

TOMO B – VOLUME 1/8

SUMÁRIO DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

TOMO B – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	I-1
CAPÍTULO II – ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL	II-1
1. ASPECTOS GERAIS	II-1
2. DEFINIÇÃO DE ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL	II-2
3. EMPREENDIMENTOS INSERIDOS NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL	II-3
3.1. Usina Hidrelétrica Samuel	II-3
3.2. Hidrovia	II-3
4. CARACTERIZAÇÃO DE ASPECTOS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL	II-5
4.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica Amazônica	II-5
4.2. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Madeira	II-8
4.3. Corredores e Áreas de Sensibilidade Ambiental	II-29
4.4. Ictiofauna	II-33
4.5. Mamíferos Aquáticos	II-39
4.6. Socioeconomia	II-41
4.7. Identificação de Impactos Cumulativos e Sinérgicos	II-54
5. AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA	II-56

RELAÇÃO DE TABELAS, FIGURAS E DESENHOS

TABELA B.II. 1 - Dados característicos da UHE Samuel.....	II-3
TABELA B.II. 2 - Características do Canal das Hidrovias da Amazônia Ocidental.....	II-4
TABELA B.II. 3 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 01.....	II-21
TABELA B.II. 4 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 15.....	II-23
TABELA B.II. 5 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 16.....	II-24
TABELA B.II. 6 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 21.....	II-25
TABELA B.II. 7 – Macrófitas Aquáticas do Rio Madeira entre Porto Velho e a Foz.....	II-27
TABELA B.II. 8 – População e taxa de crescimento geométrico anual – 1991 e 2000.....	II-43
TABELA B.II. 9 – Valor cobrado por destino*.....	II-54
TABELA B.II. 10 – Tempo médio de viagem.....	II-54
TABELA B.II. 11 - Consumo de Energia Elétrica (TWh).....	II-60
TABELA B.II. 12 - Cenários de Expansão da Oferta.....	II-61
TABELA B.II. 13 - Usinas Hidrelétricas com Concessão da ANEEL (em 31/10/02).....	II-62
TABELA B.II. 14 - Usinas Hidrelétricas Indicativas.....	II-63
TABELA B.II. 15 - Importação de Energia.....	II-63
TABELA B.II. 16 - Usinas Hidrelétricas Aguardando Outorga de Concessão da ANEEL (em 31/10/02).....	II-63
TABELA B.II. 17 -Usinas Hidrelétricas Indicativas.....	II-64
TABELA B.II. 18 - Cenário de Referência - Participação das Principais Fontes Alternativas no Horizonte 2003-2012.....	II-65
TABELA B.II. 19- Cenário Baixo - Participação das Principais Fontes Alternativas no Horizonte 2003/2012.....	II-65
TABELA B.II. 20 - Cenário Alto - Participação das Principais Fontes Alternativas no Horizonte 2003/2012.....	II-66
TABELA B.II. 21 - Movimentação Geral nas Principais Hidrovias.....	II-67
TABELA B.II. 22 - Evolução da Movimentação Geral de Cargas nos Principais Portos Interiores 1995-2002 (Em mil t).....	II-68
TABELA B.II. 23 -Movimentação de Cargas nos Principais Portos Interiores, por Natureza 2002– (Em mil t).....	II-69
TABELA B.II. 24 - Configuração do Sistema Hidroviário após Intervenções Sucessivas.....	II-70
TABELA B.II. 25 - Rotas Utilizadas para Exportação de Soja – Oeste de Mato Grosso.....	II-71
TABELA B.II. 26 -Rotas Alternativas em uma Perspectiva de Longo Prazo – Região Produtora do Oeste de Mato Grosso.....	II-72
TABELA B.II. 27 - Rotas Alternativas em uma Perspectiva de Longo Prazo – Região Produtora do Sul de Rondônia.....	II-72
TABELA B.II. 28 - Principais Corredores de Transporte Fluvial na América do Sul.....	II-73
FIGURA B.II. 1 - Área de Abrangência Regional e Área de Influência Indireta dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio.....	II-2
FIGURA B.II. 2 - Mapa esquemático mostrando a região de estudo.....	II-5
FIGURA B.II. 3 - Mapa esquemático mostrando as principais bacias tributárias do sistema Solimões/Amazonas.....	II-6
FIGURA B.II. 4 - Assimetria da bacia do rio Madeira.....	II-9
FIGURA B.II. 5 - Mapa esquemático mostrando as bacias dos rios Mamoré e Beni, formadores do rio Madeira.....	II-10
FIGURA B.II. 6 - Mapa esquemático mostrando a localização e dimensão da bacia de drenagem do rio Madeira.....	II-12
FIGURA B.II. 7 - Mapa esquemático mostrando a localização das principais bacias tributárias do rio Madeira.....	II-13
FIGURA B.II. 8- Mapa esquemático mostrando as diferenças nos períodos de água alta e água baixa na Bacia Amazônica.....	II-14
FIGURA B.II.9-Mapa esquemático mostrando o nível e o grande número de cachoeiras no trecho de planalto do rio Madeira.....	II-15
FIGURA B.II. 10 - Mapa esquemático mostrando a descarga relativa e o fluxo de sedimentos do rio Madeira para o sistema Solimões/Amazonas.....	II-17
FIGURA B.II. 11 – Localização da Estação de Monitoramento Limnológico.....	II-20

FIGURA B.II. 12 – Localização das Estações de Monitoramento 15 e 16	II-22
FIGURA B.II. 13 – Incremento da concentração de amônia – Estação 15	II-22
FIGURA B.II. 14 – Localização da Estação de Monitoramento 21	II-25
FIGURA B.II. 15 - Ciclo biogeoquímico do mercúrio.....	II-29
FIGURA B.II. 16 – Mapa de grau de proteção das áreas de sensibilidade ambiental na AAR	II-31
FIGURA B.II. 17 – Taxa de urbanização no período 1991/ 2000.....	II-44
FIGURA B.II. 18 - Estrutura etária – 1991 / 2000	II-44
FIGURA B.II.19 – Distribuição percentual das escolas da educação básica.....	II-45
FIGURA B.II. 20 - Taxa de alfabetização - 2000.....	II-45
FIGURA B.II. 21 - Anos de estudo dos chefes de domicílio – 1991 e 2000.....	II-46
FIGURA B.II. 22 - Taxa de mortalidade infantil – 1994 / 2002	II-47
FIGURA B.II. 23 - Número de leitos por mil habitantes – 1992 / 2002.....	II-47
FIGURA B.II. 24 – Abastecimento de água – 1991/ 2000.....	II-48
FIGURA B.II. 25 - Esgotamento sanitário – 1991/ 2000	II-48
FIGURA B.II. 26 - Destino final do lixo.....	II-49
FIGURA B.II. 27 - Percentual de estabelecimento e agropecuários e área por grupos.....	II-50
FIGURA B.II. 28 - Utilização de terras por área total dos estabelecimentos agropecuários - 1996.....	II-51
FIGURA B.II. 29 – Unidades locais.....	II-53
FIGURA B.II. 30 - Pessoal ocupado	II-53
FIGURA B.II. 31 - Previsão do Crescimento PIB x Mercado (Energia Firme)	II-58
FIGURA B.II. 32 - Consumo per Capita (KWH/ANO).....	II-58
FIGURA B.II. 33- Cenário de Referência - Capacidade Acumulada de FAEs (MW) e Incremento Anual de FAEs (MW)	II-64
FIGURA B.II. 34- Cenário Baixo - Capacidade Acumulada de FAEs (MW)Incremento Anual de FAEs (MW)	II-65
FIGURA B.II. 35- Cenário Alto - Capacidade Acumulada de FAEs (MW) - Incremento Anual de FAEs (MW)	II-65
FIGURA B.II. 36 - Evolução da Movimentação de Cargas nos Principais Portos Interiores, segundo Grandes Regiões – 1995-2002 (Em mil t).....	II-68
FIGURA B.II. 37- Projeto de Integração Fluvial entre os Países Andinos e o Brasil	II-74
FIGURA B.II. 38- Macrorregiões da Amazônia	II-79
DESENHO 6315-RT-G90-001 – Uso atual dos solos e cobertura vegetal em parte da ARR.....	II-32

TOMO B – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O diagnóstico ambiental apresentado neste EIA é resultado de uma série de estudos temáticos realizados por diferentes equipes de instituições de ensino e de pesquisa, sediadas na região, especialmente em Porto Velho, Manaus e Belém, conforme já especificado no Tomo A, Capítulo 4, item 4, deste EIA.

Esses estudos serviram de base para a elaboração de diagnósticos consolidados sobre cada tema estudado, resultando na caracterização ambiental ora apresentada. É importante ressaltar que, nesse processo de consolidação das informações, buscou-se privilegiar aquelas voltadas para a formação de um quadro de referência sobre a situação atual do meio ambiente natural e construído das áreas de influência dos dois aproveitamentos hidrelétricos em análise, além daquelas indicadoras de características específicas, que devem merecer maior atenção na análise da inserção desses aproveitamentos hidrelétricos, ou seja, os aspectos ambientais que devem ser considerados no processo de avaliação de impacto ambiental.

O diagnóstico ambiental é apresentado segundo as áreas de influência definidas no Termo de Referência do IBAMA, iniciando-se pela área de maior abrangência espacial, que, no caso, é a Área de Abrangência Regional – AAR; em seguida, apresenta-se o diagnóstico da Área de Influência Indireta – AII, e finalmente, a Área de Influência Direta – AID, que representa a área de menor abrangência espacial, porém a de maior detalhamento de informações, uma vez que nela foram concentrados os esforços de pesquisa e de levantamento de dados primários. A definição e delimitação dessas áreas de influência encontram-se detalhadas no Tomo A, Capítulo III deste EIA.

Como os AHÉs Jirau e Santo Antônio apresentam uma continuidade espacial, na caracterização da AAR e AII, procurou-se analisar as Áreas de Influência Indireta dos dois aproveitamentos hidrelétricos em conjunto, de forma a fornecer uma visão de totalidade da região onde estarão inseridos os referidos aproveitamentos.

No caso da AID, os temas do Meio Físico abordam em separado os dois aproveitamentos hidrelétricos, especialmente aqueles que são objeto de mapeamento, levando-se em consideração, neste caso, a facilidade de manuseio dos mapas. Os temas dos Meios Biótico e Socioeconômico consideram todo o trecho de inserção dos dois aproveitamentos, destacando-se, na análise, as especificidades de cada um deles.

Finalmente, cabe ressaltar que os estudos paleontológicos e os das comunidades indígenas são apresentados apenas para a AII. O primeiro justifica-se pelas características do tema por apresentar estreita ligação com a geologia regional, especialmente onde ocorrem formações auríferas. Depósitos auríferos de superfície com patrimônio paleontológico comprovado são representados pelos garimpos Taquaras, PiriQUITOS e Araras, todos localizados na AII, embora existam fortes evidências de que os conglomerados subsuperficiais situados nas margens do rio Madeira também apresentem riqueza de material, uma vez que é comum as dragas que exploram o ouro retirarem fósseis junto com o material extraído do fundo e nas laterais desse rio.

No caso do estudo sobre as comunidades indígenas, embora existam várias no município de Porto Velho, nenhuma delas será afetada diretamente pelos aproveitamentos em estudo, embora se reconheça a pressão indireta que a presença desses aproveitamentos possa exercer sobre os territórios indígenas da região.

CAPÍTULO II – ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL

1. ASPECTOS GERAIS

A área de abrangência regional deve conter as áreas de influência de todos os empreendimentos que potencialmente produzam impactos considerados cumulativos com os AHEs Jirau e Santo Antônio.

A primeira grande tarefa para o proponente dos novos empreendimentos é estabelecer os limites e alcance dos impactos provocados pelos mesmos, de tal forma que proporcione ao órgão licenciador uma visão “macro” que contemple todos os empreendimentos geradores de impacto dentro de uma área natural preestabelecida, que é a bacia hidrográfica.

Entretanto, ao se considerar a bacia hidrográfica, no caso, a do Madeira, como o limite máximo a ser caracterizado para os meios físico, biótico e socioeconômico, torna-se fundamental, por parte do proponente, uma delimitação que possa fornecer a visão requerida pelo órgão licenciador, conceituada no Termo de Referência, para que este estudo possa defini-la.

Segundo o Termo de Referência do IBAMA: “É a área objeto de caracterização regional dos estudos, com objetivo de situar no contexto da bacia hidrográfica, os eventuais impactos cumulativos decorrentes dos diversos aproveitamentos Hidrelétricos inventariados e/ou propostos, além do projeto da Hidrovia do rio Madeira. Será considerada a bacia hidrográfica do rio Madeira, em território brasileiro”.

A partir dessa conceituação procurou-se identificar os empreendimentos que possam potencializar e/ou acumular impactos com os AHEs Jirau e Santo Antônio. Para essa abordagem, e a conseqüente definição da área de abrangência regional, o sistema de transmissão associado não foi considerado, pois nesta fase, é apresentado como um estudo de corredor, o qual não apresenta a abrangência e profundidade de um estudo de impacto ambiental.

Com base, principalmente, em dados secundários e procurando atender a alguns indicadores apresentados pelo TR que podem evidenciar potenciais sinergias entre os empreendimentos propostos, são abordados temas específicos para os meios físico, biótico e socioeconômico.

Para o meio físico, é realizada uma caracterização regional para os recursos hídricos, destacando-se análises de parâmetros físicos e químicos realizadas ao longo da hidrovia do rio Madeira e a questão da contaminação por mercúrio na bacia.

