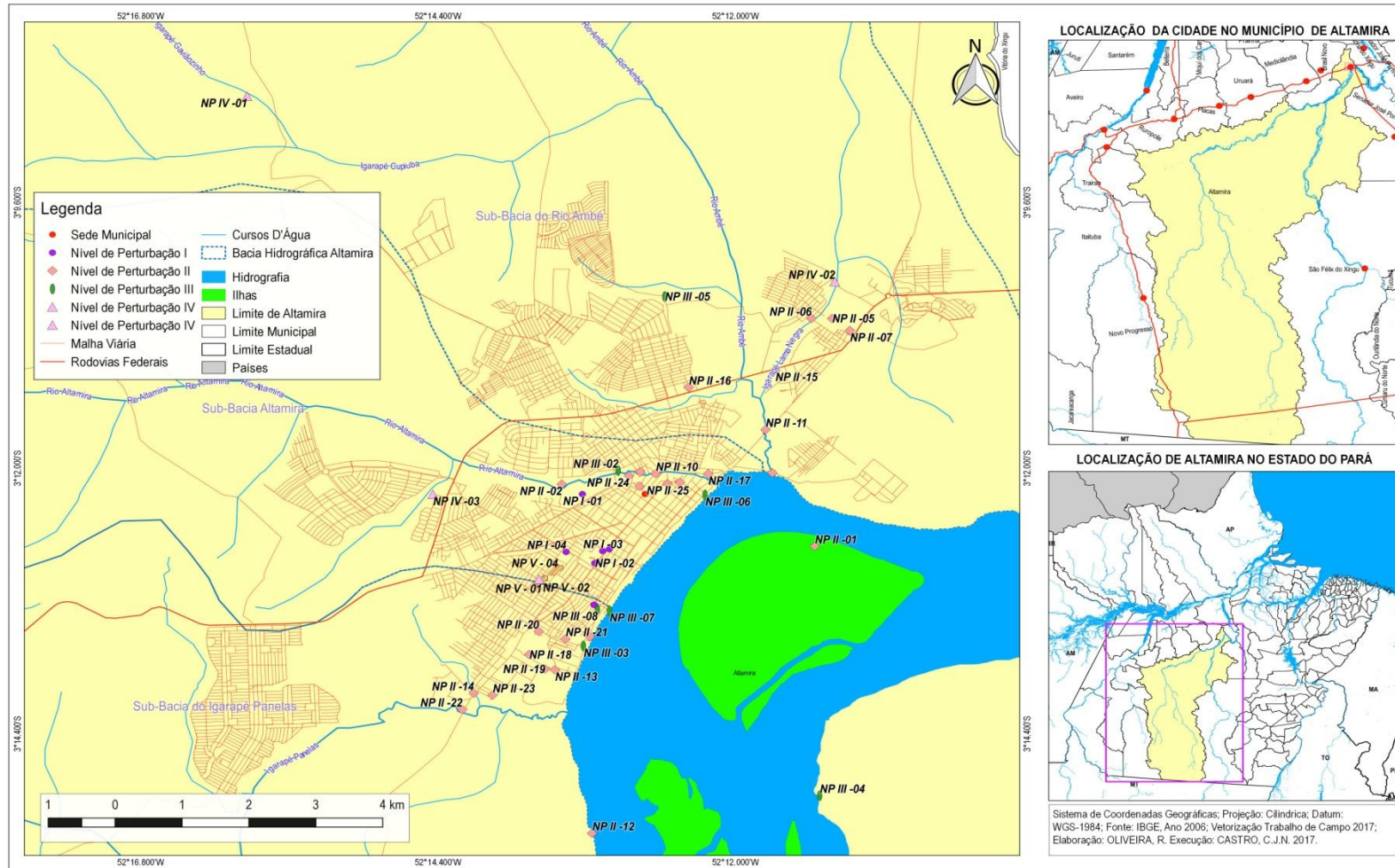


Tabela 14: Granulométrica de amostra de solos coletadas na área urbana de Altamira.

Amostra	Profundidade	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
	(cm)	g/Kg			
Lagoa ativa na ilha de Arapujá	0-40 cm	90	320	590	Argilosa
SENAI – Lagoa Aterrada	0-20 cm	510	120	370	Argilo-arenosa
SENAI – Lagoa Aterrada	20-30 cm	490	80	430	Argilo-arenosa
SENAI – Lagoa Aterrada	30-40 cm	400	100	500	Argilo-arenosa
Morro RUC Laranjeiras	0-10 cm	80	260	660	Argilosa
Morro RUC Laranjeiras	10-20 cm	90	290	620	Argilosa
Morro RUC Laranjeiras	20-30 cm	170	260	670	Argilosa
Morro RUC Laranjeiras (base do morro - Folhelho)	500cm	510	570	250	Argilo- Siltosa
Parede poço – Independente II	0-10 cm	570	100	380	Argilo-arenosa
Escola Estadual Polivalente	0-20 cm	570	230	450	Argilo-arenosa
Escola Estadual Polivalente	20-30 cm	610	150	390	Argilo-arenosa
Escola Estadual Polivalente	30 – 40cm	690	110	370	Argilo-arenosa
Escola Estadual Polivalente	40-50 cm	660	140	340	Franco Argilo- Arenosa
Sítio Arqueológico na Praia do Pepino	0-20cm	730	100	320	Franco Argilo Arenosa

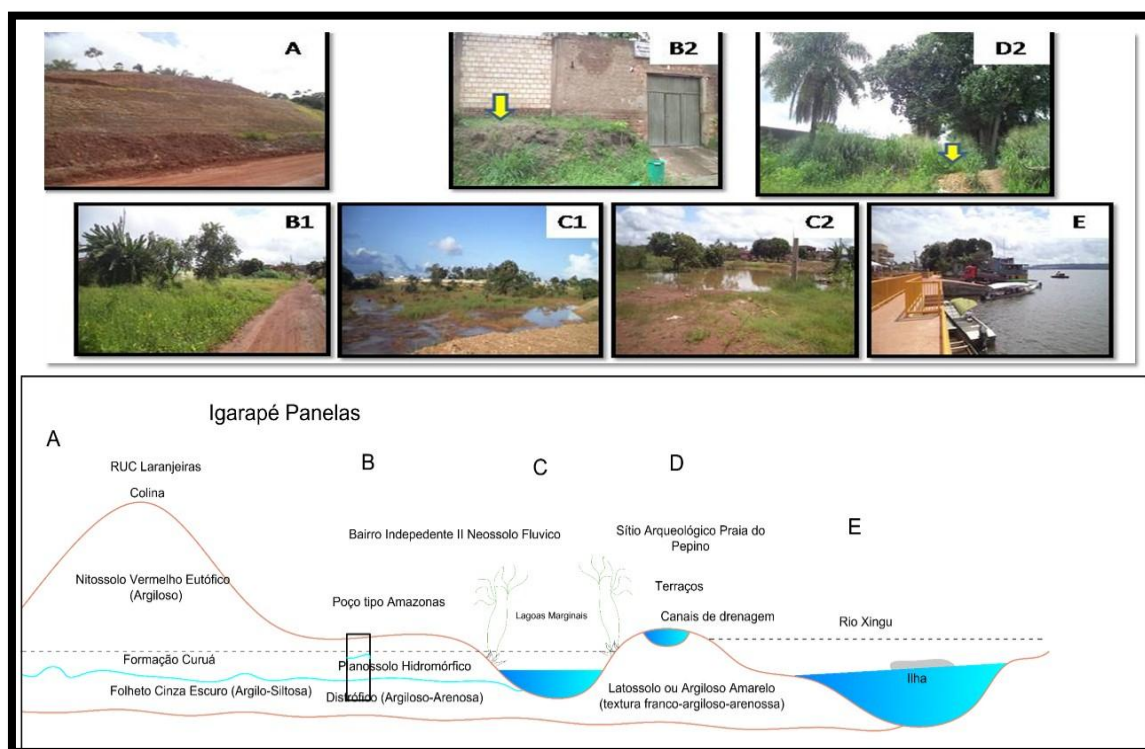
Fonte: Resultados obtidos por meio de análise granulométrica realizado no laboratório de solos do Museu Paraense Emílio Goeldi. - MPEG

As lagoas marginais localizam-se as margens do Rio Xingu e em áreas mais interiores (C1 e C2), tendo função ecológica de reter a água pluvial e fluvial durante o inverno amazônico, essa alimentação hídrica ocorre de maneira superficial e subsuperficial por meio dos canais de drenagem ou pela flutuação do lençol freático, conforme é apresentado na situação (C).

Esses ecossistemas estão associados a solos hidromórficos antigos como Planossolos e/ou recentes como Neossolos Flúvicos, quando preservadas estão relacionadas à presença de Buritizais em seu entono (*Mauritia flexuosa*). Teoricamente, as lagoas marginais recuadas funcionam como os *Palaeopotamon* (Ward & Stanford,

1995) são habitats aquáticos maiores, que durante as enchentes elevam sua profundidade, situados a certa distância do canal principal (Figura 135).

Figura 135: Perfil transversal do Rio Xingu e sua relação com a sub- bacia do igarapé Pannels.



Fonte: Croqui elaborado com base na pesquisa de campo (2015 e 2016).

O bairro Jardim Independente II (B) apresenta indícios de modificação da área por meio de aterros, mas, originalmente ocorrem Planossolos Hidromorficos Distróficos com concentração de argila em profundidade (Tabela 14). Entretanto, a principal característica dessa unidade é a presença de lençol de água suspenso de existência temporária durante o período chuvoso.

A situação (A) corresponde a áreas mais elevadas de colinas, onde foi instalado o Reassentamento Urbano Coletivo Laranjeiras cobertos de solos Nitossolos Vermelhos Eutroficos conhecidos como Terra Roxa Estruturada de textura argilosa (Tabela 14) de

alta fertilidade, entretanto, em pesquisa de campo foi identificado uma especificidade a presença de folhelhos da Formação Curuá, localizado em estrato na base das colinas, que foi exposto durante a construção de via de circulação que liga o Reassentamento a Transamazônica BR-230 a conseqüências foi um fluxo contínuo de água e que escoava em seguindo o declive.

No croqui apresentado acima são identificadas as condições de funcionamento ideais desses ambientes, entretanto, na prática visualizado nas fotografias, ocorrem inúmeras intervenções antrópicas. Nota-se que desde a situação (A) ambiente de Terra Firme até a situação (E) no canal fluvial, existe conectividade das águas subsuperficiais.

Esta dinâmica foi observada com mais nitidez após a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte pela contaminação das águas dos poços e afloramento de água do subsolo com a elevação do nível do Rio Xingu. A fotografia (D1) mostra a Rua Floriano Peixoto, Bairro Jardim Independente II, praticamente desapropriada por enquadrar-se abaixo da cota 100 m. Entretanto, a figura (B2) mostra que uma das casas permaneceu na área em função da diferença altimétrica de 1 metro desconsiderando esse a conectividade lateral.

Para exemplificar a situação (E) foi realizada uma coleta de solo na ilha de Arapujá no interior do canal fluvial, de maior representatividade em frente ao núcleo urbano de Altamira, a coleta de solos na margem da lagoa, sugere Neossolos Flúvicos de textura argilosa. Entretanto, a partir de 2016 intervenções sobre dinâmica de inundação do Rio Xingu que conferiram transformações relevantes a esse ecossistema.

Na sub-bacia do igarapé Ambé não foi possível coleta amostras, a área no ano de 2016 estava praticamente desocupada de residências, os trechos que não estavam modificados pelas obras de Requalificação Urbana foram inundados no período de cheias tornando-se inviável a coleta.

Na sub - bacia do igarapé Altamira foram realizadas coletas nos pontos inseridos no nível de perturbação I, semelhante ao que ocorre na sub-bacia do igarapé Pannels, apresentaram solos com coloração acinzentadas cobertos por solos de cores de solos com elevado conteúdo de ferro, sugerindo que foram aterradas com material provenientes de áreas colinosas. Dos impactos estão afloramentos de água subsuperficial e alagamentos crônicos. A presença significativa da fração argila nessas áreas em condição de enchente e inundação dificulta, também, a infiltração de água no solo, sendo importantíssimo avaliar o “efeito esponja” dessas planícies.

Teoricamente considera-se mesmo tratando-se de áreas de planícies de inundação antropizadas, o princípio de *corredor Hiporréicos* (STANFORD e WARD, 1993; p.49) pode esta ativo mesmo após inúmeras intervenções históricas nas planícies fluviais em Altamira, foram sendo ocupadas e gradativamente aterradas, com *depósitos tecnogênicos*¹⁶³ (PELOGGIA, 1997) de diferentes naturezas como material orgânico, restos de construções, solos removidos de áreas privilegiadas topograficamente de Altamira porém ainda permitem um fluxo de água interno.

A intensa modificação das planícies fluviais no núcleo urbano de Altamira reduz bastante potencial ecológico natural, por meio do pulso de inundação (JUNK, 1989), mas se reproduz mesmo em condições adversas, fortalecendo a noção de evolução dos sistemas. Uma vez que a zona hiporréica inclui o volume do lençol subterrâneo que é hidraulicamente interativo com o canal durante período das cheias, produzindo uma zona dinâmica, que é determinada pela porosidade do solo e ao volume de água que recarrega o lençol freático a partir do canal, em escala espacial que abrange praticamente, a faixa que o núcleo urbano de Altamira esta assentado (*Ver* mapa de nível de perturbação V) e temporal que antes da instalação da UHBM era anual.

Teoricamente, a variação espacial da planície de inundação do Rio Xingu acrescenta novos elementos ao modelo proposto por Sioli (1951) para os rios de águas claras na Amazônia, a extensão da planície de inundação é estreita e terra firme estabelece um contato direto com o canal fluvial, uma vez que esse canal ocupa zona de falha e fraturas.

Nos bairros Jardim Independente I, II e III observou-se que o rio Xingu apresenta uma planície de inundação extensa, porém, recuada, atrás dos baixos platôres.

Durante o período de enchente, o transbordamento do rio Xingu ocorre por meio do aparecimento de canais de drenagem temporários, que cortam os terraços ou trecho dos baixos platôres e, inundam áreas deprimidas que estão mais recuadas, por onde provavelmente o leito do rio atravessou no passado, em fase transgressiva.

¹⁶³ Depósitos tecnogênicos são gerados diretamente ou influenciados pela atividade humana, mas também de seus processos específicos, estes que atuam sobre os próprios depósitos tecnogênicos assim como sobre maciços e relevos pré-existent In: PELOGGIA, A. U. G. **A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do Município de São Paulo.** Revista Brasileira de Geociências 27(3), 1997. p. 257-268

Essas áreas deprimidas geralmente abrigam ecossistemas fluviais, como lagoas marginais permanentes, temporárias e igarapós estacionais (PRANCE, 1980), e funcionam como extensão do canal fluvial, durante a cheia do Rio Xingu, estão relacionadas à presença de buritizais, e recebem contribuição hídrica superficial e subsuperficial. Na planície do igarapé Panelas vários canais foram aterrados ou transformados para drenagem pluvial e as lagoas estão em processo de ocupação desordenada ou transformação de seus ambientes. Nesta etapa transição esses ambientes assumem muitas vezes comportamento caótico.

A variação temporal para Altamira é controlada pela sazonalidade, empiricamente morador A¹⁶⁴ do bairro independente II, identifica essa zona hiporréica por meio da variação no nível das águas dos poços Amazônicos que são utilizados por inúmeras famílias neste bairro, que atinge 0,5 a 1,0 metros para transbordamento nas cheias e na estiagem o nível da água fica a 4 metros. Assim o nível da água segundo morador é variável e o rio Xingu tem um papel fundamental nesta variação, quanto maior o nível d' linha d'água do rio, maior a influencia no nível dos poços.

Outro aspecto, pouco enfatizado é a interação entre pulsos de inundações diferentes do Rio Xingu e dos três igarapés estudados. O rio Xingu pela sua extensão representa um somatório de precipitação do Alto Xingu e parte do Médio Xingu, demonstra uma sazonalidade anual explícita e previsível de enchente e vazante, por outro lado a descarga dos três igarapés Altamira, Ambé e Panelas estão relacionadas a chuvas locais. Os igarapés de pequena ordem fluvial apresentam hidrograma irregular e relacionado à precipitação diária da região.

¹⁶⁴ Morador natural de Altamira, 64 anos, residente na rua Belize de Castro N^o 4136 foi indenizado com 142.000 mil reais por 4 casas, uma servia de residência e as demais eram alugadas e funcionavam como renda familiar, na ocasião não poderiam ser mais alugadas em função do período de aguardo da Indenização. No processo de Indenização o morador foi denominado de posseiro-ocupante, destacou que sua família foi uma das primeiras famílias do bairro, a primeira residência de sua família era no local da peixaria Kaline local de um antigo córrego, que foi aterrado no ano de 2013, na ocasião comenta que pequenas chuvas originam graves alagamentos.

CONCLUSÕES

As principais conclusões da pesquisa foram:

- Estudo da Expansão urbana de Altamira permite inferir que na área existem seis unidades hidrogeomorfológicas que foram sendo apropriadas pelos vários agentes sociais: a) Rio Xingu e Igarapé Ambé, Altamira e Pannels, b) Planície de inundação, c) Lagoas marginais, d) Terraços fluviais, d) Pedrais, e) Praias arenosas. Dos agentes sociais atuantes foram identificados: Pescadores, Oleiros, Areeiros, comerciantes, carpinteiros Náuticos e ribeirinhos dentre os quais estão os indígenas e que lhe atribuem funções diversas: captura de espécies de peixes para subsistência, até espécies que movimentam o mercado internacional como *Acaris*, moradia de população de ribeirinha que ocupam as planícies dos igarapés Ambé e Altamira, além de atividades como lazer e turismo e exploração mineral.
- Quanto a sua dinâmica dessas paisagens identificou-se fase Pré – Contato (1200-1300 d.C.) e mais seis *inputs* socioeconômicos que influenciam na morfologia urbana da cidade: 1º - Aldeamentos e missões, 2º e 3º Exploração e comércio do látex, 4º Construção da Rodovia Transamazônica, 5º Usina Hidrelétrica de Belo Monte e 6º mineração, em que se excetuando a construção da Rodovia Transamazônica essas atividades concentram-se no interior do canal fluvial (Rio Xingu) ou nas suas margens como foi à exploração do látex (Igapó e beirada da terra firme), da exploração do ouro e até mesmo durante a fase Pré-contato concentrou nas planícies e nos terraços por um fator geoestratégico aos povos indígenas.
- Da Morfologia Urbana a análise do mapa de evolução urbana constatou-se uma tendência nas décadas de 70, 80 e 90 e 2000 a abertura de loteamentos privados e invasões de terras em áreas de planícies de inundação das sub-bacias dos três igarapés e originaram diversos bairros: Santa Ana, Colina, Loteamento Aparecida, Mutirão Parque Ipê, Esplanada do Xingu, Coperfron, Independente I, II e III entre outros localizados principalmente no baixo curso dos três igarapés Altamira, Ambé e Pannels criando condições de instabilidade de acordo com a concepção de “*River. Continuum*” nas sub-bacias favorecendo a fenômeno de inundações. O 5º *input* socioeconômico marcado pela construção da Usina Hidrelétrica conferiu a extinção de bairros populosos como Aparecida e Baixão do Tufi e Açaizal, e ocupação de áreas colinosas acima da cota 110 nas três sub-bacias, por meio dos Reassentamentos Urbanos Coletivos: Laranjeiras;

Jatobá, São Joaquim, Casa Nova e Água Azul e por meio dos loteamentos privados Cidade Nova, Terras de Bonanza, Cidade Jardins.

➤ O levantamento histórico das inundações permitiu indicar os anos 1926, 1947, 1957, 1974, 1978, 1982, 1985, 2006, 2009, 2012, 2014, 2015 e 2016 como os que apresentaram maiores enchentes e inundações em Altamira com impactos nas dimensões sócio-econômica, saúde e circulação tais quais: a) atividades especulativas sobre os impactos das enchentes; elevação do custo de vida nas cidades; interrupção dos serviços coleta de lixo e água potável, paralisação do sistema educacional, paralisação do sistema telefônico e suspensão de atividades de olaria, pesca, distribuição de castanha-do-para e amêndoa de cacau.

➤ O impacto da inundação de 2009 permitiu enquadrá-la como do tipo rápida ou brusca pela imprevisibilidade do evento, magnitude dos impactos com 20 mil desabrigados e 20 bairros atingidos sendo provocada por extremos climáticos, ao modelo de uso das terras centrado no desmatamento, aumento de pastagem. A inundação do ano de 2014 é primeira referencia de fortes inundações, após a instalação da barragem apresentou as inundações em escala regional (médio e baixo Xingu), impactos na Zona Rural de Vitória do Xingu (Igarapés Facão e Gelo) representando a primeira referencia, Medicilândia e Altamira. O ano de 2016 é importante evidencia problemas setorizados bairro Jardim Independente II, assumindo caráter catastrófico e alcance da inundação em terras firme nas áreas centrais do núcleo urbano.

➤ A definição de três períodos longos com base nas vazões máximas diárias permite inferir que, o primeiro (1971-1986) abrigou os três anos maior magnitude das vazões 1974, 1978, 1982 e 1985 com vazões máximas diárias de 17073 a 31210 m³/s por outro lado, segundo período (1987-2002) apresentou inundações de menor magnitude com vazões máximas diárias 17373 a 23470 m³/s, apenas com dois anos de referencia 1989 e 1995 e o terceiro período (2003 a 2014) os anos de 2004, 2006, 2007, 2009, 2012 e 2014 os eventos de inundação tornaram-se mais frequentes com vazões máximas diárias de 13560 a 30320 m³/s;

➤ Os anos de *La Niña* foram propensos à ocorrência de inundações destacando-se os anos de 1974 e 1985, 1989 e 2014. As inundações assumem potencial areal, podendo alcançar setores mais distantes na área urbana de Altamira, principalmente quando

coincide com picos de pulso de inundação, vazão acima 15000 m³/s, e cotas superiores a 6 metros, atingindo antigo leito excepcional, mesmo que esteja modificado. Entretanto, as inundações também ocorrem em anos de *El Niño* 1982, 2009 e 2012 tendo influencia de fases quentes e frias maiores como ODP e OMA. O pulso de inundação do Rio Xingu pulso é do tipo *monomodal previsível com amplitude alta*, uma vez que a flutuação do nível da água é sazonal, influenciado por regimes de precipitação anual, e seus afluentes Ambé, Altamira e Panelas apresentam pulso *Polimodal Imprevisível*, com amplitude influenciada por chuvas diárias, declive e uso das terras com pulsos variáveis que transitam de 5 dias até 30 dias no rio Xingu.