No meio biótico, são indicadas, para os ecossistemas terrestres, as áreas de sensibilidade ambiental localizadas na AAR, com base principalmente no estado de conservação das unidades de paisagem. Para os ecossistemas aquáticos, a ictiofauna é analisada destacando-se principalmente a presença de espécies migradoras e espécies de distribuição restrita ao Alto Madeira (relacionados aos ambientes de corredeiras).

Com relação ao meio socioeconômico, são apresentados os principais indicadores de qualidade de vida para os municípios inseridos na AAR considerada.

2. DEFINIÇÃO DE ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL

Os empreendimentos considerados, para definição do contorno da área de abrangência regional, foram, a partir dos AHEs Jirau e Santo Antônio, a UHE Samuel e a Hidrovia do rio Madeira.

Assim, como espacialização da AAR, considerou-se o polígono formado pelas Áreas de Influência Indireta (AII) dos AHEs Santo Antônio e Jirau; a Área de Influência Indireta da UHE Samuel, compreendendo a bacia hidrográfica do rio Jamari e seus tributários, e a Hidrovia do rio Madeira, no trecho Porto Velho a Itacotiara, a partir da calha do rio até o limite dos municípios em contato com essa seção (FIGURA B.II. 1).

Além de Porto Velho, os municípios inseridos nesse contorno de AAR são: Humaitá, Manicoré, Novo Aripuanã, Borba, Nova Olinda do Norte, Altazes e Itacotiara.

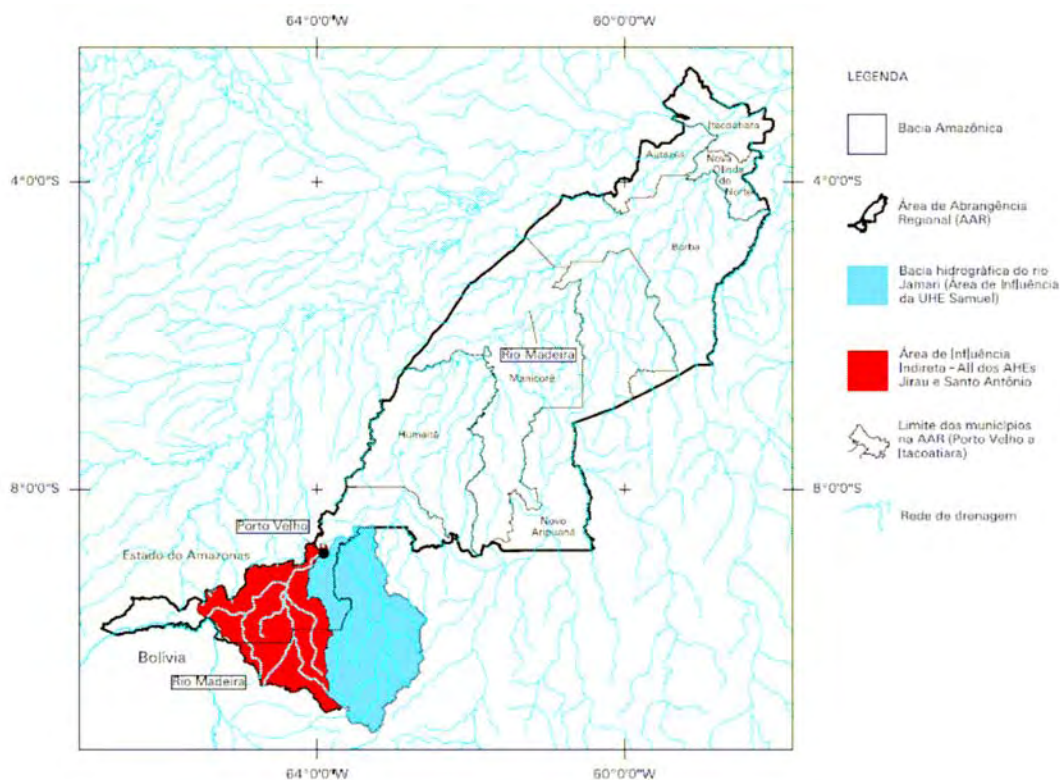


FIGURA B.II. 1 - Área de Abrangência Regional e Área de Influência Indireta dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio

3. EMPREENDIMENTOS INSERIDOS NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL

3.1. Usina Hidrelétrica Samuel

A UHE Samuel foi implantada no local denominado Cachoeira de Samuel, no rio Jamari, afluente pela margem direita do rio Madeira, no estado de Rondônia. O local fica a cerca de 52 km de Porto Velho, pela BR-364, e a 96 km da confluência do rio Jamari com o rio Madeira. O local pode ser atingido pela BR-364 a partir de Cuiabá, num percurso de aproximadamente 1405 km. Outra alternativa de acesso rodoviário é a BR-319, que liga Manaus a Porto Velho.

O acesso hidroviário é feito a partir do rio Madeira, navegável durante todo o ano. O trecho do rio Jamari entre a confluência deste com o rio Madeira e a UHE Samuel é navegável somente para embarcações de pequeno porte.

O reservatório ocupa uma área, no nível máximo normal de operação (cota 87,00 metros), de 560 km², estendendo-se pelos municípios de Porto Velho e Ariquenes.

A UHE Samuel foi construída, principalmente, para suprir de energia elétrica as cidades de Porto Velho (Rondônia) e Rio Branco (Acre), bem como as cidades de Guajará-Mirim, Ariquenes, Ji-Paraná e Abunã, localizadas em Rondônia, hoje supridas por usinas termelétricas.

A UHE Samuel foi à primeira usina hidrelétrica de porte expressivo de Rondônia, com uma potência final instalada de 217 MW e sistema de transmissão associado compreendendo 896 km de linhas de 230 kV e 137 de linhas de 69 kV. A TABELA B.II. 1 a seguir apresenta os dados que caracterizam o reservatório da UHE Samuel.

TABELA B.II. 1 - Dados característicos da UHE Samuel

Área de drenagem (bacia hidrográfica)	15280 km ²
Área inundada N.A máximo normal (87,00)	560 km ²
Área inundada N.A mínimo operacional (80,00)	144 km ²
Volume total acumulado	3250 km ³
Volume útil (cota 80,00 a 87,00)	2306 km ³
Volume morto	944 hm ³
Comprimento do Reservatório (para NA máximo normal)	140 km
Profundidade média	204 m ³ /seg
Vazão média regularizada	204 m ³ /seg
Vazão média observada(1971/1986)	346 m ³ /seg
Vazão efluente (TR = 10000 anos)	4713 m ³ /seg

3.2. Hidrovia

O padrão tradicional de ordenação do espaço amazônico remonta ao período colonial, quando a metrópole portuguesa busca materializar seus objetivos econômicos e geopolíticos contra os interesses colonialistas das demais nações européias. Mantendo as características, esse padrão, também chamado de “justafluvial”, atravessou o período colonial, o Império, e grande parte

da República, ou seja, vai da fundação do Forte do Presépio, origem da cidade de Belém, em 1616, até ao fim da estagnação que sucedeu ao ciclo da borracha, já nos anos 60.

A vasta rede hidrográfica foi a única via de penetração e, também, a base da estratégia de defesa e manutenção do espaço produtor, na medida em que propiciou a construção de fortificações, a criação de povoados, aldeias missionárias e cidades. Como exemplo, podem ser citadas as localizações de cidades, como Belém, em posição de fácil defesa, e todas as cidades do rio Amazonas situadas na confluência com algum outro rio importante, tais como Manaus, no rio Negro, Santarém, no rio Tapajós, Cametá, no rio Tocantins, Óbidos, no rio Trombetas, Tefé, no rio Juruá e Itacoatiara, no rio Madeira.

A movimentação de cargas pela hidrovia do Madeira, a partir do porto de Porto Velho, é marcada por três fases:

- o período até 1995, em que só existia o cais público e ainda não haviam sido realizadas as obras de melhoria;
- o período entre 1995 e 1997, quando alguns terminais privados se instalam (PETROBRAS e Cia. Alto Alegre), mas que pouco incrementaram a movimentação;
- o período a partir de 1997, quando são concluídas as obras de balizamento e sinalização na hidrovia e instalou-se o terminal privado J.F. de Oliveira, responsável, em média, por dobrar a movimentação do porto no período 1998/2002.

A hidrovia do Madeira, plenamente navegável, durante o período da cheia (novembro a abril), não oferece obstáculos à movimentação dos comboios de barcaças. Já no período da seca (maio a outubro), oferece um calado de navegação de a 2,5m e, entre Porto Velho e o rio Amazonas (1.026 km de extensão), apresenta acidentes geológicos (pedrais) que promovem um elevado risco à navegação, impedindo sua realização durante a noite.

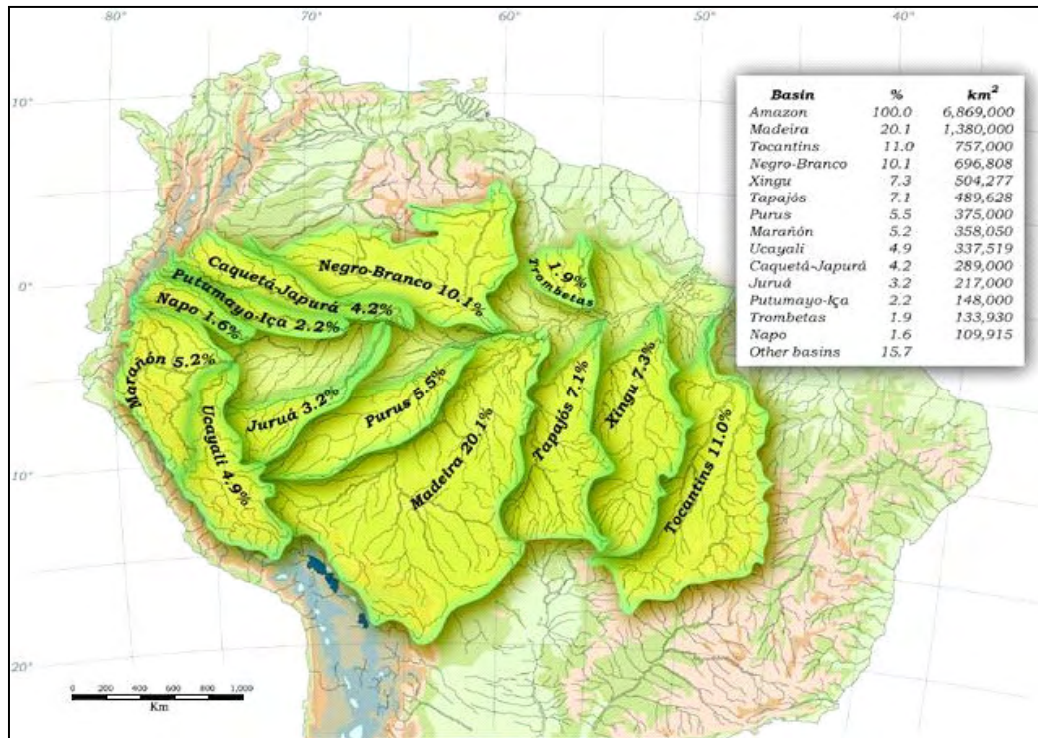
Os comboios graneleiros podem trafegar seguramente pela hidrovia do rio Madeira, entre Porto Velho e a foz no rio Amazonas, exceto por duas passagens consideradas como trechos críticos à navegação. Esses críticos compreendem as passagens de Marmelos – PK-550 e Abelhas – PK-923.

A necessidade de se estabelecer um sistema mais seguro para a navegação na hidrovia do rio Madeira vem tomando forma, principalmente após a criação da PORTOBRÁS, que assumiu a administração de todos os portos brasileiros e hidrovias, quando então foram realizados dois balizamentos e duas cartas batimétricas.

Com a extinção da PORTOBRÁS, foram criadas as Companhias de Docas. O porto de Manaus e as Hidrovias do Estado do Amazonas passaram a ser administrados pela Companhia Docas do Maranhão (CODOMAR) Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental – AHIMOC. As características do canal são:

TABELA B.II. 2 - Características do Canal das Hidrovias da Amazônia Ocidental

Largura	50 m
Raio de curvatura sem sobrelargura	1,688 m
Profundidade	3,00 a 3,20 m (trechos arenosos)
Profundidade	3,00 a 3,00 (trechos rochosos)
Talude do canal (trechos arenosos)	7:1(H:V)
Talude do canal (trechos rochosos)	2:3(H:V)



(modificado de Goulding et al., 2003)

FIGURA B.II. 3 - Mapa esquemático mostrando as principais bacias tributárias do sistema Solimões/Amazonas

Na Amazônia, as variações na aparência e conteúdo químico de seus sistemas aquáticos naturais estão associadas aos diferentes padrões de distribuição das condições geológicas e mineralógicas dentro de sua imensa bacia hidrográfica. Baseado em tais relações, Sioli (1950) estabeleceu uma classificação para as águas amazônicas, agrupando-as em três tipos principais: brancas, pretas e claras. Na realidade, esses três tipos são determinados pela interação de fatores de paisagem (relevo, solo, cobertura vegetal) nas regiões nascentes, em conjunto com o clima local (regime de temperatura, quantidade e distribuição de chuvas). Não são absolutamente distintos entre si e permanentes e podem ser ligados por várias formas intermediárias, ou até variar de modo periódico e/ou casual para um mesmo corpo de água (Sioli & Klinge, 1962; Klinge & Ohle, 1964; Sioli, 1968).

Baseado primariamente na classificação das águas amazônicas (Sioli, 1950) e, fundamentalmente, na estrutura geológica da região, Fittkau (1970) estabeleceu uma divisão da Bacia Amazônica em regiões geoquimicamente distintas, com características ecológicas individuais, a saber: uma extensa planície central, a qual denominou Amazônia central (altitudes <100 m), e três zonas periféricas: setentrional (ao norte), meridional (ao sul) e ocidental (a oeste), correspondentes, respectivamente, ao Escudo das Guianas (altitudes de 500-3.000 m), ao Escudo Brasileiro (altitudes de 1.000-2.000 m) e à região Andina e pré-Andina (altitudes de 3.000-7.000 m).

A Amazônia central acha-se constituída, predominantemente, por sedimentos fluviolacustres do Terciário e de Pleistoceno continental (Sternberg, 1975; Sioli, 1984). As zonas periférica setentrional e meridional estão situadas dentro da área de formações pré-cambrianas,

parcialmente cobertas por estratos do Paleozóico ao Mesozóico e por sedimentos Cenozóicos, evidenciando estratos superficiais de origem heterogênea. Portanto, essas três zonas são caracterizadas por uma topografia suave que não favorece os processos erosivos e sedimentos geologicamente antigos e bastante lixiviados, nos quais se desenvolveram solos ácidos e relativamente pobres em nutrientes. Na zona periférica ocidental, predominam as terras aluviais de origem geológica recente (quaternária), consistindo de sedimentos menos lixiviados, com solos relativamente ricos em nutrientes e sais minerais, onde a topografia montanhosa e escassa cobertura vegetal favorecem os processos erosivos (Sternberg, 1975; Sioli, 1984). Para o leste, a Bacia Amazônica está aberta para o oceano Atlântico.

As águas claras são originárias, predominantemente, da Amazônia central e zona periférica meridional (Escudo Brasileiro), sendo caracterizadas pela extrema escassez de matéria em suspensão. Na Amazônia, as águas claras são representadas pelos rios Tapajós, Xingu, Tocantins e Araguaia, situados na parte sudeste da bacia, e numerosos igarapés. As águas pretas são originárias, predominantemente, dos planos da Amazônia central e zona periférica setentrional (Escudo das Guianas), tendo como característica marcante, além da escassez de matéria em suspensão, a grande presença de solutos orgânicos do tipo húmico, responsáveis por sua coloração escura. As águas pretas são representadas pelo rio Negro e numerosos igarapés.

As águas brancas são originárias da zona periférica ocidental (região Andina e pré-Andina). Apresentam uma coloração ocre devido à grande quantidade de partículas dissolvidas (nutrientes e sais minerais) e em suspensão que transportam. Como exemplos de rios de água branca temos o sistema Solimões-Amazonas e o rio Madeira. Igarapés de águas brancas são praticamente inexistentes na Amazônia brasileira, devido ao seu relevo plano e densa cobertura vegetal (Sioli, 1975).

Os dados hidroquímicos demonstram que as zonas periférica setentrional e meridional, e em especial a Amazônia central, incluem águas muito pobres em elementos químicos e bastante ácidas, refletindo especialmente as condições ecológicas extremas de seus ambientes terrestres (Fittkau *et al.*, 1975; Sioli & Klinge, 1962). A zona periférica ocidental apresenta águas relativamente ricas em eletrólitos, levemente ácidas até quase neutras, em parte, misturadas com águas das áreas adjacentes, refletindo mais as condições hidroquímicas da área pré-Andina do que as da Amazônia central (Fittkau *et al.*, 1975; Klinge *et al.*, 1981). Portanto, a classificação das águas amazônicas reflete as diferenças entre águas aluviais quimicamente ricas de áreas elevadas de origem geológica recente (água branca), e aquelas pobres em matéria em suspensão e conteúdo nutricional de áreas de baixo relevo de origem geológica antiga (águas pretas e claras). Transições entre esses tipos podem ocorrer na escala espacial e temporal (Sioli, 1984). Outra característica fundamental da Bacia Amazônica refere-se à fluvariabilidade de seu sistema de drenagem, importante para a compreensão da estrutura ecológica da região, em particular da inter-relação entre o ambiente aquático e terrestre.

O padrão sazonal dominante na Bacia Amazônica é a flutuação pronunciada e previsível no nível da água de seus rios, a qual reflete a sazonalidade da precipitação pluviométrica dentro da bacia, resultando em períodos bem definidos de águas altas e águas baixas. Na porção central da bacia, a amplitude anual de inundação é comumente entre 10-12 m, com o nível máximo (cheia) ocorrendo em maio-junho e o nível mínimo (seca), em outubro-novembro (Oltman, 1967). O padrão monomodal de descarga dos rios amazônicos ou pulso de

inundação (Junk *et al.*, 1989), combinado com a topografia plana de grande parte da bacia (planície amazônica), inunda e drena anualmente grandes áreas adjacentes aos rios, que correspondem às planícies de inundação. As áreas alagadas pelos rios amazônicos ocupam cerca de 300.000 km² da bacia, sendo que aproximadamente 200.000 km² constituem as planícies de inundação dos rios de água branca, regionalmente denominada de várzeas. Os restantes 100.000 km² constituem as planícies de inundação dos rios de água preta (denominadas de igapós) e rios de água clara (Junk, 1993).

Nas planícies de inundação dos rios de águas brancas, como o Solimões/Amazonas, parte da sua carga de sedimentos pode ser depositada dentro do canal fluvial ou em faixas de terreno marginais em contato com a área nunca inundada, regionalmente denominada de terra firme. Modeladas pela atual drenagem, as várzeas podem ser caracterizadas como um mosaico de diversos elementos topográficos e estruturais de origem fluvial, típicos de áreas com processos de erosão e deposição ativos, tais como: canais, furos, ilhas e diques marginais, interligados entre si e ao rio formador. Assim, a várzea é um ambiente complexo composto de áreas permanentemente aquáticas e áreas periodicamente inundadas, apresentando um contínuo de habitats entre esses dois extremos. As áreas contendo água aberta são denominadas de lagos, enquanto na faixa de terreno marginal alagada predominam as florestas inundadas e os bancos de macrófitas aquáticas emergentes (Junk, 1984; Melack, 1984).

Por outro lado, as planícies de inundação dos rios de águas claras e pretas são muito mais estáveis e pouco afetadas pelo processo de sedimentação anual, visto que os rios transportam uma carga de sedimentos mínima, cerca de 2-3% daquela transportada pelo complexo Solimões/Amazonas (Fisher, 1978; Meade *et al.*, 1979). Seus ambientes lacustres marginais geralmente ocupam uma depressão da terra firme, com morfologia em “V”, de margens íngremes, formato alongado e muito ramificado.

4.2. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Madeira

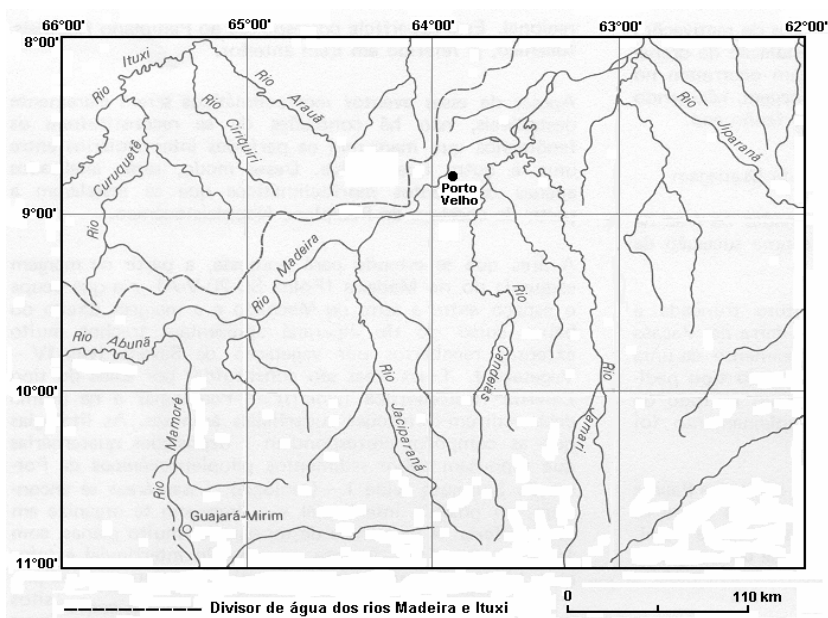
a) Limnologia, Qualidade de Água e Recursos Hídricos

As informações referentes ao tema limnologia, qualidade de água e recursos hídricos apresentadas a seguir foram extraídas e compiladas do documento “Diagnóstico Ambiental do Sistema Fluvial do Rio Madeira no Trecho de Implantação das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio (RO) - Relatório Técnico Final”, elaborado pela equipe técnica do INPA.

O rio Madeira, via natural de integração da Amazônia Ocidental, é considerado binacional por fazer fronteira entre o Brasil e a Bolívia, sendo formado a partir do encontro dos rios Beni e Mamoré. O rio Mamoré nasce na Cordilheira Real dos Andes bolivianos, nas proximidades de Santa Cruz de La Sierra, com a denominação de Grande La Plata. Seu curso tem a extensão de 2.200 km e sua bacia de drenagem cobre uma área de aproximadamente 525.000 km² (FIGURA B.II. 4). Penetra em Rondônia pelo extremo sul e, entre as cidades de Costa Marques e Guajará Mirim, recebe o rio Guaporé, cujas nascentes são localizadas na Chapada dos Parecis em Mato Grosso. Nas proximidades de Nova Mamoré, recebe o rio Beni, passando então a se chamar rio Madeira.

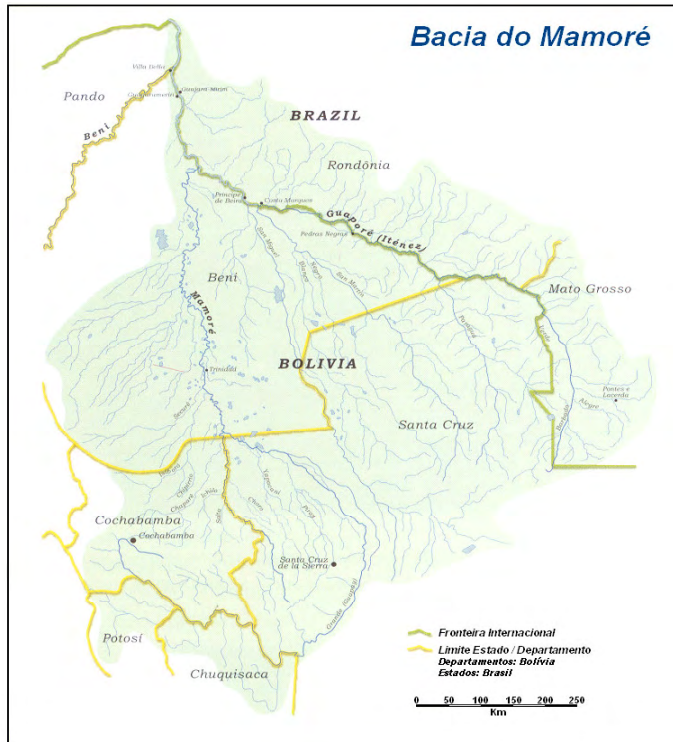
O rio Beni nasce no Planalto Andino boliviano, nas proximidades de Cochabamba. Seu curso tem a extensão de 1.600 km e sua bacia de drenagem abrange aproximadamente 172.000 km²

(FIGURA B.II. 5). Seu principal tributário é o rio Madre de Dios, cujas nascentes se localizam quase inteiramente nos Andes peruanos. Deve-se ressaltar que o rio Beni, o maior dos afluentes andinos, descarrega mais água do que o rio Mamoré e Guaporé juntos.



Fonte: Projeto RadamBrasil (MME/DNPM, 1977).

FIGURA B.II. 4 - Assimetria da bacia do rio Madeira.