➤ A cidade de Altamira esta sujeita a dois tipos de inundação gradual e rápida. O primeiro registro inundação rápida foi no ano de 2009 (El Niño Fraco, ODP Negativa e OMA Positiva), sendo resultado da interação de eventos de precipitação extremos no dia 12 de abril com 226 mm, cota do rio 678 cm e vazão de 18 996 m³/s, portanto, mas associada a aumento das chuvas locais pela influencia, o aparecimento de gradiente de TSM norte – sul no Oceano Atlântico Tropical afetou a posição da ZCIT modulando a distribuição sazonal da precipitação pluviométrica na parte central da Amazônia, associado a aspectos naturais estão os antropogênicos estão elementos relacionados ao uso das terras como a instalação irregular de represas nos igarapés Altamira e Ambé para uso agropecuário que romperam e originaram um evento catastrófico;

➤ O estudo morfométrico das três sub-bacias permite concluir que o igarapé Panelas apresenta o maior nível hierárquico sendo um canal de 4^a ordem (quarta), a maior área drenada com aproximadamente 530 km² e maior comprimento do canal principal com aproximadamente 42 km, seguido do igarapé Ambé definido como um canal de 3^a (Terceira), área drenada de aproximadamente 230 km² e comprimento de aproximadamente 34 km, e finalmente o igarapé Altamira que é um canal de 2^a ordem, drenando área de 75 km² e extensão de 19 km. O índice de circularidade das três sub-bacias foi inferior a 0,5 indicam valores médios a baixos, que coadunam com os valores do coeficiente de compacidade inferiores a 2 que indica presença de bacia mais alongadas. A variação altimétrica demonstrou bons indicadores para ocorrência de inundações na sub – bacia o igarapé Panelas a variação foi maior em torno de 214 m, seguida pela amplitude topográfica da bacia do igarapé Altamira com 108 m apesar de se tratar de uma bacia com área inferior as demais bacias analisadas, e 106 m na sub – bacia do igarapé

Ambé. Essa característica favorece a possibilidade de inundações rápidas em caso de extremo climatológico. Outro aspecto desse gradiente acentuado entre a nascente e a foz, que reduz o tempo de descarga da nascente a foz desses igarapés, provocando picos de cheias à jusante, lembrar que o regime de precipitação local coincide com o regime de cheias do Rio Xingu.

➤ Na área urbana de Altamira foram identificados ecossistemas de transição classificados como lagoas marginais que apresentam nível d água variável de acordo com período de cheias e vazante sendo integradas a lençóis de água subterrânea e podendo ser alimentadas por canais de drenagem conectados com o Rio Xingu. Seu papel ecológico foi gradativamente sendo alterado com a expansão da área urbana sendo definidos três estágios de estabilidade: lagoas remanescentes, Lagoas em processo de aterramento e ocupação desordenada e lagoas extintas. A expansão do núcleo urbano não considerou essas especificidades, obras como a expansão da pista de pouso na Rua Brigadeiro Eduardo Gomes e a invasão Aparecida são citados como importantes intervenções;

➤ O maior impacto relacionado às lagoas Marginais relaciona-se as que estão em nível de intervenção atual por meio de aterros e ocupação desordenada situação agravada pela construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. A especulação imobiliária durante a instalação da barragem contribuiu para que inúmeras famílias se deslocassem para áreas de proteção ambiental, durante os processos de desapropriação das planícies do igarapé Altamira e Ambé algumas famílias não foram contempladas com a indenização, nem tão pouco assentadas nos Reassentamentos Urbanos Coletivos, ou receberam valores incompatíveis com mercado imobiliário local, assim apenas transferiram as casas do baixão do Tufi e Rua da peixaria e construíram no setor Lagoa. Essas áreas apresentam riscos a desastres como inundações rápidas em função da forte conectividade entre o Rio Xingu e as Lagoas marginais por meio de canais de drenagem e subsuperficialmente através dos com após o barramento do Xingu as águas pluviais escoam para as lagoas, pela posição no trecho de montante são modificados a dinâmica de cheias e vazantes, permanecendo com nível da água semelhante ou superior ao período de cheias dependendo, do nível de intervenção na lagoa, precipitação pluviométrica local e interações subsuperficiais do Rio Xingu com Lagoa. Assim, recomenda-se que as famílias que residem na lagoa sejam reconhecidas como impactadas pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte, sendo indenizadas ou reassentadas em Reassentamentos Urbanos Coletivos em caráter de urgência pela Norte Energia, e que a área da Lagoa e adjacências seja

desapropriada e que não sejam inseridos em Projeto de Requalificação Urbana nos respeitando as especificidades locais de ambiente de igapó;

➤ Os níveis de estabilidade das lagoas marginais e as alterações dos níveis hidrométricos do Rio Xingu permitiram definir cinco níveis de perturbação socioambiental na área urbana reconhecendo que o maior patrimônio no Médio Xingu é além das unidades hidrogemofológicas sua população local. Esses impactos que incluem desde alagamentos efêmeros até impactos mais graves como no nível V que demonstrou a presença de um comportamento caótico no sistema ambiental, tendendo a imprevisibilidade: a) aumento da umidade do solo, que poderá implicar alteração das suas características de estabilidade estrutural natural e, afeta diretamente as fundações de casas ou estruturas nele assentadas uma vez que as planícies de inundação de Altamira foram aterradas com matérias de natureza diversas; b) afogamento de fossas com focos de contaminação do aquífero durante o período de cheias do Xingu em 2016; c) aumento da vazão de poços, como decorrência do aumento da espessura da lâmina d'água alguns poços a água atingiu a superfície; d) formação de áreas permanentemente alagadas em zonas topograficamente deprimidas, como ocorreu na planície do igarapé Ambé; d) aumento das dimensões das lagoas ou zonas úmidas já existentes; e reativação de lagoas extintas; e) O agravamento das contaminações em áreas em que as inundações temporárias com recobrimo trechos altamente antropizados provocando redução de oxigênio na área e morte de peixes conforme se observou nas cheias de 2017;

Do ponto de vista teórico a pesquisa contribuiu no sentido de discutir níveis de estabilidade em ecossistemas como as lagoas marginais foi possível notar diferentes estágios de evolução e a própria capacidade de resiliência desses ambientes. Assim, entendemos que a partir das bifurcações (intervenções humanas) acabam assumindo um comportamento caótico que responde a quatro variáveis: a) *pequena mudança pode causar uma enorme diferença em sua previsibilidade inicial*, c) *apresentam inúmeras variáveis envolvidas (Aninhamento hierarquico)*; d) *iniciam com bifurcações*. Outro contribuição é no sentido do aperfeiçoamento do modelo de perfil transversal proposto por proposto por Sioli (1951) com planícies de inundações recuadas e elevado grau de conectividade hidrodinâmica que integra Rio Xingu, planícies de inundação, lagoas marginais e alcança a Terra Firme.

Do ponto de vista metodológico a pesquisa contribuiu no sentido de inserir metodologias interdisciplinares, destaca-se a importância dos relatos orais em que a partir de sua história de vida e a temática central inundações, foi possível identificar os bairros com lagoas extintas, canais de drenagem extintos e as transformações na área urbana de Altamira, e, sobretudo, no capítulo de análise da paisagem das características, funções e da dinâmica. As técnicas complementares como análise morfológica dos solos, granulometria e micromorfologia enriquecem discussão no sentido de demonstrar que as planícies de inundação foram modificadas, que as lagoas marginais e que vários trechos dessa planície apresenta predomínio de frações finas como argila, que em situação de inundação a infiltração é lenta, e que associada a geometria do canal principal Rio Xingu, no trecho, Volta grande reduz a velocidade do escoamento.

REFERENCIAS

AB' SÁBER, A. N. **O Pantanal Mato-Grossense e a Teoria dos Refúgios**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro,. ano 50, n. especial. 1988. 9-58p.

AB' SÁBER, A. N. **Brasil: Paisagens de Exceção: o litoral e o Pantanal Mato –Grossense: patrimônios básicos**. Cotia – SP: Ateliê Editorial. 2006.182p.

AB' SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANTUNES, A.P.; SHEPARD JUNIOR, VENTICINQUE, E. M. **O comércio internacional de peles silvestres na Amazônia brasileira no século XX**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas. Belém, V.9, n.2, 2014. p. 502

ALMEIDA, J.R.; TERTULIANO, M.F. **Diagnose dos sistemas Ambientais: Métodos e Indicadores**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, J. T. Avaliação e Perícia Ambiental. 1999. 115-171p.

ALMEIDA I S.S. de; AMARAL; D. D. do; SILVA , A. S. L. da. **Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico**. Acta Amazônica.VOL. 34(4) 2004: 513 – 524.

ALONSO, S.; CASTRO, E. **Processo de transformação e representações rural- urbano em Altamira**. In: CARDOSO, A.C.D (org.). O rural e o Urbano na Amazônia: diferentes olhares e perspectivas- Belém: EDFPA, 2006.p. 161-215

ALTAMIRA, PREFEITURA MUNICIPAL DE. **Plano diretor de Altamira. Relatório do Plano Diretor**. Volume II. Technum Consultoria - Brasília. Processo de revisão do plano diretor do Município de Altamira – Pa. 2010. 309p.

ALBERTI, V. *Manual de História Oral*. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

ANTUNES, A.P.; SHEPARD JUNIOR, VENTICINQUE, E. M. O **comércio internacional de peles silvestres na Amazônia brasileira no século XX**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas. Belém, V.9, n.2, 2014. p. 502

ARAÚJO, R.; ANDREOLI, R. V.; CANDIDO, L. A., KAYANO, M. T.; SOUZA, R. A. F. de. **A influência do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul**. Acta Amazonica.VOL. 43(4) 2013: 469 - 480
ARAÚJO, R.; CASTRO, E.; ROCHA, G.; SÁ, M. E.; MATHIAS, A.; MONTEIRO, M.; PUTY, C.; MONTEIRO, R.; CANTO, O.; BENNATTI, J. **Estado e sociedade na BR-163: Desmatamento, conflitos e processos de ordenamento territorial**. In: CASTRO, E. (org.) Sociedade, território e conflitos: BR-163 em questão. 2008. NAEA. Belém-Pa. 13-83.

ARRAUT, J. M., NOBRE, C. **Ciclo anual de transporte de umidade sobre a Amazônia e de chuvas nos subtropicais da América do Sul**, Conferência Internacional, Amazônia Integrada, LBA, INPA, Manaus-AM. 2008.

ARCADIS TETRAPLAN. **Avaliação Ambiental integrada da bacia do Xingu**. São Paulo. 2009. 40p.

ASSIS, T. A. DE; MIRANDA, J. G. V.; MOTA, F. DE B.; ANDRADE, R. F. S. E CASTILHO, C. M. C. de. **Geometria fractal: propriedades e características de fractais ideais (Fractal geometry: properties and features of ideal fractals)**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, 2008. 2304.01- 2304.10.

BAPTISTA, J.J. **Aplicação dos métodos elétricos e eletromagnético para o estudo hidrogeológico no município de Altamira – Pará**. Tese apresentada para obtenção do grau de mestre em Geofísica, centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 1998. 63´p.

BARBOSA, G.V.; RENNÓ, C.V.; FRANCO, E.M.S. Geomorfologia. In: BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA.22-Belém**; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. p. 1-36. (Levantamento dos Recursos Naturais, 5).

BELO SUN MINERAÇÃO LTDA. SENADOR JOSÉ PORFÍRIO – Pa. **Relatório de Impacto ambiental – Rima**. Projeto Volta Grande. 61p.

BERTALANFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1975.

BERTRAND, G. Paysage et Géographie Physique Global, **Revue Géographique des pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse: 39(3):242-272, 1968.

BEMERGUY, R. L. **Morfotectônica e evolução paleogeográfica da região da calha do rio Amazonas.** Universidade Federal do Pará. Belém-Pará. (Tese de doutorado em ciências na área de Geologia). 1996. 217p.

EMERGUY, R.L., COSTA J.B.S. **Considerações sobre o sistema de drenagem da Amazônia e sua relação com o arcabouço tectono-estrutural.** Revista do Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 3: 75-97.

BECQUELIM, P. **Arqueologia Xinguana.** In: PENTEADO, V. (Org.). Karl von den Steinen: um século de antropologia no Xingu. São Paulo: Edusp, 1993.

BENNEMA, J. **Report to the government of Brazil on classification of Brazilian soils.** Rome, FAO, 1966 (ETAP. Report,2197).

BIGARELLA, J.J.; SUGUIO, K.; BECKER, R. D. **Ambiente fluvial: ambientes de sedimentação, sua interpretação e importância.** Curitiba, UFP/ADEA. 1979. p. 80.

BIGARELLA, J.J.; BECKER RD..Sea level changes. In: International Symposium on the Quaternary. Curitiba. Topics for discussion. *Bol Paran Geocien* 33: 1975. 245-251.

BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. **Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos. Acta Amazônica em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus.** VOL. 37(2) 2007: 303 – 308.

BORELLI, D. L. **Aziz Ab'Sáber: problemas da Amazônia brasileira.** *Estud. av.* [online]. 2005, vol.19, n.53, pp. 7-35. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000100002>.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Relatório síntese do diagnóstico das condições de saneamento ambiental nas sedes dos municípios do Estado do Mato Grosso inseridas na bacia hidrográfica do rio Xingu.** 2005. Relatório Final. 59p.

BRASIL, CASA CÍVIL DA PRESIDENCIA DA REPÚBLICA. **Plano de desenvolvimento sustentável do Xingu.** 2009b. 182p.

BRASIL. ELETROBRÁS/LEME. EIA- Relatório de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte. Leme Engenharia Ltda. Eletrobrás. 2009.197p.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa Altamira – Pará.** Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2012. 6p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de Desastres: desastres naturais.** 2007. 182p.

BRASIL, ELETRONORTE. **Estudos de inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu: Estudos sócio-econômicos e físicos territoriais.** 1980. Volume 4. 10.4p.

BRASIL, ELETROBRÁS/LEME. EIA- **Relatório de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte. Leme Engenharia Ltda. Eletrobrás.** 2009.197p.

BRASIL, ELETROBRAS. Estudo de Impacto Ambiental: Áreas De Influência Direta E Diretamente Afetada Do Meio Físico. 2009. 471p.

BRASIL. Ministérios das Cidades. **Diagnóstico das condições de saneamento nas sedes dos municípios do estado do Mato Grosso inseridas na bacia hidrográfica do rio Xingu. 2005.** Relatório Final. Relatório de Síntese. 59p. Disponível em: <http://www.pmss.gov.br/index.php/apoio-a-municipios/municipios-da-bacia-do-rio-xingu>. Acesso em: 16-03-2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Relatório síntese do diagnóstico das condições de saneamento ambiental nas sedes dos municípios do Estado do Mato Grosso inseridas na bacia hidrográfica do rio Xingu.** 2005. Relatório Final. 59p.

BRITO, A. J. I. **Insubordinados sertões: o Império português entre guerras e fronteiras no norte da América do Sul – Estado do Grão-Pará, 1750- 1820** /; orientador João Paulo G. Pimenta. – São Paulo, 2016.596 f. (Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo).

BUREL, F.; BAUDRY, J. **Ecologia del paisaje:** conceptos, métodos y aplicaciones. Madrid: Mundi-Prensa, 2002. 353p.

CARDOSO, A. C.; FERNANDES, D. A.; e BASTOS, P.B . **Relatório Urbis** Amazônia. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/urbisAmazonia/lib/exe/fetch.php?media=urbis:producoes:rel:anexo_k_e ntreescalas_cidades_desurb.pdf.

CAMARGO, L.H.R de; GUERRA, A.J.T A geografia da complexidade: aplicação das teorias da auto-organização ao espaço geográfico. In: **Contribuições à história e à epistemologia da geografia.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 127-162p.

CAMARGO, M. & GHILARDI JR, R. **Entre a terra, as águas e os pescadores do médio Xingu – Uma abordagem ecológica.** Belém- Pará. 2009.329p.

CALVI, M. F. **Fatores de adoção de sistemas agroflorestais por agricultores familiares do Município de Medicilândia, Pará** / Miquéias Freitas Calvi; orientador, Osvaldo Ryohei Kato. - 2009. (Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas), Belém, 2009. 121p.

CAPRA, F. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** Tradução Newton Roberval Eicheemberg. São Paulo: Cultrix, 1996a. 256 p. Título Original: the web of life: a new scientific understanding of living systems.

CAPUTO, M.V. **Discussão sobre a Formação Alter do Chão e o Alto de Monte Alegre**. 2011. 1-19p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/.../275892788>. acesso: em 07-03 -2016 as 19:11hs.

CARNEIRO, C. **Influência do ambiente de nidificação sobre a taxa de eclosão, a duração de incubação e a determinação sexual em podocmenis (Reptilia, Podocnemididae) no tabuleiro do Embaubal rio Xingu, Pará**. (Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca). 2012. 46p.

CARVALHO JÚNIOR, J. R.; CARVALHO, N. A. S. da S. ; NUNES, J. L. G.; CAMÕES, E.; BEZERRA, M. F. da C.; SANTANA, A. R. de; NAKAYAMA, L. **Sobre a pesca de peixes ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso**. B. Inst. Pesca, São Paulo, 35(3): 521 - 530, 2009.

CARUSO JR., F.; SUGUIO, K.; NAKAMURA, T. **The quaternary geological history of the Santa Catarina Southeastern Region (Brazil)**. *An. Acad. Bras. Ciênc.* [online]. 2000, vol.72, n.2, pp.257-270.

COSTA, J.B.S., BEMERGUY, R. L., HASUI, Y., BORGES, M. S., FERREIRA JÚNIOR, C.R.P., BEZERRA, P.E.L., COSTA, M.L. & FERNANDES, J.M.G. **Neotectônica da região Amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais**. *Geonomos* - v.4 n. 2. 1996. p. 23-44.

COSTA, A. S.; CARIELLO, B. L.; BLANCO, C. J. C.; PESSOA, F. C. L., **Regionalização de curvas de permanência de vazão de regiões hidrográficas do Estado do Pará**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.27, n.4, , 2012. p. 413 – 422.

COSTA, É. F. N. da **Periferização, dispersão e fragmentação urbana em cidades intermediárias da Amazônia: o caso de Altamira, Pará**. 213.159p. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, da Universidade da Amazônia, para obtenção do grau de Mestre. Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Arbage Lobo).

COSTA M.L., CARMO M., OLIVEIRA H., LIMA H., KERN D., GOESKE J. 2009. **A Mineralogia e Composição Química de Fragmentos de Cerâmicas Arqueológicas em Sítios de Terra Preta de Índio** In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds.) *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*, Manaus, EMBRAPA Amazônia Ocidental, p. 225-241

COSTA, A. S.; CARIELLO, B. L.; BLANCO, C. J. C.; PESSOA, F. C. L., **Regionalização de curvas de permanência de vazão de regiões hidrográficas do Estado do Pará**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.27, n.4, , 2012. p. 413 – 422.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial** Editora Edigard Blücher, 1981. p 244

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. 1ª Edição. 1999. 236p.

CHRISTOFOLETTI, Anderson L. H. **Sistemas dinâmicos: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em Geografia**. In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 89-110.

COUDREAU, H. **Voyage au Xingu**: 30 de mai 1896 -23 de octobre 1896. A LahureImprimeur –Editeur. Paris. 1897. 226p

CHORLEY, R.J. **Geomorphology and General Systems Theory**. Theoretical Papers In The Hydrologic And Geomorphic Sciences. Geological Survey Professional Paper, 1962.500-B3.

CHEN, J.L. ; WILSON, C.R.; TAPLEY, B.D.; **The 2009 Amazon exceptional Amazon Flood and interannual terrestrial water storage change observed by GRACE**. Water Resour. Res. 46, W12526 doi 10. 1029/2010WR009383.

CHIN, A. **Urban transformation of rives landscapes in global context**. *Sciecedirect*..*Geomorphology* .XX. (2006).XXX-XXX.

CUNHA, S.B. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente Biofísico da bacia do Rio São João**. Rio de Janeiro- Brasil). Editora Instituto de Geociências, UFRJ.378p.

CUNHA, P. R. C.; MELO, J. H. G.; SILVA, O. B. Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 227-251, 2007. In:<https://www.researchgate.net/publication/265291538>. Acesso: 18-02-2016.

CUNHA, C. N.; PIEDADE, M.T.F.; JUNK, W.J. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats**. Cuiabá: EdUFMT, 2015. 165p.

CRUZ, L. S. da, ZAMPARONI, C. A. G. P.; NORA, G. D. **Estudo preliminar de ilha de calor em Nova Ubiratã**: o portal da BR-242/MT. Humanidades em contexto, saberes e interpretação. Universidade Federal do Mato Grosso. 2014.1-12p.

DANIEL, J. **Tesouro descoberto no Maximo rio Amazonas**. Rio de Janeiro. Contra Ponto. 2004.

DANTAS M. M. E.; TEIXEIRA, S. G. **Origem das paisagens**. In: JORGE, X. da S.; TEIXEIRA, S.G.; FONSECA, D.D.F (Org.). **Geodiversidade do Estado do Pará**; . - Belém:CPRM, 2013. 25-49p.

DAVIS, W. M.The geographical cycle. **The Geographical Journal**, London, v. 14, n. 5, p. 481- 504, nov. 1899

DEAN, W. A **Luta pela borracha no Brasil**. Um estudo de história ecológica. Rio de Janeiro. Editora Nobel. 1989.286p.

DEANGELIS, D.L.. **Energy Flow, Nutrient Cycling, and Ecosystem Resilience**. *Ecology*, 61 (4): 1980. 764-771

DEARING,J. A.; ACMA, B., BUB,S.; CHAMBERS,F.M.; CHEN, X.; COOPER, J; CROOK, D, DONG, X. H; DOTTERWEICH, M.; EDWARDS, M.E.; FOSTER, T.H.; GAILLARD, M.J.; GALOP, D.; GELL, P.; GIL, A.; JEFFERS, E., JONES, R.T.; ANUPAMA, K.; LANGDON, P.G.; MARCHANT, R.; MAZIER, F.; MCLEAN, C.E.; NUNES,

L.H.;SUKUMAR, R.; SURYAPRAKASH, I.; UMER, M.; YANG, X.D.; WANG, R AND ZHANG, K. **Social-ecological systems in the Anthropocene: The need for integrating social and biophysical records at regional scales.** The Anthropocene Review 2015, Vol. 2(3) 220–246

DUTRA – GOMES e VITTE, A.C. **Geografia e a teoria da complexidade: racionalidades, transmutação molecular, diferenciação de áreas e hibridismo na construção de uma nova matriz espacial.** REVISTA GEONORTE, V.8, N.1, p.1-19, 2013. (ISSN – 2237-1419) BRASIL, ELETROBRÁS/LEME. **EIA- Estudo de Impactos Ambientais.** Leme Engenharia Ltda. Eletrobrás. 2009.

DUARTE, A. A. A.M; AGUIAR, J.C.M; CARVALHO, E. G. A.; CARDOSO, M.S.da S. **Relatório técnico de levantamento topográfico Planialtimétrico do município de Altamira: Caracterização da cota 100 no núcleo urbano.** Solicitante: Ministério público federal, Procuradoria geral da república, procuradoria da república no Pará, UFPA. Belém, 2010.27p.

ELETRONORTE. Estudos de inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu: **Estudos sócio-econômicos e físicos territoriais.** 1980. Volume 4. 10.4p.

ELETRONORTE. Estudos de inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu: Estudos Hidrometeorológicos. 1980. Volume 7.1p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos da área do Pólo Altamira, PA,** por Raimundo Silva Rego e outros. Rio de Janeiro, 1981. 183 p.(EMBRAPA. SNLGS. Boletim Técnico, 77). Autor Raimundo Silva Rego e outros. Rio de Janeiro, 1981. 183 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. **O cultivo de castanha do Brasil.** Brasília. EMBRAPA-SPI. 1995.65p
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço energético nacional. **Relatório Final.** Ano base 2015. Empresa de Pesquisa Energética. 2016. Rio de Janeiro. 292p.

ESPINOZA, J. C., RONCHAIL, J.; GUYOT, J.L.; JUNQUAS, C.; VAUCHEL, P. W. ; LAVADO, P.W.; DRAPEAU, G., POMBOSA, R. **Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (Western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought.** Geophysical Research Letters Accepted may 201. 1-13p. The original version is available at <http://www.agu.org/journals/gl/>

FAUSTO, C. **Entre o passado e o presente: Mil anos de história indígena no Alto Xingu.** Revista de Estudos e Pesquisas, FUNAI, Brasília, v.2, n.2, , dez. 2005 p. 9-51.

FARIA, E. DA S. S. **Viagem Etno-histórica e Arqueológica ao Médio Xingu: Memória e História Indígena na Amazônia .** Belém – Pará. 2016. 258p. (Tese de Doutorado - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Belém, 2016, sob Orientação de Denise P. Schaan).