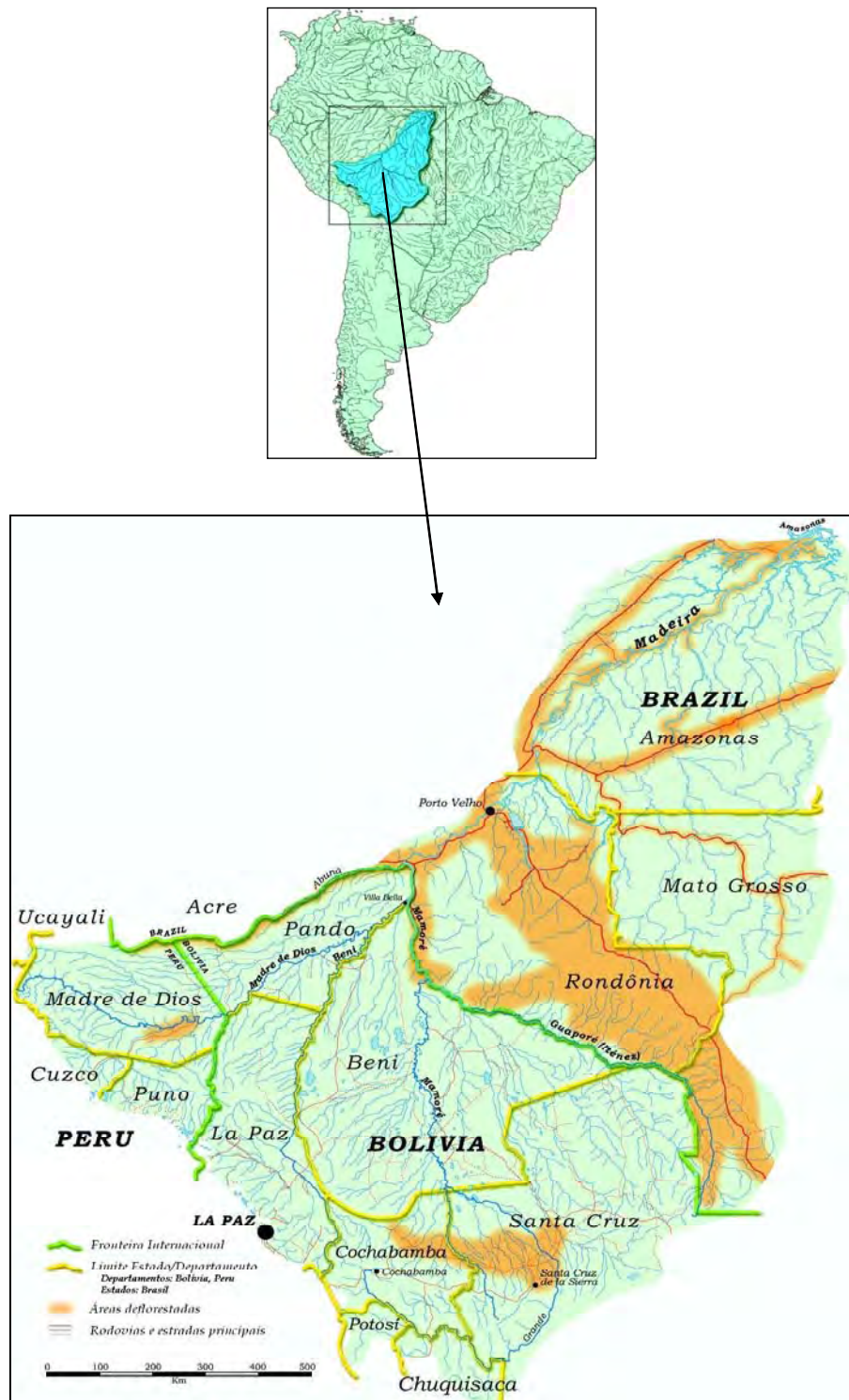
(modificado de Goulding et al., 2003).

FIGURA B.II. 5 - Mapa esquemático mostrando as bacias dos rios Mamoré e Beni, formadores do rio Madeira

O rio Madeira tem uma extensão total de aproximadamente 3.240 km, dos quais cerca de 1.425 km, em território brasileiro. Com relação ao padrão de orientação, a princípio seu eixo hidrográfico está alinhado segundo a direção N→S, inflectindo bruscamente para nordeste ao receber as águas do rio Abunã, seguindo essa direção até a sua foz, no rio Amazonas (FIGURA B.II. 5). Essas diferentes direções estão condicionadas às orientações tectônicas e foram aproveitadas pelo rio para abrir sua calha.

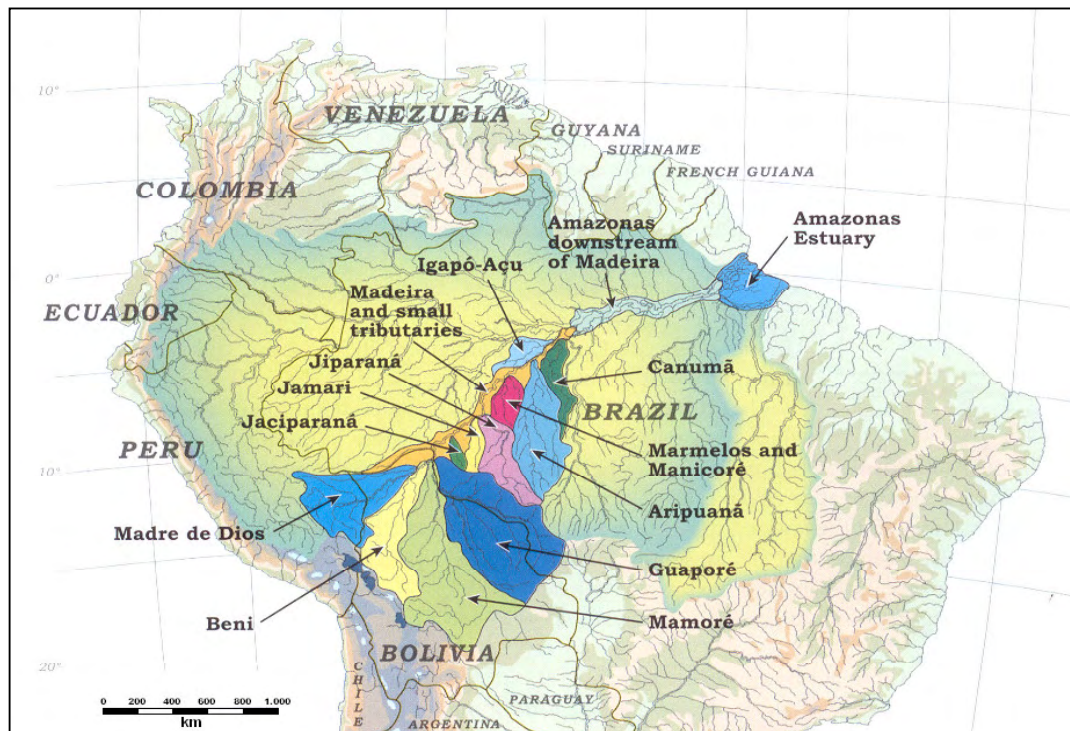
Em seu trecho com direção nordeste, o divisor de água entre a bacia do rio Madeira e outras bacias hidrográficas que compõem a rede de drenagem da área (rio Ituxi) se posiciona muito próximo e paralelo ao Madeira, de modo que este apresenta afluentes expressivos apenas na margem direita, fato que define na sua bacia, a assimetria verificada nas bacias de outros grandes rios amazônicos (FIGURA B.II. 4). Em território rondoniense, os afluentes principais pela margem direita são os rios Ribeirão, Castanho, Mutum-Paraná, Jaci-Paraná, São Francisco, Caracol, Candeias, Jamari e Jiparaná, além dos igarapés das Araras, Mururé e Cirilo. Dentre os afluentes do rio Madeira pela margem esquerda, destaca-se apenas o rio Abunã; os outros são curtos e pouco significativos (rios Ferreiros, São Lourenço e Aponiã, bem como os igarapés São Simão, Maparaná e Cuniã).

A bacia hidrográfica do rio Madeira, ou vale do Madeira, tem uma área total de aproximadamente 1,47 milhões de km², o que representa cerca de 23% da Bacia Amazônica, sendo aproximadamente o dobro do tamanho de qualquer outra bacia tributária, e abrange parcialmente os territórios da Bolívia (40%), Brasil (50%) e do Peru (10%). Em território brasileiro, estende pelos Estados de Mato Grosso, Rondônia, Acre e Amazonas, sendo delimitada a leste pela bacia do rio Tapajós e a oeste pela bacia do rio Purus, ambos afluentes do rio Amazonas (FIGURA B.II. 2 e FIGURA B.II. 6). A bacia do Madeira é geologicamente e geograficamente complexa porque, além de seu tamanho enorme, suas cabeceiras têm origem nos flancos altamente erosíveis dos Andes, no Escudo Brasileiro desnudado e antigo, e nas terras baixas do Terciário cobertas por florestas, ou seja, nos três principais tipos de áreas de drenagem da Bacia Amazônica (FIGURA B.II. 6 e FIGURA B.II. 7). Portanto, a água flui através de zonas de relevo, litologia, clima e vegetação variados, que determinam características hidrológicas e hidroquímicas diversificadas. Contudo, é a primeira das três áreas de drenagem que controla a hidroquímica do rio Madeira.



(modificado de Goulding et al., 2003).

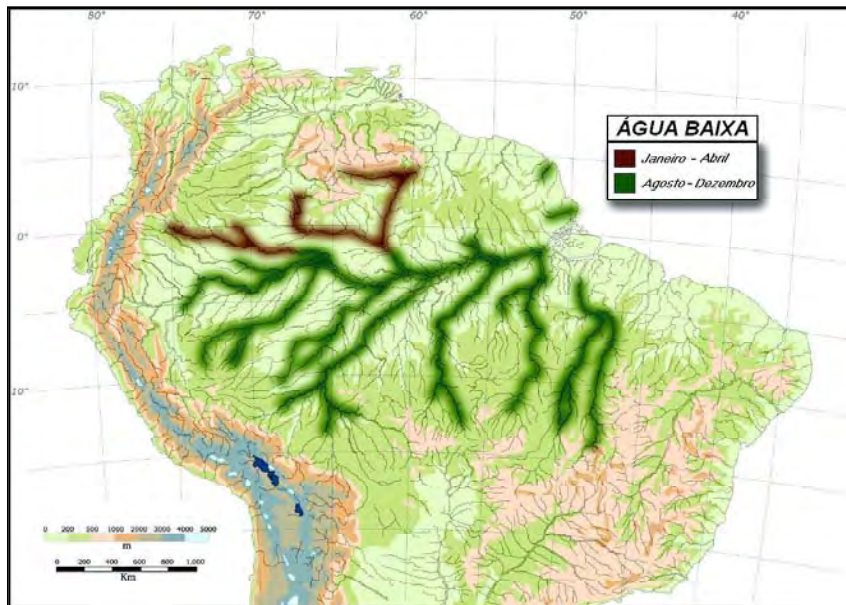
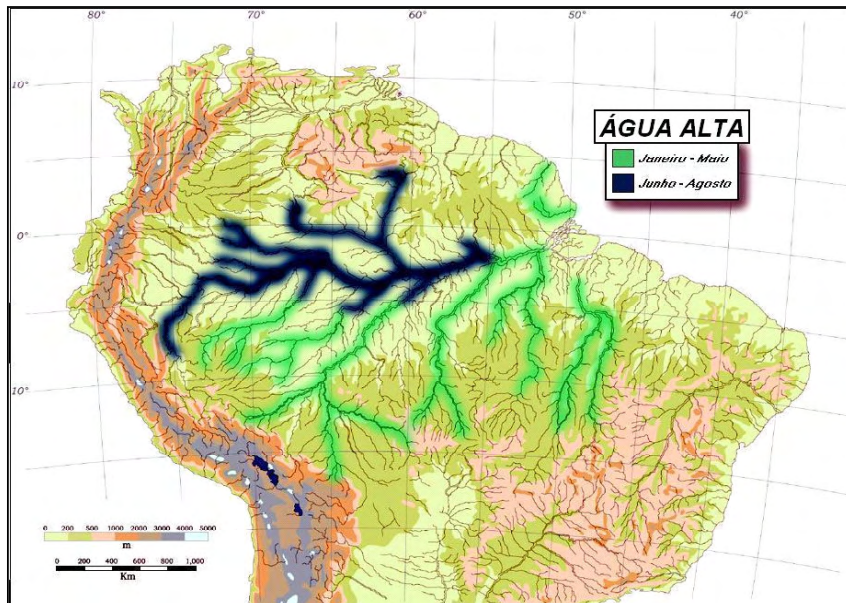
FIGURA B.II. 6 - Mapa esquemático mostrando a localização e dimensão da bacia de drenagem do rio Madeira



(modificado de Goulding et al., 2003)

FIGURA B.II. 7 - Mapa esquemático mostrando a localização das principais bacias tributárias do rio Madeira

A captação de água da bacia do rio Madeira pode ser considerada atípica em relação às demais bacias hidrográficas da Amazônia. Seus afluentes são de pequena importância quanto à descarga hídrica, constituindo apenas 25% do total do volume de água do Madeira. Por essa razão, o regime hídrico é discordante com o sistema Solimões/ Amazonas, estando o regime de cheia e vazante relacionado com o clima da região Andina do leste da Bolívia. Seu regime hidrológico é caracterizado por um período de águas baixas, de julho a outubro, e um período de águas altas, de fevereiro a maio. As vazões mínimas do ano ocorrem com maior frequência em setembro, enquanto que as máximas verificam-se nos meses de março e abril. Esse comportamento sazonal da bacia do Madeira é coincidente com o de outras bacias da Região Norte (FIGURA B.II. 8). A flutuação média anual da água do rio varia na faixa de 10,8-12,4 metros. A variação entre o pico de água alta e água baixa é de aproximadamente 15,4-21,8 metros (Goulding *et al.*, 2003).



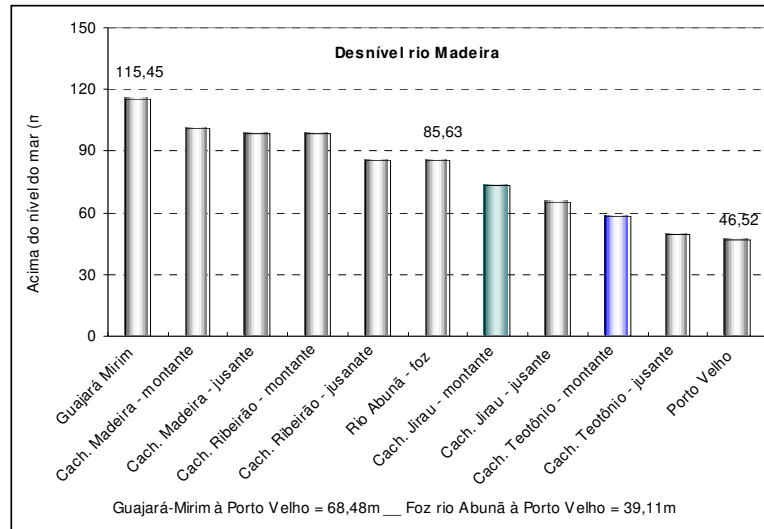
(modificado de Goulding et al., 2003).