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. Klumer Academic Publishers. 1998. 256p. Disponível em: <http://scholar.google.com/>. Acesso em: 29 de abril de 2017.

FARINA, A. **Land-tenure Issues as Factors in Environmental Destruction in Brazilian Amazonia**: The Case of Southern Pará. *World Development*, Elsevier, 2001, v. 29, n. 8, p.1361-1372.

FARINA, A.; BELGRANO, A. **The eco-field: A new paradigm for landscape ecology**. *Ecological Research* (2004)**19**: 107–110

FARINA, A. de O.; SILVA, A.M.; SOUSA, A. M. de; SILVA, G.M.V. **Trabalho de Campo: Análise do perfil de uma voçoroca no Ramal São Francisco, Altamira – Pará**. Relatório apresentado à Prof.^a M.Sc. Rita Denize de Oliveira, como requisito para obtenção de conceito, na disciplina de Fundamentos de Pedologia.2011.18p.

FERNANDES C. M. **Estratigrafia e Petrogênese das Seqüências Vulcânicas Paleoproterozóicas na região de São Félix do Xingu (PA), Província Mineral de Carajás**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 190 p.

FERREIRA, A. T. R.; LAMARÃO, C.N. **Geologia, petrografia e geoquímica das rochas vulcânicas Uatumã na área sul de São Félix do Xingu (PA), Província Carajás**. *Brazilian Journal of Geology*, 43(1): 2013. p.152-167.

FISH, J.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C. A. **Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia**. *Acta Amazônica*. 28 (2):1998. 101-126p.

FRANCO, V. dos S.; DE SOUZA, E. B.; PINHEIRO, A. N.; DIAS, T. S. da S.; AZEVEDO; F. T. M. de; SANTOS, J. C. do C. **Evolução mensal da cota fluviométrica do Rio Xingu em Altamira-PA associada aos eventos El Niño e La Niña**. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 37 Ed. Especial SIC, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM 2015, p. 104 – 109.

FOLKE, C., S. R. CARPENTER, B. WALKER, M. SCHEFFER, T. CHAPIN, AND J. ROCKSTRÖM. 2010. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* **15**(4): 20. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/> (Acesso em: 05-11-2016).

FEARNSIDE, P. M. 2005. Agropecuária no Contexto da Economia de Várzea. p. 50-52 In: C.R. Crocomo (ed.) *Seminário de Apresentação de Resultados dos Estudos Estratégicos do PróVárzea/IBAMA “Valorização, Manejo, Uso e Conservação dos Recursos Florestais e Agro-Pecuários da Várzea” - 05 e 06 de Dezembro de 2005, Manaus (AM)*. Projeto Manejo de Recursos Naturais da Várzea (PróVárzea), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos naturais Renováveis (IBAMA), Manaus, Amazonas. 52 pp.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Patches and Structural Components for a Landscape Ecology**. *BioScience*, Washington, EUA, 1981, v.31, n.10, p.733-740.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M.. **Journal Landscape Ecology**. New York: John Wiley, 1986. 619p.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Some general principles of landscape and regional ecology**. *Journal Landscape Ecology*. New York: John Wiley, 1995, v.10, n.3, p.133-142.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Some general principles of landscape and regional ecology**. *Journal Landscape Ecology*. New York: John Wiley, 1995, v.10, n.3, p.133-142.

GILBERT, G. K. **Report on the geology of the Henry Mountains**. Washington: Government Printing Office, 1877.

GONSALVES, C. W.P. **Os (Des) Caminhos do meio Ambiente**. 15 edição. 1ª reimpressão – São Paulo: Contexto, 2013. 148p.

GUNDERSON, L. H. **Ecological resilience in theory and application**. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2000. 31: 425-439.

GUILLEN, I. C. M. **A Batalha da borracha: propaganda política e migração nordestina para Amazônia durante o Estado Novo**. *Revista de Sociologia e Política*. n. 9, 1997. p. 95-102.

HACK, J. T Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *American Journal of Science*, Bradley, v. 258, p. 80-97, 1960.

HACK, J. T. Dynamic equilibrium and landscape evolution. In: MELHORN, W. N.; FLEMAL, R. C. (Ed.). **Theories of landform development**. London: Allen & Unwin, 1975. p. 87-102.

HECKENBERGER, M. **Rethinking the Arawakan diaspora: hierarchy, regionality, and the Amazonian formative**". In: HILL, J.; SANTOSGRANERO, F. (Eds). *Comparative Arawakan history*. Champaign: University of Illinois Press. 2002

HECKENBERGER, Michael J. **The ecology of power: culture, place, and personhood in the southern Amazon, AD 1000-2000**. New York: Routledge. 2005

HECKENBERGER, M. **Forma do espaço, língua do corpo e história Xinguana**. In: FRANCHETTO, B. *Alto Xingu : uma sociedade multilíngue*. Rio de Janeiro Museu do Índio - FUNAI, 2011. 235-278p. Disponível em: www.ppgasmuseu.etc.br/publicacoes/altoxingu.html

HIRYE, M.C. de; ALVES, D. S.; KUX, H. J. H. **Análise das transformações na área urbana de Altamira (PA), entre 2000 e 2010, a partir da composição Vegetação-Impermeabilização-Solo (V-I-S)**. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto SBSR , João Pessoa – PB, Brasil. 2015. INPE.2117-2123. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0418.pdf>. acesso: 20-02-2016 às 20-02-2016.

HOLLING, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1–23.

HOLLING, C.S. "**Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems.**" *Ecosystems*, 2001. 4(5): 390- 405.

HOLLING, C.S., GUNDERSON, L.H. **Resilience and Adaptive Cycles, in Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems**, L.H. Gunderson and C.S. Holling (Eds.). Island Press, Washington, D.C. 2002.

HORTON R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology.** *Geological Society of America Bulletin*, v.56 n 3, p. 275-370, 1945.

HUGGETT, R.J. **Fundamentals of Geomorphology:** Routledge Fundamentals of Physical Geography. Second Edition. *Routledge* is an imprint of the Taylor & Francis Group e-Library, Simultaneously published in the USA and Canada. 2007. 458p.

HUBER, J. **Iconografia dos mais importantes vegetais espontâneos e cultivados da região Amazônica.** Museu Paraense de História Natural e Ethnographia.1900.40p

HUPP, C.R., **Riparian vegetation recovery following stream channelization: a geomorphic perspective.** *Ecology* 73, 1992. 1209–1226.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Fique por dentro: a Bacia do Rio Xingu em Mato Grosso.** Organização: Cristina Velasquez, Heber Queiroz e Paula Bernasconi-- São Paulo: Instituto Socioambiental; Instituto Centro de Vida, 2010. -- (Série Cartô Brasil Socioambiental).36p.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Atlas dos impactos da UHE Belo Monte sobre a pesca / organização Ana De Francesco e Cristiane Carneiro.** -- São Paulo : Instituto Socioambiental, 2015. 65p.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. **Estrutura de um trecho de floresta Amazônica na bacia do alto rio Xingu.** *Acta Amazonica*, v. 34, n. 2, , 2004. p. 275-299.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. **Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu.** *Acta Amazônica*. vol. 38(3) 2008: 387 – 402p.

INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE. **Levantamento de reconhecimento dos solos de uma área prioritária na rodovia transamazônica entre Altamira e Itaituba.** 1973. Boletim Técnico nº34 Divisão de Pesquisa Pedológica – DNPEA - Ministério da Agricultura. 66p.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Dossiê Belo Monte: Não há condição para licença de operação.** 2015. 171p.

INSTITUTO SÓCIOAMBIENTAL. **Cuidando das águas e matas do Xingu** / [Organizadores Rodrigo G. Prates Junqueira, Eduardo Malta Campos Filho, Fabiana Mongeli Peneireiro]. -- São Paulo: Instituto Socioambiental, 2006.43p.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Atlas dos impactos da UHE Belo Monte sobre a pesca** / organização Ana De Francesco e Cristiane Carneiro. -- São Paulo: Instituto Socioambiental, 2015. 65p.

IPCC. Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I, I to the Fourt Assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In: SOLOMOM, S. ; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z. ; MARQUIS, M. ; AVERYT, K.B., TIGNOR, M., MILLER, H.L. (Eds). Cambridge University Press , United Kingdon and New York, NY, USA, 2007.996.

IRION, G. , ADIS, J. **Evolução de florestas amazônicas inundadas, de igapó, um exemplo do rio Tarumã-Mirin.** Acta Amazonica. 1979. 9(2): p. 299-303.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river floodplain systems. **Canadian Journal of Fishers and Aquatic**, 1989. 106: 110-127.

JUNK, W. J. **Áreas Inundáveis: Um desafio para Limnologia.** Acta Amazônica.10 (4). 1980. 775-795.

JUNK, W. J. As águas da região Amazônica. In: SALATI, E.; SCHUBART, H.; JUNK, W.J.; OLIVEIRA, A.R. (Eds). **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia.** Cnpq, Editora Brasiliense, Brasília, 1983. p. 45-100.

JUNK, W. et al. The central amazon Floodplain: actual use and options for a sustainable management. s. l.: Backhuys Publishers, 2000. 584

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F., LOURIVAL; R.; WITTMANN, F., KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.;ESTEVE, F.A.; NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHIK; L.; SCHÖNGART; J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. ; AGOSTINHO, A. A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 24: 5–22 (2014)

KNOX, J.C. and KUNDZEWICZ, Z.W.: Extreme hydrological events, palaeo -information, and climate change. *Hydrological Sciences Journal* 43, 1997. 765–69.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; LUCHIARI, A. **Mapeamento do desmatamento em são Félix do Xingu utilizando composição colorida multitemporal de imagens frações sombra.** Revista da ANPEGE, v. 9, n. 11, 2013. p. 119-133. Disponível em: <http://anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/view/208/RA11txt08>. Acesso: 23-03-2016. as 16: 45 hs.

KERN, D.C. Caracterização Pedológica de solos com terra arqueológica na região de Oriximiná-PA. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Solos,. Tese (Mestrado em Solos). Curso de pós-graduação em Agronomia, UFRGS, 1988. 231p

KEEL, S.H.K.. PRANCE, G.T. **Studies of vegetation of a white -sand e black water igapó.** Rio Negro. Brasil. Acta Amazônica. 1979. 9 (4). p. 645-655

KERN, D. C. Geoquímica e pedogeoquímica de sítios arqueológicos com terra preta na floresta nacional de Caxiuanã (Portel-Pa). Tese de Doutorado. Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará Belém, 1996.124p

KLEMES, V. **Conceptualization and Scale in Hydrology.** *Journal of Hydrology*, Amsterdam, V.65, 1983. p.1-23

KELLER FILHO, T., ASSAD, E.D. e LIMA, P. R. S. de R. **Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.40, n.4, p.311-322, abr. 2005

LANGBEIN, W. B.; LEOPOLD, L. B. Quasi-Equilibrium States in Channel Morphology.*American Journal of Science*, v. 262, p. 782-794, June 1964.

LETURCQ, G. **Diferenças e similaridades de impactos das hidrelétricas entre o Sul e o Norte do Brasil.** Ambiente & Sociedade São Paulo v. XIX, n. 2 abr.-jun. 2016 p. 267-290

LEOPOLD, L.B., WOLMAN, M.G. & MILLER, J.P., 1964.**Fluvial processes in geomorphology.**Freedman, San Francisco, p 319.

LEWIN, R.. *Complexity: Life at the Edge of Chaos.* New York: McMillan Publishing Company, 1993. 240 p.

LIMBERGER, L. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. Geografia - v. 15, n. 2, 2006.95-109. Disponível em <http://www.uel.br/revistas/geografia>. acesso: em 13-02-2016 as 04:30.

LIMA, H. N. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental.** (Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”) Viçosa- MG. 2001. 176p.

LOWE-MCCONNELL, R.H. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais.* EDUSP. São Paulo. 1999. 536pp.

LOPES, L. O. do C. *Várzea e varzeiros da Amazônia.* 1. Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008.