FIGURA B.II. 8- Mapa esquemático mostrando as diferenças nos períodos de água alta e água baixa na Bacia Amazônica

De acordo com seu perfil longitudinal, o rio Madeira apresenta características predominantes de rios de planalto e de planície. No seu alto curso, que se estende da confluência dos rios Beni e Mamoré até as proximidades da cidade de Porto Velho (ca. 360 km), área de abrangência da maior parte deste estudo, o rio corta litologias pré-cambrianas da Encosta Setentrional do Planalto Brasileiro; por essa razão, apresenta uma geomorfologia condizente com rios de planalto, como alta declividade e um relevo rico em corredeiras, lajeados e cachoeiras. No trecho em questão, entre Abunã e Porto Velho, o Madeira percorre cerca de

300 km e apresenta um desnível em torno de 39 metros (FIGURA B.II.9), que corresponde a um gradiente médio da ordem de 13 cm/km. Para efeito de comparação, o rio Amazonas percorre cerca de 1.500 km de Manaus à sua foz, no oceano Atlântico, com um desnível total de 15 metros e um gradiente médio de aproximadamente 1cm/km.

O Alto Madeira não apresenta condições de navegabilidade por causa do elevado número de cachoeiras e corredeiras que marca pequenas rupturas de declive ao longo do seu leito em consequência do afloramento de rochas cristalinas. São 18 ao todo, das quais se destacam as cachoeiras de Pedreira, Paredão, Três Irmãos, Jirau, Caldeirão do Inferno, Morrinhos, Teotônio e Santo Antônio.



(modificado de Goulding et al., 2003).

FIGURA B.II.9-Mapa esquemático mostrando o nível e o grande número de cachoeiras no trecho de planalto do rio Madeira

No trecho restante, a partir da cachoeira de Santo Antônio (7 km a montante de Porto Velho) até sua foz, no rio Amazonas (ca.1.040 km), que corresponde ao seu curso médio-baixo, o rio Madeira apresenta-se como um típico rio de planície. Nesse trecho, o rio drena áreas de sedimentos terciários da Formação Solimões, apresenta largura média de 1.000 m e gradiente médio da ordem de 1,7 cm/km. Em seu curso planiciário, o Madeira apresenta boas condições de navegabilidade devido à ausência de cachoeiras e corredeiras. Contudo, por ser considerado um rio novo (sob o ponto de vista geológico), ou seja, em fase de busca do seu leito definitivo, é comum a alteração do canal de navegação a cada ciclo hidrológico.

O volume de água do Madeira é elevado. Sua descarga anual média foi estimada em 29.000 m³/s na foz, com valores máximos de 40.000 m³/s na cheia e mínimos de 4.000 m³/s na vazante (Ferreira *et al.*, 1988). Dentre os afluentes amazônicos, é o maior tributário em termos da descarga de água, contribuindo com aproximadamente 15% da descarga líquida total do rio Amazonas (Martinelli *et al.*, 1989) (FIGURA B.II. 10). De fato, por sua extensão e caudal, o rio Madeira constitui o segundo maior sistema de água branca da Amazônia, situando-se atrás do rio Solimões-Amazonas.

O Madeira é um rio extremamente barrento durante a maior parte do ano, sendo sua carga de sedimentos transportados estimada entre 500 e 600 milhões de toneladas/ano na foz (Martinelli *et al.*, 1989), constituindo-se no principal contribuinte (>50%) da carga de sedimentos transportada pelo rio Amazonas (FIGURA B.II. 10). No âmbito de seus formadores, o rio Beni e seu principal tributário, o rio Madre de Dios, são os principais controladores da geoquímica do rio Madeira, pois entregam as cargas de sedimentos mais pesadas (40.000-300.000 toneladas/dia), seguido pelo rio Mamoré (20.000-30.000 toneladas/dia). O rio Guaporé, caracterizado como um rio de água clara por drenar a porção sul do Escudo Brasileiro e as terras baixas bolivianas (leste), não apresenta elevada carga de material em suspensão; portanto, perfaz a menor contribuição (53-161 toneladas/dia) (De Paula, 1990).

O rio Madeira carrega de 50-68 mg/L de sais dissolvidos e 15-359 mg/L de material sólido em suspensão. Essa carga de material em suspensão é principalmente originária da região Andina da bacia e está entre as mais elevadas dos rios amazônicos (Gibbs, 1967). Quanto à carga dissolvida, representa cerca de 27% da carga total, e sua concentração é sempre maior na época seca, pois, na época chuvosa, há diluição frente ao acentuado volume de água. Quanto à carga em suspensão, é quase sempre maior na época chuvosa. A carga do leito, considerada pelo autor como a transportada até a distância de 50 cm do fundo, representa parcela muito reduzida do total da carga sólida transportada, com porcentagem sempre inferior a 10% (Gibbs, 1967).



(modificado de Goulding et al., 2003)

FIGURA B.II. 10 - Mapa esquemático mostrando a descarga relativa e o fluxo de sedimentos do rio Madeira para o sistema Solimões/Amazonas

As informações referentes ao monitoramento limnológico da Hidrovia do Madeira apresentadas a seguir foram extraídas e compiladas do documento “Monitoramento físico, químico e biológico da Hidrovia do Madeira”, elaborado também pelos técnicos do INPA que produziram o Diagnóstico Limnológico da AID.

O relatório de monitoramento da Hidrovia do Madeira engloba os dados biológicos levantados em excursão de campo, no período de 09/07 a 21/07, em atendimento aos objetivos do contrato AHIMIOC -001/2003 – Termo Aditivo 2004.

Dentre os diversos parâmetros observados e aqui representados, o mais crítico deles é a carga sólida em suspensão, que afeta a qualidade da hidrovia tanto no seu aspecto físico (assoreamento, espriamentos, formação de bancos de areia, indefinição posicional do canal de navegação, etc.) quanto na sua biodinâmica, prejudicando o desenvolvimento de sua produtividade primária e secundária, bem como limitando a disponibilidade de nutrientes.

A hidrovia é afetada por fortes processos erosivos de ordem natural, de intensidades crescentes, motivados pela indefinição de posição de seu canal principal, pois se trata de um rio geologicamente novo. Também contribui em muito para a magnitude desse impacto as ações de ordem antrópica (mineração de seixo e ouro através de dragagem). Tais atividades entulham o canal do rio, definindo novos fluxos direcionais de corrente, os quais atuam sobre os ambientes frágeis das margens ou ilhas recém-formadas, promovendo uma intensa erosão fluvial, em ambientes até então estabilizados. Além disso, os Andes exportam anualmente cerca de 5×10^8 toneladas de sedimentos. Desse total, cerca de 40% seguem pelos rios, e o rio Madeira recebe uma carga considerada desses sedimentos, o que propicia o aparecimento dos bancos de sedimentos, que, em alguns pontos, dificulta sensivelmente a navegação.

O rio Madeira, na localidade de Villabela, a 37 km a jusante de Guajará-Mirim, possui um fluxo global de material de $2,7 \times 10^8$ toneladas/ano. Desse total, 15% são material dissolvido e 85%, material particulado (sedimento em suspensão e de fundo). Do material particulado, cerca de 2% são material de leito (transporte de sedimento por saltitação e/ou arraste); o restante é transportado em suspensão. Segundo Guyot-95 (ORSTOM) e o Serviço Geológico do Estados Unidos (USGS), essa porcentagem pode ser extrapolada para todo o rio Madeira. A granulometria média (*d50*) está em torno de 0,11mm, sendo, na maior parte, lama (70%), argila e silte 20% e areia (10%). A composição de material de fundo é de 50% de quartzo, 20% de feldspato e 30% de argilas.

Próximo à foz do Madeira no rio Amazonas (Urucurituba), segundo dados USGS (Serviço Geológico Norte-Americano) a granulometria média (*d50*) está em torno de 0,17mm e, na maior parte é constituída de areia fina.

As observações efetuadas durante os últimos seis anos vêm demonstrando que a hidrovia tem apresentado melhorias sensíveis quanto à segurança da navegação, comparativamente com os levantamentos de campo realizados para a elaboração do seu PCA. As intervenções já realizadas reduziram as ocorrências de sinistros com equipamentos de navegação em 57,3%, conforme dados da Capitania dos Portos de Manaus/Porto Velho. Esse fato é uma consequência direta dos investimentos que o DNIT vem realizando na hidrovia, através de sua subsidiária na Amazônia Ocidental (AHIMOC).

Finalmente pode-se considerar que a Hidrovia do Madeira já apresenta sinais de poluição aquática pontual, nos ambientes dos ancoradouros das cidades, o que é preocupante, pois são provocados por esgotos de origem humana lançados ao rio, *in natura*. O fato está caracterizado pelo aumento da concentração de amônia nesses locais.

Segundo RODIER (1978), as variações nas concentrações de amônia estão ligadas a processos de degradação da matéria orgânica, excreções de animais e esgotos domésticos. Os resultados apresentados a seguir constituem um diagnóstico inédito da nossa Hidrovia.

- **Estações de Amostragem**

1. Rio Madeira: Foz no rio Amazonas
2. Rio Madeira: Ilha do Rosarinho
3. Rio Madeira: Jusante de Nova Olinda do Norte
4. Rio Madeira: Ilha de Borda Jusante
5. Rio Madeira: Ilha de Borba Montante
6. Rio Madeira: Jusante de Novo Aripuanã
7. Rio Madeira: Foz do rio Aripuanã
8. Rio Madeira: Jusante de Manicoré
9. Rio Madeira: Foz do rio Manicoré
10. Rio Madeira: A montante da foz do rio Manicoré
11. Rio Madeira: Pedral dos Marmelos
12. Rio Madeira: Boca do Lago do Antônio
13. Rio Madeira: Jumas das Chaves
14. Rio Madeira: Jusante da cidade de Humaitá
15. Rio Madeira: Montante da cidade de Humaitá
16. Rio Madeira: Foz do Rio Maicizinho
17. Rio Madeira: Jusante da Foz do rio Machado
18. Rio Machado: 100m a monte da foz
19. Rio Madeira: Montante da foz do rio Machado
20. Rio Madeira: Foz do rio Jamarý
21. Rio Madeira: Ilha do Mutum
22. Rio Madeira: Porto Velho

- **Parâmetros Medidos**

De acordo com o Plano de Controle Ambiental aprovado pelo IBAMA/DF, ficou definido o monitoramento dos seguintes Parâmetros:

Parâmetros:

PH	Condutividade Elétrica	Turbidez
Sólidos Totais em Suspensão	Cor	Dureza
Alcalinidade	Temperatura	Óleos e Graxas
Sódio	Potássio	Cálcio
Magnésio	Mercúrio	Fosfato Livre (P-PO ₄ ⁻³)
Amônia	Nitrito	Nitrato
Silicato	Sulfato	Cloreto
Oxigênio Dissolvido	Demanda Química de Oxigênio	Gás Carbônico
Produção do Fitoplâncton	Produção do Zooplâncton	Macrófitas Aquáticas

- **Estações de Monitoramento**

Um panorama do comportamento limnológico e da qualidade da água do trecho do rio Madeira a jusante de Porto Velho pode ser visualizado a partir dos resultados obtidos nas quatro estações de coleta, apresentados a seguir:

- **Estação 01 - Foz do rio Madeira no rio Amazonas**

A estação 01 está localizada na foz do rio Madeira, no rio Amazonas. Os dados limnológicos desta estação são de grande importância para caracterização da qualidade final da água do rio Madeira e para o estudo da dinâmica do seu fluxo, onde se pode avaliar a intensidade da influência do rio Amazonas sobre a velocidade de descarga de água do rio Madeira. Como, praticamente, não existe diferença de altitude (cota) entre as calhas dos dois rios, é a maior ou menor pressão hidráulica desenvolvida pelo rio Madeira que vai fazer com que ocorra o fenômeno de fluxo e defluxo. Assim, quando a pressão é positiva (cheia), ocorre um fluxo de descarga muito intenso ($35.000 \text{ m}^3/\text{s}$) e, quando a pressão é negativa (vazante), tem-se a inversão de fluxo provocando o engolfamento do rio Madeira pelo rio Amazonas, com influência até a cidade de Manicoré. A 550 km da foz, a descarga cai para $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

A qualidade química das águas dos dois rios é muito similar (Sioli, Schimth, Junk, Santos U, Boechat, Garcia entre outros), no entanto, a carga de sólidos em suspensão no rio Madeira é 4,3 vezes maior que a do rio Amazonas, segundo Guyot-95 (ORSTOM) e o Serviço Geológico do Estados Unidos (USGS). Dessa forma, a inversão do fluxo da água provoca uma drástica redução na sua velocidade, o que concorre para a formação de bancos de sedimentos que necessitam de dragagem emergencial.

O monitoramento realizado na estação 01 (FIGURA B.II. 11 e TABELA B.II. 3) permite identificar a intensidade do represamento e suas conseqüências para a segurança da navegação.