LUCAS, E. W. M., SOUSA, F. de A. S. de, SILVA, F. D. DOS S. , LUCIO, P. S. **Modelagem hidrológica determinística e estocástica aplicada à região hidrográfica do Xingu – Pará.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.3, 2009. 308-322p.

LUCAS, E. W. M.; SOUSA, F. A. S.; MENEZES, R. H.N.; COSTA, R. F.; OLIVEIRA, L. L. **Regionalização da precipitação na bacia hidrográfica do Xingu, Pará.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13,2006, Florianópolis. Anais...2006. 1 CD-ROM.

LUGO, A.E., SCATENA, F.N., SILVER, W.L., COLON, M.S., MURPHY, P.G.. **Resilience of Tropical Wet and Dry Forests in Puerto Rico in Resilience and the behavior of large-scale systems, L.H.** Gunderson & L. Pritchard Jr. (Eds.). Island Press.Washington, DC. pp. 2002. 195-225.

MARENZI, R. C. **Estudo da Valoração da Paisagem e Preferências Paisagísticas no Município da Penha - SC.** Curitiba, 1996. 119p. Dissertação (Mestrado em Conservação da Natureza) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MAFFI, C. **Interpretação fotogeológica.** 2 edição. Salvador. Universidade Federal da Bahia. 1978. 78p.

MARCUZZO, F. F. N., ROCHA, H. M. & MELO, D. C. R. **Mapeamento da precipitação pluviométrica no bioma da Amazônia do Estado do Mato Grosso.** X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2010. 19p.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V **Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.4, 429 - 440, 2013.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J.**Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos.** Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 2 jul./dez. 2004. 95-109p.

MATTOS, S.H.V.L.; PEREZ FILHO, A. **Complexidade e estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema.** Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 5, nº 1. 2004. 11-18p.

MACHADO, P.J.de O.; TORRES, F.T.P. T. **Introdução à Hidrogeografia** São Paulo: Cengage Learning. 2012.p.178p.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, v. 78, p. 1069-1079, 1997.

MACHADO, P.J.de O.; TORRES, F.T.P. T. **Introdução à Hidrogeografia** São Paulo: Cengage Learning. 2012.p.178p.

MARCUZZO, F. F. N., ROCHA, H. M. & MELO, D. C. R. **Mapeamento da precipitação pluviométrica no bioma da Amazônia do Estado do Mato Grosso.**X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2010. 19p.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA; F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro . Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas / editores, Salomão de Sousa Medeiros, Hans RajGheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz – Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. 385 –422 p.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; SOARES, W. R.; RODRIGUEZ, D. A.; CAMARGO, H.; RIVEROS, M. P.; PABLÓ, A. D. Two Contrasting Severe Seasonal Extremes in Tropical South

America in 2012: Flood in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. *Journal of climate* 26, 2013(a). 9137–9154.

MARENGO, J. A.; BORMA, L. S.; RODRIGUEZ, D. A.; PINHO, P.; SOARES, W. R.; ALVES, L. M. Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation, *American Journal of Climate Change* 2, 2013(b). 87-96.

MARQUES.J.;SANTOS.J. M.;SALATI.E. O Armazenamento atmosférico de vapor d'água sobre a região amazônica. *Acta Amazônica*. Manaus. 1979a. 9 (4):715-721.

MARQUES. J.; SANTOS.J.M.;SALATI. E. O campo do fluxo de vapor d'água Atmosférico sobre a região amazônica. 1979b. *Acta Amazônica*. Manaus, 9 (4):701-713.

MATOS, F. ; CALDARELLI, C. E. **Liberdade na pele: gateiros e o comércio de “peles de fantasia” no Baixo Xingu (décadas de 1960-1970)**. XXIX Simpósio Nacional de História. 2017. p. 1-16. Disponível em: <http://www.snh2017.anpuh.org/site/anais> acesso em: 11-11-2017 as 02: 27 hs.

MENDES, A.C.; OLIVEIRA, R.D. **Análise morfométrica da bacia de drenagem do Rio Marapanim**. In: MENDES, A.C.; PROST, M. T.; CASTRO, E. *Ecosistemas amazônicos: dinâmicas, impactos e valorização dos recursos naturais* 2011. 35-49p.

MENDES,A. C. , TRUCKENBROD, W. & Nogueira, A. C. R. . **Análise faciológica da Formação Alter do Chão (Cretáceo, Bacia do Amazonas), próximo à cidade de Óbidos, Pará, Brasil**. *Revista Brasileira de Geociências* 42(1), março de 2012; p. 39-57. Arquivo digital disponível on-line no site www.sbgeo.org.br

MEDEIROS, H. **Avaliação de Impactos do Projeto de Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte Sobre a Vida Selvagem, Incluindo Implicações Socioeconômicas**. In: MAGALHÃES SANTOS, S. M.S e HERNANDEZ, F. DEL M. *Painel de especialistas Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte*. 2009. 230p. Acesso: [https://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/Belo Monte Painel especialistas EIA.pdf](https://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/Belo_Monte_Painel_especialistas_EIA.pdf) Acesso: 18-02-2016 as 10:48hs.

MENDES,A. C. , TRUCKENBROD, W. & Nogueira, A. C. R. .**Análise faciológica da Formação Alter do Chão (Cretáceo, Bacia do Amazonas), próximo à cidade de Óbidos, Pará, Brasil**.*Revista Brasileira de Geociências* 42(1), março de 2012; p. 39-57. Arquivo digital disponível on-line no site www.sbgeo.org.br

MENDIONDO, E. M., TUCCI, C. E. M. Escalas Hidrológicas. I: Conceitos. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 2 n.2 Jul/Dez 1997, 21-44.

MELACK, J. M.; HESS, L. L.; GASTIL, M; FORSBERG, B. R.; HAMILTON, S. K.; LIMA, I. B.T.;NOVO, E. M.; L. M. **Regionalization of methane emissions in the Amazon Basin with microwave remote sensing**. *Global Change Biology*. vol. 10, 2004. p.530–544.

MELO, A. dos P.; ROLIM, P. A. M. ; ROCHA, E. J. P. da. **Aplicação de Modelos Estatísticos para Previsão de Níveis no Rio Xingu em Altamira**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza - CE. Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004. v. 1.

METZGER, J.P. O que é ecologia da paisagem? **Biota Neotropica**, 2001, v.1, n.1 e 2, p. 9. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematicreview+BN00701122001>. Acesso: 30-04-2017

MINELLI, R.C. **Proveniência e retrabalhamento das areias da volta grande do Xingu, PA**. São Paulo. 2013. (Dissertação de Mestrado, USP). 64p.

MIRANDA, E. E. de; MIRANDA, J.R.de; SANTOS, P. F. dos. **Efeitos ecológicos das Barragens do Xingu: uma avaliação preliminar**. In: SANTOS, L. A. O.; ANDRADE, L. M. M. de. As hidrelétricas do Xingu e os povos indígenas. São Paulo: Comissão Pró-Índio de São Paulo, 1989. p. 83-102.

MIRANDA, L.B.; CASTRO,B.M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2002. p.32).

MOLINIER, M., GUYOT, J. L., OLIVEIRA, E.; GUIMARAES, V.,CHAVES, A. Hidrologia da bacia do Rio Amazonas. Ciência e Tecnologia. Orstom Fonds Documentarie. A Água em Revista. CPRM. 1995. 31-35p.

MOLION, L.C.B. Aquecimento global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico, **Climanalise**, agosto, CPTEC/INPE, 2005. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/artigos/molion0805.pdf>>. Acessado em 10 de dezembro de 2012.

MOLION, L. C. B. **Climatologia Dinâmica da Região Amazônica: Mecanismos de Precipitação**. Revista Brasileira de Meteorologia; 1987; Vol. 2, 107-117p.

MORIN, E. **O Método I; a natureza da natureza**. 2ª ed. Tradução: M. G. de Bragança. Portugal, Europa – América, 1977.363p.

MORI, S.A. **Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae)**. Advances in Economic Botany 1990. 8:130–150

MORAIS, E. G. ; OLIVEIRA, R. D. . Patrimônio Pedológico na Área Diretamente Afetada Pela Construção da Hidrelétrica Belo Monte. In: *I Semana de Integração das ciências humanas da transamazônica e Xingu (SEICH)*, Altamira Pará. 2011.

MORAIS, E. G. ; OLIVEIRA, R. D. Impactos das Construções Cíveis Sobre Áreas de Terra Preta Arqueológica na Praia do Pepino, Município de Altamira-Pará In: *VII Seminario Latino*

Americano e III Seminario Ibero Americano de Geografia Física, 2012, Manaus-Am. Revista GeoNorte, v. 2, p. 566-575, 2012.

MORIN, E. **Educação e complexidade:** os sete saberes e outros ensaios. 3ª edição São Paulo: Cortez: 2005. 104p.

MORIN, E. **Ciência com consciência.** Ed. revista e modificada pelo autor-12ª Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2008. p.261

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo.** Editora sulina. 4ª edição. Porto Alegre. 2011.120p.

MÜLLER, R. *Tayngava.* A noção de representação na arte gráfica. In: Lux B. Vidal (Org.). *Grafismo Indígena.* São Paulo, Studio Nobel / EDUSP/FAPESP. 1992.

MULLER, V. C. **A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area.**New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology, n.3, p. 30, 1953.

MÜLLER, .R. A. *Os Asurini do Xingu: História e Arte.* Campinas: Editora da UNICAMP, 1990.350p.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG, **Relatório de Vegetação Descrição e análise da flora da região do médio-baixo rio Xingu.** Convênio: MPEG / Camargo C/ ODEBRECHT / ANDRADE GUTIERREZ / ELETROBRAS / FIDESA. 2001

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. **Diagnóstico da vegetação e da flora da área de estudo da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, Estado do Pará.** Belém: Convênio MCT-MPEG/ELETRONORTE, 2002. Relatório Técnico. 171 p.

NANSON E CROCKE (1992). Hydraulic Engineering Centre, 1976.Scour and deposition in rivers and reservoirs.User's Manual 723-G2-L2470, U.S. Army Corps Engineering.

NANSON, G. C.; KNIGHTON, A. D. Anabranching rivers: their cause, character and classification. *Earth Surface Processes and Landforms* 21, 1996, 217–39.

NANSON; , G. C; CROCKE, J.C. Hydraulic Engineering Centre, 1976.Scour and deposition in rivers and reservoirs.User's Manual 723-G2-L2470, U.S. Army Corps Engineering.1992.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape ecology.** Theory and application. 2ed. New York: Springer, 1994. 360p.

NASCIMENTO, D.A.; MAURO, C.A.; GARCIA, M.G.L. Geomorfologia. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA.21-Santarém.** Rio de Janeiro: DNPM, 1976. p. 131-181 (Levantamento dos Recursos Naturais, 18.

NIMUENDAJÚ, C. Tribes of the lower and middle Xingu River. In: STEWARD, J. H. (Ed.). *Handbook of South American Indians.* Washington: Smithsonian Institute, 1948. v. 3. Disponível em: <http://www.etnolinguistica.org/hsai:vol3p213-243> acesso em: 22-03-2017.

NORONHA, J.M. de. **Roteiro da Viagem as Cidade do Pará as ultimas colônias do Neriao da Provincia. Tipografia Santos e Irmãos.** Pará. 1862. 77p.

NOBRE, C. A., OBREGÓN, G. O ; MARENGO, J. A.; FU, R.; POVEDA, G. **Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais**. Amazonia and Global Change Geophysical Monograph Series 186 Copyright 2009 by the American Geophysical Union. 149-162p.

NOGUEIRA, D. S., CABETTE, H. S.R. ; JUEN, L. **Estrutura e composição da comunidade de Trichoptera (Insecta) de rios e áreas alagadas da bacia do rio Suiá-Miçú, Mato Grosso, Brasil**. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 101(3):. 2011. 173-180

NUNES, J. O. R. **Os novos ritmos da natureza**. XXIV Encontro de professores de Geografia, 2004. Disponível em: <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/839/docs/os-novos-ritmos-da-natureza.pdf>, Acesso em: 09-02-2016 às 20:00 horas.

OLIVEIRA, A. E. Os índios Juruna do alto Xingu. Dédalo, v. 6, n. 11/12, 1970.

OLIVEIRA, R. D. ; SANTOS, R. S. . **Análise ambiental e socioeconômica preliminar da atividade oleira ao longo de dois igarapes em Altamira, Pará**. In: singa, 2011, Belém. V Simpósio internacional e VI Simpósio de Geografia Agrária. Belém, PARÁ. 2011.

OLIVEIRA, R. D. de; ROCHA, P. C. **Inundações impactos ambientais e socioeconômicos na área urbana de Altamira, Sudoeste do Pará, Brasil**. XI Encontro Nacional da ANPEGE. A diversidade da geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação. 2015. 1095-1108p.

OLIVEIRA, R. D. de; ROCHA, P. C.; BARBOSA, M. **Historicidade das inundações para compreensão do efeito de retroalimentação positiva em bacias hidrográficas urbanas - estudo de caso em Altamira**. Universidade Federal do Pará. Revista geoamazonia v.3 n.06 2015. Disponível em: www.geoamazonia.net;

PAIVA, R. C. D. de; **Hidrologia da bacia Amazônica: compreensão e previsão com base em modelagem hidrológica-Hidrodinâmica e sensoriamento remoto**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. Porto Alegre. 2012. 167p.

PARÁ. GOVERNO DO ESTADO DO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Diagnóstico ambiental, socioeconômico e fundiário para criação de Unidades de Conservação de proteção integral e uso sustentável “Tabuleiro do Embaubal” – Município de Senador José Porfírio, Pará. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. – Belém: SEMA-PA, 2013. p. 305. 2v.

PARRY, M.M. ; SILVA, M. M. DA; SENA, I. S.; OLIVEIRA, F. P. M. **Composição florística da arborização da cidade de Altamira, Pará**. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana REVSBAU, Piracicaba – SP, v.7, n.1, p. 143-158, 2012.

PATRICIO, M. **Índios de verdade: o caso dos Xipaia e os Curuaia em Altamira – Pará**. Belém – 2000. 100f. Dissertação de Mestrado em Antropologia, Universidade Federal do Pará).

PEREZ FILHO. **Sistemas naturais e geografia**. In: SILVA, J. B. da; LIMA, L. C.; ELIAS, D. Panorama da geografia brasileira I. ANNNABLUME. Associação Nacional de Pós- graduação e Pesquisa em Geografia. São Paulo. 2006. 333-336p.

PELOGGIA, A. U. G. **A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do Município de São Paulo.** Revista Brasileira de Geociências 27(3), 1997. p. 257-268

PETTS, G. & FOSTER, I. **Rivers and landscape.** The Athenaeum Press, 3 ed., New Castle, Great Britain. , 1990.

PETTS, G. E. **A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters.** Hydrobiologia. 2000. 422, 15-27.

PERICO, E. Análise estrutural da Província Maroni-Itacaiúnas e da Bacia do Amazonas na região de Altamira (PA) (Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geologia. – Curitiba, 2010. 119 f.,

PIMM, S.L. **The complexity and stability of ecosystems.** *Nature*, 307: 1984. 321- 325.

PINTO, L. F. **Água solução e problema.** IN:UHLY, STEVEN; SOUZA, ELIENE L.de. A questão da água na grande Belém. Belém: Casa de Estudo Germânicos. Belém- Pará. 2004. p. 41-54.

PINTO, L. F. **De Tucuruí a Belo Monte: a história avança mesmo?** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências. Humanas, Belém, v. 7, n. 3, 2012. p. 777-782.

PINTO, A, O. **Hidrografia do Amazonas** e seus Affluentes. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional. 1930. 438p.

PHILLIPS, J. D. Sources of nonlinearity and complexity in geomorphic systems. **Progress in Physical Geography**, n. 27, 1, 2003. p. 1-23.

PHILLIPS, J. D. Laws, contingencies, irreversible divergence, and Physical Geography. **The Professional Geographer**, 56 (1), 2004, pp.37-43.

PHILLIPS, J.D. **Chaotic evolution of some coastal plain soils.** *Physical Geography*. 14, 1993a. 566–80.

PHILLIPS, J.D. **Instability and chaos in hillslope evolution.** *American Journal of Science*. 1993b. 29, 25–48.

PHILLIPS, J.D. **Simplexity and the reinvention of equifinality.** *Geographical Analysis*. 29, 1997. 1–15.

PHILLIPS, J.D. **Earth surface systems: complexity, order, and scale.** *Oxford: Blackwell*. 1999

PHILLIPS, J.D. **Signatures of divergence and self-organization in soils and weathering profiles.** *Journal of Geology* 108, 2000. 91–102.

PHILLIPS, J.D., GARES, P.A. and SLATTERY, M.C.: **Agricultural soil redistribution and landscape complexity.** *Landscape Ecology* 14, 1999.197–211.

PRANCE, G. T. **Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation.** *Brittonia* 1980. 31: 26-38.

PRANCE, G.T.. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. *Acta Amazônica* 10(3): 1980. 495-504.

PRADO JUNIOR, C. **História econômica do Brasil.** São Paulo. Brasiliense, 1998p. 237.

PRODES. Desflorestamento dos municípios. Disponível: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/>. Prodes municipal. php. acesso: 29-03-2016.

PRIGOGINE, I. **Les Lois du Chaos:** França: Champs/Flammarion, 1993. 125p.

QUEIROZ, A. R. S. DE; VEIGA, M. M. **Análise dos impactos sociais e à saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável.** *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1387-1398, 2012.

REPÓRTER BRASIL. **Impactos da soja sobre Terras Indígenas no estado do Mato Grosso.** Repórter Brasil – Organização de Comunicação e Projetos Sociais. 2010. 27p.

REIS, R. A. C. **Nós, os outros e os “parentes”: política e povos indígenas no contexto de implantação da hidrelétrica de belo monte. 2015.110p.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social da Universidade de Brasília (DAN /UnB) para obtenção de título de mestre.

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P. C. F.; MANCINI, F. **Rios e processos aluviais.** In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T.R. e TAIOLI, F. **Decifrando a Terra.** Oficina de Textos. São Paulo. 2000. 192-214 p.

RICCOMINI, C.. COIMBRA, A.M. **Sedimentação em rios entrelaçados e anastomosados.** *Bol. IG-USP, Sér. didát.* [online]. 1993, n.6, pp. 01-37.ISSN 0102-6291.

RICHEY, J. E., MELACK; J. M.; AUFDENKAMPE, A. K. ; BALLESTER, V. M.; HESS, L. L. Outgassing from Amazonian rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO₂. *Nature*,416, 617-620p.

ROCHA. P.C. **Sistema Rio –Planície de inundação: Geomorfologia e conectividade Hidrodinâmica.** Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 33, volume 1. P.50 - 57p.

ROCHA, G.M. **Geomorfologia aplicada ao planejamento urbano: Enchentes na área urbana de Belém- PA.** Rio Claro. 1987 (Dissertação de mestrado apresentado ao IGCE –UNESP sob orientação do Professor Christofolletti).117p.

ROCHA, J.; MORGADO, P. A complexidade em geografia. **Geophilia. O sentir e os sentidos da Geografia.** CEG. Lisboa, 2007. p. 137-153

ROCHA, E.J.P. **Balço de Umidade na Amazônia durante o Experimento FLUAMAZON.** Dissertação de mestrado. Instituto Astronômico Geofísico. USP.1991.

ROCHA, C. G. S.**Reprodução social e práticas socioprodutivas de agricultores familiares na microrregião de Altamira, Pará, Brasil. 2013. 202f.** (Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento Rural).

ROCHA, C.S.R.; OLIVEIRA, F.P.M. **Estudo da cadeia produtiva do tijolo artesanal e as incertezas quanto ao futuro da atividade oleira em decorrência do impacto da hidrelétrica de Belo Monte, Altamira, Pará.** Universidade Federal do Pará. 2014.40 p.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros.** São Paulo DG/FFLCH-USP, Tese de Doutorado, 1997.

SCHMIDT, M. J.; HECKENBERGER, M. J.. Formação de Terra Preta na Região do Alto Xingu: resultados preliminares. In: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C. MADARI, B.; LIMA, H.N.; WOODS, W. (Eds.). **As terras pretas de índio da Amazônia: Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.** Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, 2009.358 p. pp: 103-126.

STEINEN, Karl Von Den. *Durch Central Brasilien Expedition zur Erfors chungdês schingü in jabre.*1884, Leipzig: F.A.Brokhaus, 1886.

SNETHLAGE; E. **A travessia entre o Xingú e o Tapajoz.** [1910]. Boletim do Museu Goeldi, Belém, v.7, 1912. p. 49-92.

STRAHLER, A. N. **Dynamic basis of Geomorphology.** Geological Society of America Bulletin, v.63, p. 923-938, 1952.

STRAHLER AN. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** Trans Am Geophys Union n.38, p.913–920, 1957

SANCHES, R.A.; VILLAS-BÔAS, A. **Planejando a gestão em um cenário socioambiental de mudanças: o caso da bacia do rio Xingu.** REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. Rio de Janeiro 39(2):. 2005. 365-380p.

SALES, N.; REBELLO, E.; FÁTIMA, J. **As maiores “cheias“ e “secas” no Amazonas e as influências dos fenômenos “El Niño”, “La Niña”, “ODP” e “OMA”.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16, 2010, Belém-PA. Anais eletrônicos. Belém: SBMET, 2010. Disponível em:<http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/659_97635.pdf >. Acesso em: 15 de maio de 2017.

SALOMÃO, R. de P.; VIEIRA, I.C.G.; SUEMITSU, C.; ROSA., N. de A.; ALMEIDA, S. S. de ; AMARAL D. D. do; MENEZES, M.P. M. de. **As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental.** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 2, n. 3, 2007. p. 57-153,.

SANCHES, R. A.; ROSSETE, A. N.; REZENDE, A. C. P.; ALVES, H. Q.; VILLAS-BÔAS, A. **Subsídios para a proteção de áreas úmidas da bacia do rio Xingu (Mato Grosso, Brasil).** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.36, n.3, 2012, p.489-498.

SANTOS, N.A.dos; SIQUEIRA, A.H.B; MELO, M.L.D.de. **Precipitação sobre a América do Sul e suas relações com a Oscilação Multidecadal Do Atlântico e a Oscilação do Atlântico Norte**. Revista Brasileira de climatologia. Ano 12 – Vol. 18 – JAN/JUN 2016. 207-2018p.

SANTOS, V. C. **Alterações ambientais no município de Ilha Comprida: SP estudo de caso da comunidade caiçara do bairro de Pedrinhas**. Campinas São Paulo. 2012 (Dissertação de Mestrado apresentada na Universidade Estadual de Campinas, sob orientação da professora Regina Célia de Oliveira, Instituto de Geociências).

SALOMÃO, R. de P.; VIEIRA, I. C. G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N. de A.; ALMEIDA, S. S. de; A., D. D. do ; MENEZES, M. P. M. de. **As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 2, n. 3, p. 57-153, set-dez. 2007. 153p.

SARAIVA, M.P **Identidade Multifacetada: a reconstrução do “ser indígena” entre os Juruna do Médio Xingu**.2005.185f. (Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Pará, Nucleo de Altos Estudos Amazônicos).

SEPLAN. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado de Mato Grosso**. 2008. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/seplandownloads>.

SEVÁ, O. **Dados de vazão do rio Xingu durante o período 1931- 1999; estimativas da potência, sob a hipótese de aproveitamento hidrelétrico integral**: Nota elaborada por Oswaldo Sevá, com dados do Estudo de Viabilidade de Belo Monte (2002) e de Cicogna (2003). In: SEVÁ, O. (org). **Tenotã – Mõ**. International Rivers NetWork.2005.145-149p.