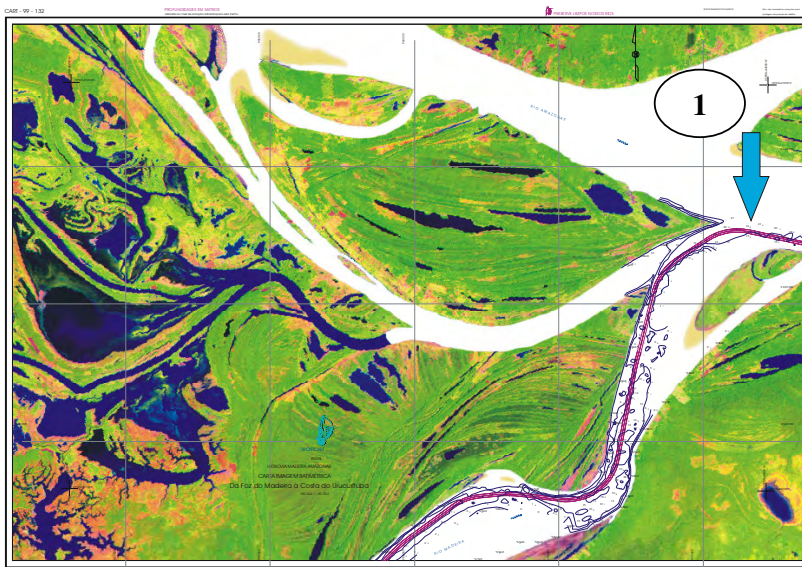


FIGURA B.II. 11 – Localização da Estação de Monitoramento Limnológico

TABELA B.II. 3 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 01

ESTAÇÃO Nº 01	FOZ DO RIO MADEIRA		COORDENADAS UTM		21 M 0789704 UTM 9433725		
CLIMA			OBS:		PK-00		
PARÂMETROS DOSADOS	UNID.	1999	2000	2001	2002	2003	2004
pH		6,08	6,40	6,55	6,15	6,20	6,70
Condutividade Elétrica	umhos	50,00	55,00	60,00	47,00	50,00	61,00
CO2	mg/L	5,60	5,80	5,60	5,80	5,25	5,90
O2	mg/L	4,51	4,33	5,17	4,98	5,00	5,3
Alcalinidade	mg/L	11,85	18,25	12,30	17,50	14,90	16,30
Dureza CaCO3	mg/L	21,65	23,40	23,80	18,69	20,13	22,10
Cloretos	mg/L	2,65	2,87	2,94	2,77	2,83	2,85
Turbidez	NTU	185,30	163,70	182,50	187,60	180,50	190,30
Sólidos em Suspensão	mg/L	156,00	177,00	145,00	150,00	151,00	171,40
Cor	mg/L	8,03	8,74	9,93	7,19	8,25	11,35
DQO (COD)	mg/L	32,19	31,35	30,97	27,72	33,19	34,17
Mg+2	mg/L	1,10	1,64	1,50	1,41	1,15	1,73
Ca+2	mg/L	3,32	3,14	3,09	3,41	3,20	3,65
Na+	mg/L	3,63	3,54	3,60	3,83	3,53	3,83
K+	mg/L	2,15	1,42	2,60	2,06	2,25	2,55
Fe dissolvido	mg/L	0,59	0,49	0,50	0,45	0,50	0,65
Fe total	mg/L	3,34	3,52	3,76	3,38	3,37	3,65
P-PO4-3	mg/L	0,014	0,009	0,011	0,015	0,019	0,021
N-NH4+	mg/L	0,112	0,165	0,100	0,103	0,139	0,143
N-NO2+	mg/L	0,003	0,007	0,005	0,0004	0,001	0,003
N-NO3+	mg/L	0,004	0,019	0,016	0,006	0,008	0,014
Si (OH)4+	mg/L	4,42	4,24	4,13	4,32	4,42	4,37
° C Ar	° C	29,00	30,00	30,00	31,00	30,00	28
° C Água	° C	29,00	29,00	28,00	29,30	29,00	27

- **Estações 15 e 16 - rio Madeira: Humaitá**

- **Estação nº 15**

A estação está localizada a jusante da cidade de Humaitá, a maior cidade do rio Madeira. Sua infra-estrutura de saneamento básico é, praticamente, inexistente e os efluentes líquidos gerados são lançados ao rio Madeira *in natura*, bem como o esgoto gerado nas embarcações, no ancoradouro. Os dados físico-químicos e biológicos obtidos permitem avaliar o impacto de poluição gerado pela da cidade e de seu ancoradouro. A cidade de Humaitá foi fundada no século XVII para dar apoio no aldeamento e catequese de índios.

A orla fluvial da cidade mede aproximadamente 2,6 km de extensão e é utilizada como ancoradouro de embarcações. O local não dispõe de infra-estrutura de segurança nem de atracamento. Dessa forma, as embarcações se distribuem ao longo do barranco do rio, formando aglomerados.

Os dados obtidos através do monitoramento físico-químico e biológico da estação indicam poluição de origem humana, através das concentrações anômalas de amônia, nitrito, nitrato e de óleos e graxas.

- **Estação n° 16**

A estação está localizada a montante da cidade de Humaitá e seu monitoramento permite avaliar a qualidade físico-química e biológica da água do rio Madeira, antes de receber a descarga de efluentes da cidade. Os resultados permitem concluir que está ocorrendo poluição aquática pontual no ambiente da orla fluvial da cidade.

Na imagem de satélite a seguir (FIGURA B.II. 12), pode-se visualizar o posicionamento das estações. No gráfico e nas tabelas a seguir pode-se observar a flutuação dos compostos do nitrogênio e de óleos e graxas, relativas às estações 15 e 16.

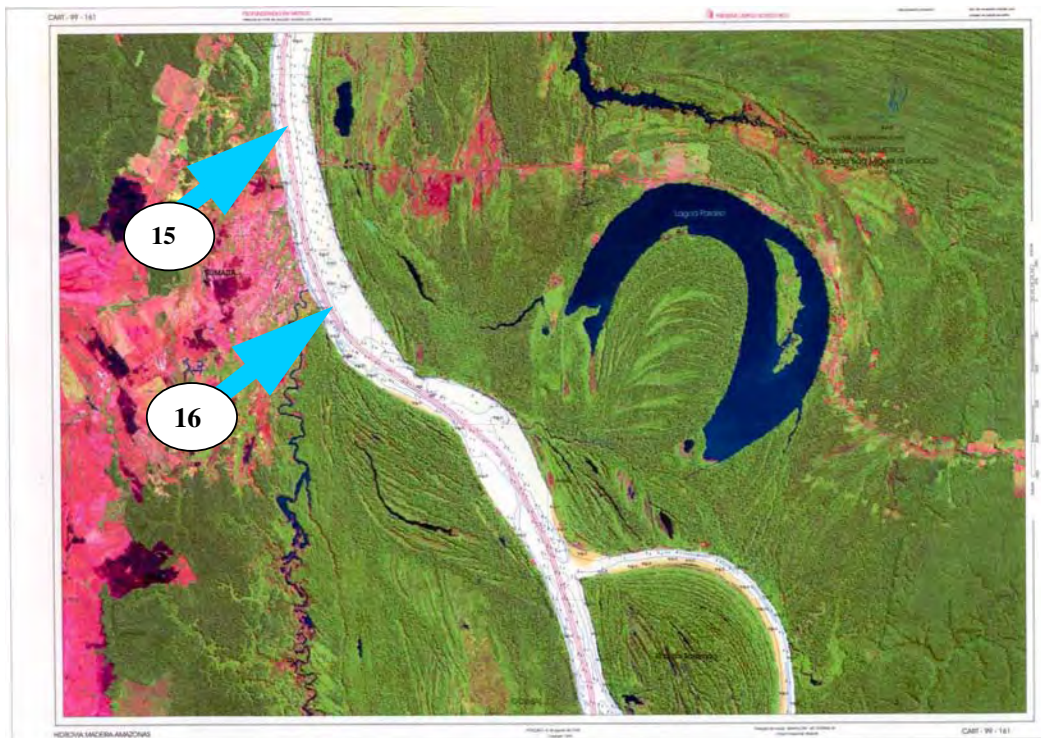


FIGURA B.II. 12 – Localização das Estações de Monitoramento 15 e 16

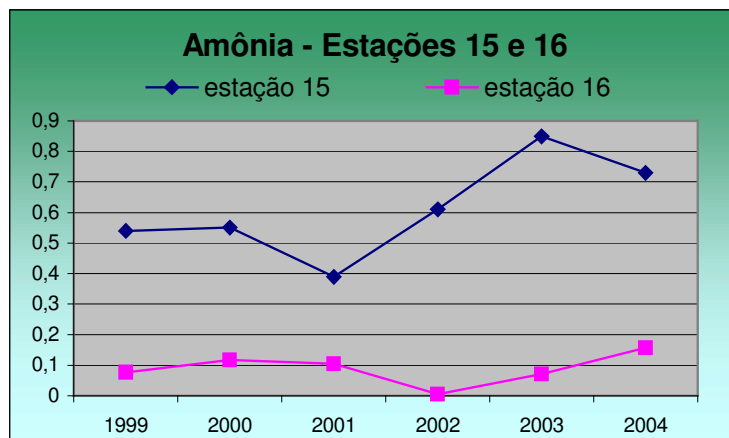


FIGURA B.II. 13 – Incremento da concentração de amônia – Estação 15

O gráfico acima (FIGURA B.II. 13) apresenta, em detalhe, o incremento da concentração de amônia ocorrido na estação 15 em relação à 16, o que evidencia poluição pontual da água no ambiente do ancoradouro da cidade de Humaitá.

TABELA B.II. 4 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 15

ESTAÇÃO Nº 15	JUSANTE DE HUMAITÁ	COORDENADAS UTM			20 M 0498299 UTM 9169359		
CLIMA		OBS:			Distante 87 km da estação 14		
PARÂMETROS DOSADOS	UNID.	1999	2000	2001	2002	2003	2004
pH		6,25	6,32	6,87	6,82	6,39	6,50
Condutividade Elétrica	umhos	51,00	74,00	60,00	84,00	49,00	55,00
CO ₂	mg/L	4,29	4,50	3,11	3,30	4,44	4,30
O ₂	mg/L	5,83	6,47	4,88	5,07	5,78	5,60
Alcalinidade	mg/L	16,11	14,37	21,00	17,15	19,50	21,40
Dureza CaCO ₃	mg/L	15,32	20,79	27,59	35,60	19,20	21,30
Cloretos	mg/L	1,75	1,95	1,45	1,55	1,60	1,35
Turbidez	NTU	140,30	197,20	201,00	223,00	155,00	165,00
Sólidos Suspensão	em mg/L	114,00	158,00	194,00	190,00	144,00	175,00
COR	mg/L	23,99	22,28	23,51	20,20	21,14	22,40
DQO (COD)	mg/L	22,17	27,25	29,40	21,420	21,55	22,65
Mg+2	mg/L	1,32	1,26	1,72	1,01	1,24	1,35
Ca+2	mg/L	3,68	3,71	3,45	3,86	3,57	3,45
Na+	mg/L	3,24	2,87	2,30	2,79	3,44	3,25
K+	mg/L	1,75	1,68	1,90	1,42	1,46	1,35
Fe dissolvido	mg/L	0,66	0,67	0,67	0,68	0,65	0,55
Fe total	mg/L	4,71	4,79	4,59	4,77	4,17	4,20
P-PO4-3	mg/L	0,038	0,029	0,023	0,025	0,024	0,025
N-NH4+	mg/L	0,540	0,550	0,390	0,610	0,850	0,730
N-NO2+	mg/L	1,450	1,350	1,178	1,257	1,348	1,393
N-NO3+	mg/L	2,018	2,431	2,279	2,265	2,115	2,536
Si (OH)4+	mg/L	4,05	4,68	4,56	4,06	4,15	4,50
° C Ar	° C	31,00	29,00	29,00	29,50	29,30	31,00
° C Água	° C	27,40	27,00	26,00	28,00	27,00	29,00

TABELA B.II. 5 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 16

ESTAÇÃO Nº 16	MONTANTE DE DE HUMAITÁ		COORDENADAS UTM			20 M 0498304 UTM 9169361	
CLIMA			OBS:			Distante 1,4 km da estação 15	
PARÂMETROS DOSADOS	UNID.	1999	2000	2001	2002	2003	2004
pH		6,95	6,87	6,72	6,73	6,50	6,75
Condutividade Elétrica	umhos	58,00	75,00	60,00	81,00	59,00	55,00
CO ₂	mg/L	4,48	4,25	4,65	5,05	4,35	4,25
O ₂	mg/L	4,78	6,04	4,88	7,55	4,13	5,10
Alcalinidade	mg/L	15,86	13,27	17,50	16,40	15,86	21,20
Dureza CaCO ₃	mg/L	18,62	15,49	27,59	32,71	17,65	18,45
Cloretos	mg/L	1,86	1,95	1,42	1,77	1,55	1,34
Turbidez	NTU	42,00	23,00	57,00	38,00	55,00	56,00
Sólidos em Suspensão	mg/L	56,00	77,00	55,00	30,00	51,00	49,50
COR	mg/L	117,325	134,734	112,770	124,680	108,37	128,00
DQO (COD)	mg/L	27,45	29,80	31,28	24,57	23,56	22,70
Mg+2	mg/L	1,24	0,85	1,13	1,57	1,84	1,45
Ca+2	mg/L	4,85	4,84	4,41	4,5	4,37	4,51
Na+	mg/L	2,84	5,90	5,60	2,64	2,11	2,15
K+	mg/L	3,10	1,24	4,20	1,40	3,18	3,05
Fe dissolvido	mg/L	0,55	0,55	0,73	0,59	0,52	0,55
Fe total	mg/L	3,71	3,64	3,42	3,62	3,23	3,30
P-PO ₄ -3	mg/L	0,025	0,028	0,012	0,025	0,014	0,017
N-NH ₄ ⁺	mg/L	0,077	0,117	0,105	0,004	0,071	0,156
N-NO ₂ ⁺	mg/L	0,008	0,004	0,005	0,002	0,005	0,002
N-NO ₃ ⁺	mg/L	0,019	0,009	0,100	0,012	0,014	0,026
Si (OH) ₄ ⁺	mg/L	4,17	4,55	4,33	4,23	4,55	4,56
° C Ar	° C	29,00	29,00	31,00	28,50	29,00	30,50
° C Água	° C	27,00	27,00	29,00	27,00	28,00	29,50

• **Estação 21– rio Madeira: Ilha do Mutum**

A estação está localizada no rio Madeira, na região denominada Ilha do Mutum. Seu monitoramento permite avaliar a qualidade físico-química e biológica da água. Conforme está descrito no PCA da Hidrovia do Madeira, é um local perigoso para a navegação por causa da grande ocorrência de paliteiros junto ao canal de navegação e da constante mudança de posicionamento do canal de navegação, estando previsto as obras de engenharia para a remoção dos paliteiros e abertura do ângulo de entrada no canal de navegação que contorna a ilha.