SENA, J. A.; BESER DE DEUS, L. A.; FREITAS, M. A. V.; COSTA, L.. Extreme events of droughts and floods in Amazonia: 2005 and 2009, Water Resources Management 26, 1665–1676. 2012. DOI: 10.1007/s11260-012-9978-3

SEVÁ, O. **Dados de vazão do rio Xingu durante o período 1931- 1999; estimativas da potência, sob a hipótese de aproveitamento hidrelétrico integral**: Nota elaborada por Oswaldo Sevá, com dados do Estudo de Viabilidade de Belo Monte (2002) e de Cicogna (2003). In: SEVÁ, O. (org). **Tenotã – Mõ**. International Rivers NetWork.2005.145-149p.

SIMONI, A. T. ; DAGNINO, R. de S. **Dinâmica demográfica da população indígena em áreas urbanas: o caso da cidade de Altamira, Para**. *R. bras. Est. Pop.*, Rio de Janeiro, v.33, n.2, 2016. p.303-326

SIMON, A., HUPP, C.R., Geomorphic and vegetative recovery along modified stream channels of west Tennessee. U.S. Geol. Surv.Open-File Rept. 91-502, Nashville, TN. 1992.142 pp.

SILVA, F. A. **Mito e arqueologia: a interpretação dos Asurini do Xingu sobre os vestígios arqueológicos encontrados no parque indígena Kuatinemu- Pará**.

Horizontes Antropológicos, Porto Alegre, ano 8, n. 18, , 2002, p. 175-187.

SILVA, F. A. **As atividades econômicas das populações indígenas amazônicas e a formação das terras pretas: O exemplo dos Asurini do Xingu.** In: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C. MADARI, B.; LIMA, H.N.; WOODS, W. (Eds.). As terras pretas de índio da Amazônia: Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, 2009. 358 p. : 41-52.

SILVA, J de P. e RODRIGUES, C. **Morfologia fluvial como indicador de geodiversidade: exemplos de rios brasileiros.** revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, Set. 2010

SILVA, I.S. e G. De **Awaete a Asurini: histórias do contato (1971-1991).** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais (PPGCS), do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Antropologia. 2009. 127p.

SILVA, F. A. **As atividades econômicas das populações indígenas amazônicas e a formação das terras pretas: O exemplo dos Asurini do Xingu.** In: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C. MADARI, B.; LIMA, H.N.; WOODS, W. (Eds.). As terras pretas de índio da Amazônia: Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, 2009. 358 p. pp: 41-52.

SILVA, J. De P. **Avaliação da diversidade de padrões de canais fluviais e da geodiversidade Amazônica – aplicação e discussão na bacia Hidrográfica do Rio Xingu.** São Paulo, 2012. São Paulo. 277p. (Tese apresentada na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Faculdade de Geografia).

SILVA, R.; SATO, M. **Territórios e identidades: mapeamento dos grupos sociais do Estado de Mato Grosso – Brasil.** Ambiente & Sociedade, Campinas v. XIII, n. 2, 2010. p. 261-281

SILVA, R.A. **Padrões de variabilidade multiescalar na temperatura da superfície do mar no atlântico tropical e norte e seus efeitos nas chuvas da América do Sul.** (Tese de Doutorado em Clima e Ambiente pelo Programa de Pós Graduação em Clima e Ambiente- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e a Universidade do Estado do Amazonas - UEA. 2015. 143p.

SILVA, F. A. | GARCIA, L. L. W. G. **Território e memória dos Assurini do Xingu:** Arqueologia colaborativa na T.I. Kuatinemu, Pará. Amazôn., Rev. Antropol. (Online) 7 (1): 74-99, 2015

SHEPARD JR, G. H.; RAMIREZ, H. **Made in Brazil?: Human Dispersal of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, *Lecythidaceae*) in Ancient Amazonia.** Economic Botany, 65(1), 2011, p. 44–65

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais.** Editora Vozes, Petropolis. 1985.72p. (Tradução de John Becker).

SIOLI, H. **Alguns resultados e problemas da Limnologia da Amazônia.** Boletim técnico do Instituto Agrônomo do Norte. Numero 24. Belém. Pará. 1951. 44p.

SIOLI, H.; KINGLE, H. **Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia**. Boletim Geográfico. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1964. p.146-153. nº XXII

SIMON, A., HUPP, C.R., **Geomorphic and vegetative recovery along modified stream channels of west Tennessee**. U.S. Geol. Surv.Open-File Rept. 91-502, Nashville, TN. 1992.142 pp.

SOUZA, A. P. de, MOTA, L. L. da, ZAMADEI, T., CAMPO, MARTIM, C.C.; ALMEIDA. F. T. de, PAULINO, J. **Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. Nativa, Sinop**, v. 01, n. 01, p.34-43, out./dez., 2013Pesquisas Agrárias e Ambientais. Disponível: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa>. acesso: 26-03-2016.

SOUZA, J.R.S.ROCHA, E.J.P. da; COHEN, J.P.C e Avaliação dos impactos antropogênicos no ciclo hidrológico na Amazônia. In: ARAGON, L.E.; CLUSENER-GODT (Orgs). **Problemática do uso global da água na Amazônia**. BELÉM: NAEA, 2003. 69-94p.

SOUZA, C. F. **Vazões ambientais em Hidrelétricas: Belo Monte e Manso**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Tese submetida ao Programa de pós-graduação em recursos hídricos. 149p.

SOUZA, G. M. V. da S. **Feições erosivas como evidência da evolução de voçoroca: estudo de caso Fazenda Peixoto, Brasil Novo-Pa.**(Faculdade de Geografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, orientadora Rita Denize de Oliveira). (Trabalho de Conclusão de Curso). 2013. 58p

SOUZA, C. F. **Vazões ambientais em hidrelétricas: Belo Monte e Manso**. (Tese de Doutorado, Pós- graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, apresentado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas). 2009.148p.

SOUZA FILHO, P. W. M. & EL-ROBRINI, M. **Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfo-sedimentares da planície costeira Bragantina, Nordeste do Pará, Brasil**. GEONOMOS, 4 (2): 1996. 1-16

SOUZA, J.R.S.ROCHA, E.J.P. da; COHEN, J.P.C e Avaliação dos impactos antropogênicos no ciclo hidrológico na Amazônia. In: ARAGON, L.E.; CLUSENER-GODT (Orgs). **Problemática do uso global da água na Amazônia**. BELÉM: NAEA, 2003. 69-94p.

SOUZA, P.F.S. **Variabilidade espacial e temporal das componentes atmosféricas do ciclo hidrológico da Amazônia durante o experimento.metereologico.GTE/ABLE-2B**. (Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-5281). TDI. /451.1991.

SOARES JÚNIOR, A.D; HASUI, Y.; COSTA, J.B.S; MACHADO, F.B. **evolução do rifteamento e paleogeografia da margem atlântica equatorial do Brasil: triássico ao holoceno**. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 30, n. 4, p. 669-692, 2011.

SUGUIO, K.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M.; AZEVEDO, A.E.G. **Flutuações do Nível Relativo do Mar durante o Quaternário Superior ao longo do**

Litoral Brasileiro e suas implicações na Sedimentação Costeira. Revista Brasileira de Geociências, 15(4): 1985.273-286.

SUPERINTENDENCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA-SUDAM. **Plano de Desenvolvimento integrado dos Vales dos rios Xingu e Tapajós. Relatório Final de Climatologia.** Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia. Belém- Pará. 1974. 6.3p.

SUPERINTENDENCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA-SUDAM. Plano de desenvolvimento integrado dos vales dos rios Xingu e Tapajós. Relatório Final. Volume 2. 1976. Sondotécnica S.A. 738P.

SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. (1979) **Ambiente fluvial: ambientes de sedimentação, sua interpretação e importância.** Curitiba, UFP/ADEA. p. 80.

SCHUMM, S. A. **Sinuosity of alluvial rivers on the great plains.** Geological Society of America Bulletin, v.74, n.9, p. 1089-1100, 1963.

SCHUMM, S. A.; LICHTY, R. W. Time, space, and causality in geomorphology. **American Journal of Science**, New Haven, v. 263, p. 110-119, 1965.

TENEDÓRIO, J. A, *et al.* (2006) **Modelos geográficos e sistemas complexos. Técnicas de geocomputação aplicadas à previsão de alterações na linha de costa.** In cd-rom do ESIG 2006. USIG. Oeiras.

TILMAN, D., DOWNING, J.A.. **Biodiversity and stability in grasslands.** *Nature*, 367: 1994. 363-365.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, t. **Limnologia** . São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

TUNDISI, J.G. **Exploração do potencial hidrelétrico na Amazônia.** Estudos Avançados. 21 (59).2007.p. 109-117

TRICART, J.L.F. **Tipos de planícies aluviais** . Revista Brasileira de Geografia. Numero, 1977. 3-38p.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões.** Porto Alegre: UFRGS, 2002.

TURNER; M. G.; GARDNER, R. H. Quantitative methods in landscape ecology: An introduction. In: TURNER; M. G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity.** New York: Springer. 1991. p.3-17.

UMBUZEIRO, A. U. B.; UMBUZEIRO, U. **Altamira e sua Historia.** 4ª Edição. 2012

VALE, R.; FILIZOLA, N.; SOUZA, R.; SCHONGART, J. **A cheia de 2009 na Amazônia Brasileira.** *Revista Brasileira de Geociências* [online]. 2011.41, 577-586. ISSN 0375-7536.

VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. **The river continuum concept.** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol.37. p. 130-137, 1980.

VERDUM R. Os geógrafos frente às dinâmicas sócio-ambientais no Brasil. **Revista do Departamento de Geografia USP**, 16, 2005. p. 91-94.

VERDUM, R.; VIEIRA, L. DE F. DOS S.; PIMENTEL, M. R. **As Múltiplas Abordagens para o Estudo da Paisagem**. Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, V. 6, N.1, , 2016; p. 131-150

VESTENA, L. R.; KOBİYAMA, M. **A Geometria fractal da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner-SC**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.42010, p.661-668.

VILLAS- BOAS, O.; VILLAS- BOAS, C. **Xingu: Território Tribal**. São Paulo. 1990. Cultura. Editores Associados. 33p

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc GRAW –Hill do Brasil, 1975. 245p.

WARD, J.V. & STANFORD, J.A. **The intermediate-disturbance hypotesis: an explanation for biotic diversity patterns in lotic ecosystems**. In Fontaine, T.D. and Bartell, S.M. (eds). *Dynamics of Lotic Ecosystems*. A. A. S. Publishers. 1983. 347-356 p.

WARD, J.V. & STANFORD, J.A. **The serial discontinuity concept: Extending the model to floodplains rivers**. *Regulated Rivers: Research & Management*, vol 10. 1995-A.. 159-168p.

WANDERLEY FILHO, J.R. **Evolução estrutural da bacia do Amazonas e sua relação com o embasamento**. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal do Pará. Curso de Pós- graduação em Geociências. 1991. 134p.

WATRIN, O. dos S.; OLIVEIRA, P. M. de. **Levantamento do Uso e Cobertura da Terra em Área da Reserva Extrativista Verde para Sempre, Porto de Moz, PA**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. 2009. 36p

ZONNEVELD I.S.; FORMAN, R.T.T. eds. **Changing Landscapes: An Ecological Perspective**. Springer-Verlag. 1989, p.20. Disponível em: <http://www.edc.uri.edu>. Acesso em: 29-04-2017.

WALKER, B., HOLLING, C.S., CARPENTER, S.R., KINZIG, A. 2004. **Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems**. *Ecology and Society*, 9(2): 5. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>

WEISSHEIMER, C.; LIZARAZU, W.S.; RAMOS, ASSIS, R. L. E.; CAMPOLIN, A. I.; FEIDEN, A. **Caracterização Preliminar das atividades da agricultura familiar em Assentamento de Reforma Agrária situado em domínio de Floresta na Bacia do Alto Xingu**. Resumos do V CBA - Desenvolvimento Rural. Rev. Bras. de Agroecologia. Vol.2 No. 2211. 2007.211-214p.

WELCOMME, R.L. **River fisheries**. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 1985. (262): 330

WIEL, P. **Holística: uma nova visão e abordagem do real.** São Paulo, Palas Athena. 1990.