Na imagem de satélite a seguir (FIGURA B.II. 14), pode-se visualizar o posicionamento da estação 21, e na (TABELA B.II. 6) abaixo, a estabilidade da composição físico-química do rio.

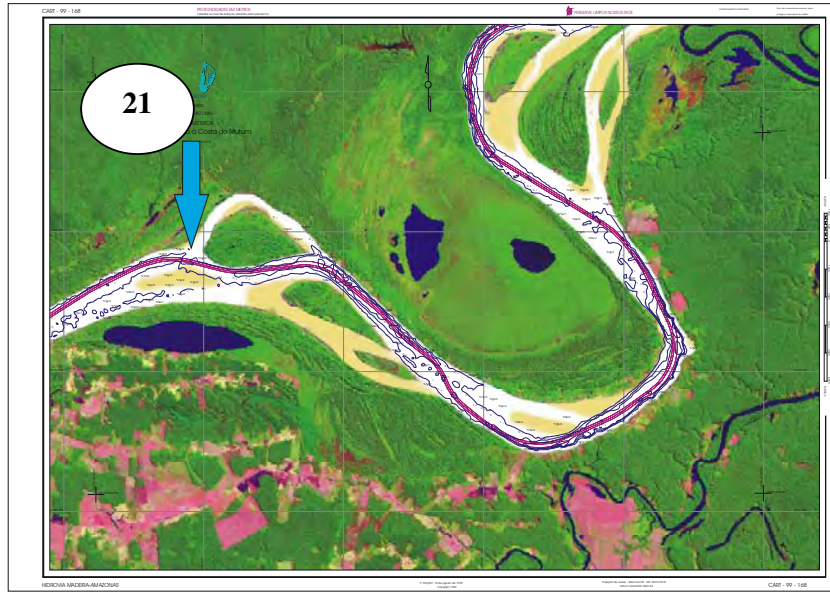


FIGURA B.II. 14 – Localização da Estação de Monitoramento 21

TABELA B.II. 6 – Monitoramento Limnológico do rio Madeira – Estação 21

ESTAÇÃO Nº 21	Ilha do Mutum		COORDENADAS UTM			20 L 0404906 UTM 9045151	
CLIMA			OBS:			Distante 85 km da estação 20	
PARÂMETROS DOSADOS	UNID.	1999	2000	2001	2002	2003	2004
PH		6,48	7,18	6,78	6,98	6,23	6,50
Condutividade Elétrica	umhos	38,00	37,00	22,00	24,00	41,40	34,50
CO ₂	mg/L	5,28	3,30	5,28	3,30	5,55	4,80
O ₂	mg/L	7,23	7,45	7,20	7,80	7,15	6,50
Alcalinidade	mg/L	16,38	15,85	13,00	15,00	16,38	19,20
Dureza CaCO ₃	mg/L	31,67	23,29	22,85	34,24	30,56	25,50
Cloretos	mg/L	2,19	1,17	2,48	2,13	2,34	2,50
Turbidez	NTU	119,60	167,50	131,70	167,00	109,60	134,00
Sólidos em Suspensão	mg/L	130,00	190,00	150,00	190,00	135,00	145,00
COR	mg/L	21,64	21,68	18,33	16,46	23,17	19,40
DQO (COD)	mg/L	28,17	29,67	27,18	20,16	25,74	23,70
Mg+2	mg/L	1,00	1,42	1,21	3,25	1,10	1,40
Ca+2	mg/L	3,39	3,65	3,20	3,98	3,55	3,20
Na+	mg/L	2,45	2,81	2,60	2,55	2,65	2,50
K+	mg/L	1,65	1,54	1,60	1,49	1,85	1,65
Fe dissolvido	mg/L	0,67	0,65	0,75	0,50	0,55	0,50
Fe total	mg/L	4,46	4,62	4,71	4,54	4,88	3,90
P-PO ₄ -3	mg/L	0,019	0,035	0,021	0,034	0,015	0,019
N-NH ₄ ⁺	mg/L	0,127	0,116	0,100	0,012	0,121	0,145
N-NO ₂ ⁺	mg/L	0,005	0,006	0,005	0,003	0,003	0,001
N-NO ₃ ⁺	mg/L	0,005	0,023	0,026	0,009	0,007	0,023
Si (OH) ₄ ⁺	mg/L	4,03	4,03	4,89	4,06	4,03	4,50
° C Ar	° C	31,00	27,00	28,00	31,00	29,50	30,50
° C Água	° C	27,00	25,50	26,50	29,00	26,50	29,00

- **Produtividade Primária (Fitoplâncton)**

A ocorrência sazonal e estacional das populações fitoplanctônicas e perifíticas aquáticas das estações fluviais e lacustres na região de influência do rio Madeira, onde a comunidade fitoplanctônica está representada por 371 *taxa*, representando 9 classes, 107 gêneros, 335 espécies, 55 variedades que não são típicas de suas respectivas espécies e 5 formas igualmente não típicas; pertencentes às classes: *Chlorophyceae* com 74 *taxa* (19,95%); *Oedogoniophyceae* com 5 *taxa* (1,35%); *Zygnemaphyceae* com 175 *taxa* (47,17%); *Chrysophyceae* com 11 *taxa* (2,96%); *Bacillariophyceae* com 51 *taxa* (13,75%); *Dinophyceae* com 07 *taxa* (1,89%); *Euglenophyceae* com 21 *taxa* (5,66%) e *Cyanophyceae* com 26 *taxa* (7,01%). As algas verdes (*Chlorophyta*) dominaram, com 68,46% do total de *taxa* identificados sobre os demais grupos de algas; dentro deste grupo dominante, a classe *Zygnemaphyceae* teve a maior representatividade com a ordem DESMIDIALES (45,55%) do total de *taxa* identificados, mostrando também que os gêneros *Staurastrum*, *Cosmarium*, *Closterium*, *Staurodesmus*, *Micrasterias*, *Scenedesmus* e *Euastrum* tiveram a maior diversidade de espécies (10,78%, 7,55%, 5,66%, 4,85%, 3,50%, 3,23% e 2,96%), sendo que esses 7 gêneros (6,54%) do total dos 107 representam 38,54% do total de *taxa*; percentagem normal, quando comparados aos parâmetros sazonais de ocorrência e distribuição das comunidades fitoplanctônicas nas bacias hidrográficas da região amazônica.

A dosagem da clorofila nos permitiu avaliar, quantitativamente, a massa de fitoplâncton em mg/L, onde se observa a tendência crescente de sua curva representativa. Esse fenômeno evidencia um aumento do número de indivíduos por espécie, o que somente é possível através da maior qualidade do meio físico-químico do habitat considerado.

- **Produtividade do Zooplâncton**

O zooplâncton, em ocorrência sazonal, está representado por 87 *taxa*; distribuídos em 3 classes (Copépoda, Branchiopoda e Rotífera), 32 gêneros e 54 espécies. A classe Rotífera apresentou a maior diversidade e densidade, com 60 *taxa*, representando 68,97% da comunidade zooplanctônicas. Em geral, a maioria desses *taxa* são bons bioindicadores de águas barrentas ou claras, que pouco ou nada sofreram da ação antrópica.

Considerando os resultados físico-químicos encontrados nos ambientes dos atracadores das cidades de Borba, Novo Aripuanã, Manicoré e Humaitá, onde ficou evidenciado indício de poluição aquática de origem antrópica, torna-se necessária a realização de uma amostragem da produtividade primária e secundária da Área de Influência Direta, em detalhe, buscando a presença ou não de bioindicadores, para esse tipo de poluição.

- **Produtividade da Macrófitas Aquáticas**

A ocorrência e distribuição sazonal e estacional das populações de macrófitas aquáticas nas estações fluviais e lacustres na área de influência do rio Madeira desde a montante da cachoeira de Santo Antônio até a sua foz, no rio Amazonas, onde a comunidade está representada por 12 famílias, 18 gêneros e 17 espécies. *Salvinia auriculata*, *Ricciocarpus natans* e *Azolla caroliniana* correspondem a plantas inferiores de baixa ocorrência e densidade nesse período hidrológico da seca, representando aproximadamente 5% do volume da biomassa nesse sistema. São também excelentes bioindicadores de águas barrentas. *Azolla*

caroliniana, com 48% de nitrogênio em peso seco, representa uma das maiores alternativas ecológicas e econômicas sustentáveis da região amazônica, responsável diretamente pelo equilíbrio do ciclo de nitrogênio em todos os sistemas fluviais e fluviolacustres de várzea, associados a espécies da classe Cyanophyceae do gênero *Anabaena*, com possibilidades de virem a ser utilizadas no desenvolvimento sustentável, nas atividades da piscicultura, agropecuária, pecuária, fruticultura e silvicultura com grande sucesso econômico e social.

As 14 espécies restantes correspondem a plantas superiores; dentre elas, as de menor ocorrência, frequência e densidade ao longo das áreas estudadas são: *Echinochloa polystachya*, *Paspalum repens*, *P. fasciculatum*, *Eichhornia crassipes*, *Pontederia rotundifolia*, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia natans*, *Polygonum sp.* À exceção de *Mourera fluviatilis*, com ocorrência ao longo da maioria das estações da calha do rio Madeira e dos afluentes, todas elas são responsáveis pelo elevado estoque da biomassa vegetal, o qual é transferido, na cadeia alimentar, aos níveis tróficos superiores desses sistemas aquáticos. As macrófitas aquáticas, iguais ao fitoplâncton e ao perifiton, são submetidas aos efeitos sazonais da enchente e da vazante (correnteza, turbulência, vazão, carga sedimentar, penetração de luz etc.). Na enchente, ambas as margens apresentaram uma relativa densidade, oposto ao que ocorre no período da seca. A maioria dessas espécies foi observada nas suas características morfológicas e fenológicas: floração e frutificação, e todas ou a maioria delas apresentaram, nas estruturas foliares e radiculares, a ação de predadores, tanto da entomofauna como da ictiofauna, porém ainda sem ação antrópica ocasionada por efluentes orgânicos e inorgânicos ou por movimentação e transporte, águas abaixo, da carga sedimentar por assoreamento na hidrovía.

Apresenta-se, a seguir (TABELA B.II. 7), a ocorrência sazonal das macrófitas aquáticas da bacia hidrográfica do rio Madeira, na região compreendida entre a cidade de Porto Velho/RO e sua foz no rio Amazonas:

TABELA B.II. 7 – Macrófitas Aquáticas do Rio Madeira entre Porto Velho e a Foz

Salviniaceae	Pontederaceae
<i>Azolla caroliniana</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>
<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Eichhornia sp</i>
Ricciaceae	<i>Pontederia rotundifolia</i>
<i>Ricciocarpus natans</i>	Podostemonaceae
Lemnaceae	<i>Mourera fluviatilis</i>
<i>Spirodella polyrrhiza</i>	<i>Mourera sp</i>
<i>Lemna sp</i>	Cyperaceae
Lentibularaceae	<i>Scirpus cubensis</i>
<i>Utricularia foliosa</i>	Polygonaceae
Nynphaceae	<i>Polygonum sp</i>
<i>Nymphaea sp</i>	Poaceae
Araceae	<i>Echinochloa polystachya</i>
<i>Pistia stratioides</i>	<i>Paspalum repens</i>
<i>Montrichardia arborecens</i>	<i>P. fasciculatum</i>
Onagraceae	<i>Oriza perennis</i>
<i>Ludwigia natans</i>	
<i>L. sp</i>	

b) Mercúrio na Bacia do Madeira

O acompanhamento das concentrações de mercúrio na bacia hidrográfica do rio Madeira é um assunto que atraiu as atenções de muitos pesquisadores nos últimos anos (Martinelli *et al*, 1988; Pfeiffer & Lacerda, 1988; Malm *et al*, 1989; Malm, 1991; Malm *et al*, 1991; Nriagu, 1994; Boischio, 1996; Gali, 1997; Lodenius & Malm, 1998; Silveira, 1998; Malm, 1998; Boichio & Henshel, 2000; Bourgoin *et al*, 2000; Bastos, 2004; Bastos & Lacerda, 2005). A principal razão disso é o papel da atividade garimpeira de ouro na região. Durante as décadas de 70 e 80, a bacia do rio Madeira foi a segunda região mais importante da Bacia Amazônica na produção de ouro de garimpo (Bastos & Lacerda, 2005). O mercúrio, em sua forma metálica (Hg⁰), foi utilizado no processo de amalgamação em grande escala durante essas décadas. A partir de 1990, a emissão de mercúrio foi consideravelmente reduzida, pelo menos na parte brasileira da bacia, graças ao reaproveitamento do metal pelos garimpeiros; mesmo assim, estima-se que cerca de 87 toneladas de mercúrio foram emitidas para o ambiente entre 1979 e 1990, tanto para a atmosfera como para a calha do rio e solos (Lacerda *et al.*, 1989).

Em recente revisão sobre a contaminação por mercúrio na bacia hidrográfica do rio Madeira, abrangendo tanto as áreas dos empreendimentos dos AHEs Santo Antônio e Jirau como a área a jusante até Itacoatiara, Bastos & Lacerda (2005) constataram que os níveis de mercúrio metálico nos diversos compartimentos (água, solos, sedimento) encontram-se dentro dos limites legais, o mesmo não sendo observado para os níveis de concentração de mercúrio em populações ribeirinhas.

No entanto, a concentração de mercúrio em peixes encontra-se acima dos limites legais, especialmente nos casos das espécies piscívoras. Esse fenômeno é observado até hoje, apesar da redução das emissões de mercúrio mencionadas acima, o que indica que os mecanismos de metilação do mercúrio não dependem de altas concentrações da forma metálica no ambiente. As grandes quantidades de mercúrio despejadas no ambiente durante o auge do garimpo podem ser remobilizadas e disponibilizadas em resposta a alterações no ambiente, tais como a construção de reservatórios e as atividades de dragagem previstas para a manutenção da Hidrovia.

Por essas razões, apesar do quadro atualmente favorável no que diz respeito à contaminação das populações ribeirinhas, recomenda-se um programa de monitoramento que possa sinalizar possíveis alterações nesse panorama.

Embora diversos pesquisadores estejam estudando há anos a presença de mercúrio nos rios da Amazônia, para muitas questões, ainda não há respostas:

- 1- nos sedimentos e solos, os níveis são dentro da faixa considerada normal, embora sejam mais elevados que solos de outras regiões do País, o que leva a uma divisão no meio científico. Alguns acreditam que o Hg natural seria mais importante que todas essas toneladas de Hg perdidas para o sistema durante o ápice do garimpo. Esse mercúrio natural entraria nos corpos d'água por degaseificação natural, pelas queimadas e pelos diferentes usos da terra na região (pastagem, agricultura);
- 2- os níveis são elevados na população ribeirinha embora as espécies mais consumidas por eles não sejam as de hábito carnívoros, ou seja, os que têm valores acima do recomendado para consumo;

- 3- embora apresente valores elevados, em alguns casos superiores ao esperado, e manifeste sinais da toxicologia, a população não apresenta o mal de Minamata. Isso desencadeia outras vertentes de estudos, ou seja, estudar comprometimentos neurocomportamentais e levantar possíveis fatores antagonicos;
- 4- em uma análise utilizando imagens de satélite, observando as cabeceiras dos formadores do rio Madeira, foi encontrado o que parecem ser formações vulcânicas (fonte natural de Hg);
- 5- as atividades de mineração de ouro, atualmente, no Beni e no Madre di Dios estão plenamente ativas.

A FIGURA B.II. 15 seguinte apresenta o ciclo biogeoquímico do mercúrio.

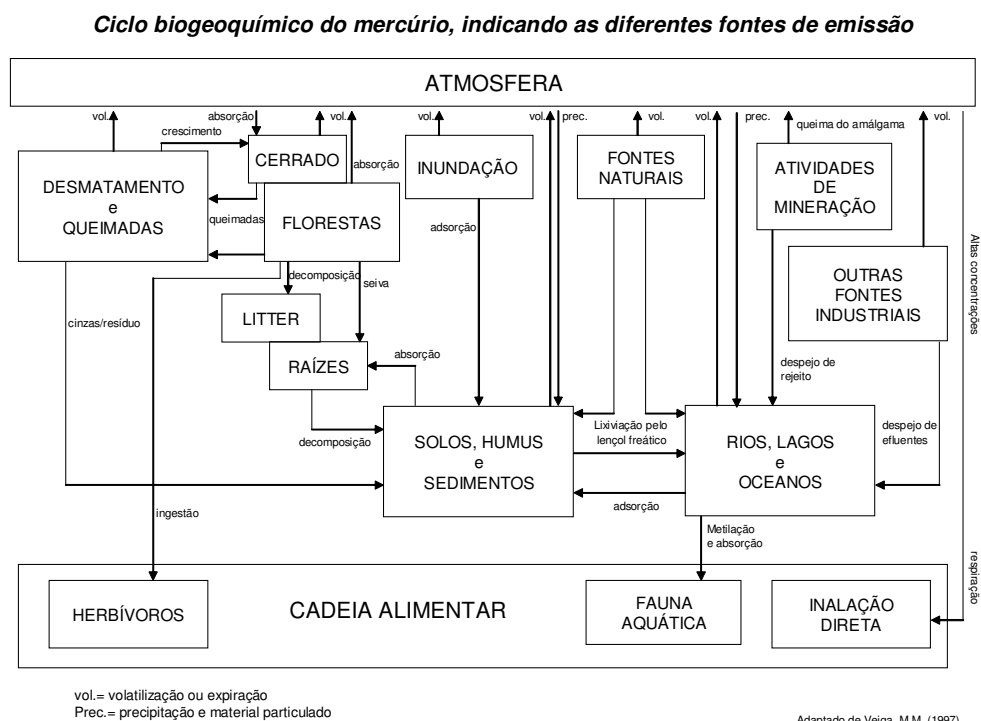


FIGURA B.II. 15 - Ciclo biogeoquímico do mercúrio

4.3. Corredores e Áreas de Sensibilidade Ambiental

A FIGURA B.II. 16 mostra a distribuição espacial de Áreas Prioritárias para Conservação, definidas pelo MMA (2005), na Área de Abrangência Regional. Foram também, incluídas as Unidades de Conservação existentes e as Terras Indígenas. Ainda que estas não se configurem como áreas de proteção integral, pela sua constituição e uso pelos grupos indígenas que nelas habitam, são, na realidade, as que apresentam maior grau de conservação na região, possibilitando a conexão entre as diversas áreas conservadas. É importante ressaltar que a região já conta com muitas unidades legalmente constituídas, embora o Desenho 6315-RT-G90-001 mostre que grande parte dessas unidades está sofrendo fortes pressões de desmatamento.

Essa carta imagem mostra que as unidades localizadas a jusante de Porto Velho encontram-se em melhores condições em relação à pressão antrópica. Essas unidades são: FERS Rio Madeira B, ESEC Cuniã e RESEX Cuniã. Em contrapartida, as que se situam próximas a cidade de Porto Velho, como a APA do Rio Madeira e a FERS do Rio Vermelho C, ambas na margem esquerda do rio Madeira, estão totalmente comprometidas por desmatamentos e ocupação irregular. A situação das unidades de conservação localizadas dentro da AII pode ser mais bem analisada no Desenho 6315-RT-G92-002, apresentado no TOMO D – Volume 1, que mostra a dinâmica de desflorestamento na região nos últimos anos. Neste Desenho pode-se observar que o processo de desmatamento nessas duas unidades é antigo, anterior a 1997, embora há registros também de desmatamentos muito recentes.

As outras unidades localizadas na margem esquerda do rio Madeira - ESEC Serra dos Três Irmãos, FERS do Rio Vermelho A e do Rio Vermelho B e a ESEC Mujica Nava – apresentam menores indícios de pressão, graças ao isolamento dessa área. Entre essas unidades a FERS do Rio Vermelho B é a única que apresenta manchas de desflorestamento antigo, anterior a 1997.

As Unidades de Conservação da margem direita do rio Madeira, RESEX Jaci-Paraná e FLONA Bom Futuro situam-se em área intensamente ocupada, sobretudo devido a frente de ocupação que avança do sul-sudeste do estado de Rondônia em direção ao norte. Ambas apresentam várias frentes de desmatamento dentro de seus limites, algumas delas antigas, porém muitas recentes, a partir de 2002. A FLONA Bom Futuro apresenta um processo de ocupação consolidado, onde se encontra instalada uma vila denominada Rio Pardo, com mais de mil famílias residentes.

As Terras Indígenas localizadas dentro dos limites da AAR também apresentam sinais de pressão de desmatamento, ainda que, em conjunto com as Unidades de Conservação, constituem, atualmente a única barreira capaz de conter o processo de desflorestamento no estado de Rondônia; a observação dos desenhos mencionados evidencia que as poucas áreas representativas dos ecossistemas naturais são as áreas legalmente protegidas. Mostram também a necessidade de efetiva implantação de mecanismos de fiscalização de forma a coibir o avanço das frentes de ocupação dentro dessas áreas.

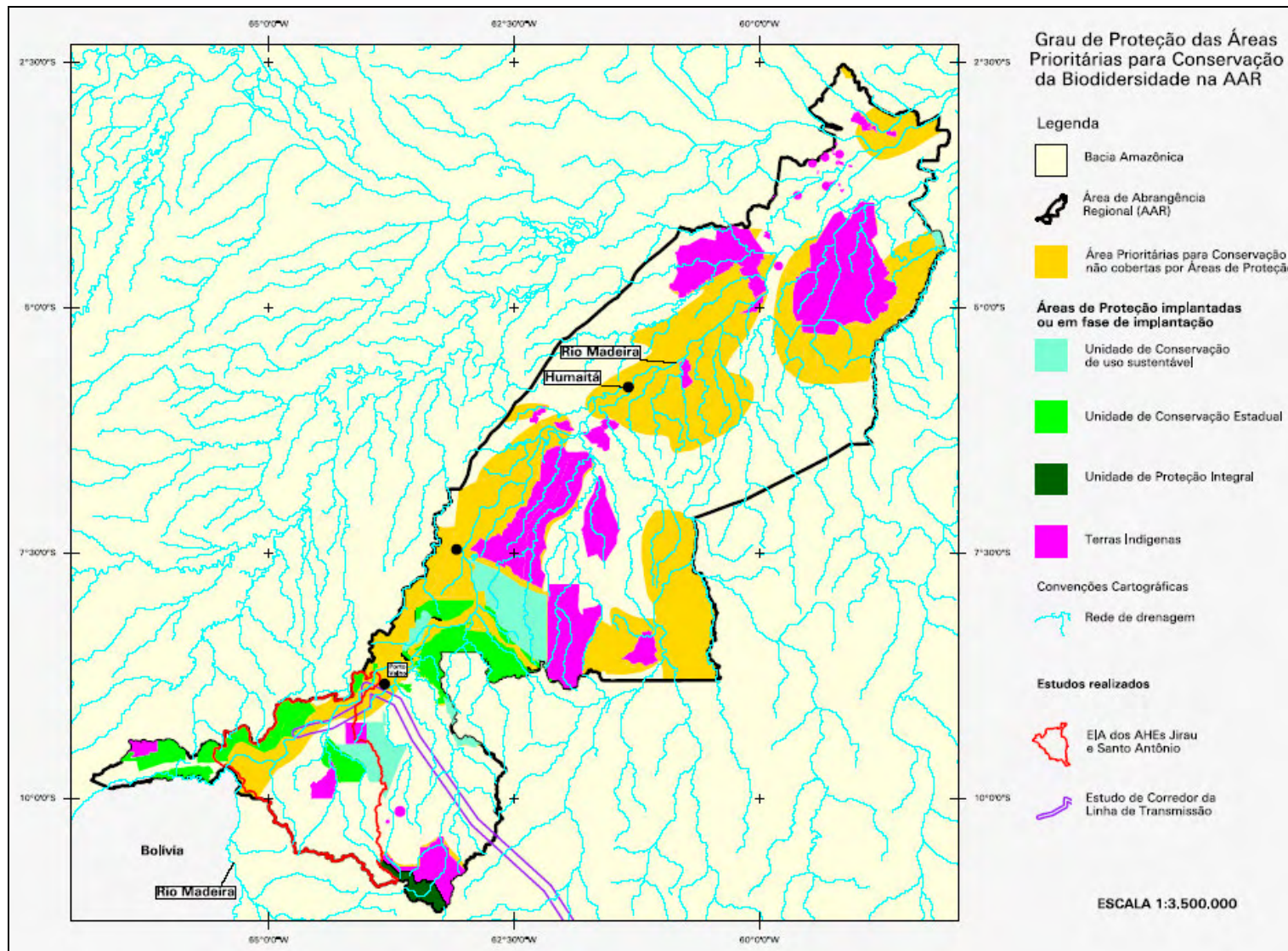


FIGURA B.II. 16 – Mapa de grau de proteção das áreas de sensibilidade ambiental na AAR

**DESENHO 6315-RT-G90-001 – Uso atual dos solos e cobertura vegetal em parte da
ARR (A3)**

4.4. Ictiofauna

a) Caracterização Geral

O maior potencial de recursos hídricos do Brasil está na Bacia Amazônica, um território transnacional, englobando vários países da América do Sul, com área estimada em 6.869.000 km². Mais de dois terços da área total da bacia (aproximadamente 70%) encontra-se em território brasileiro; o restante está localizado em áreas peruana e boliviana, com 12% cada uma, e em território colombiano, com 8%; os cerca de 5% restantes estão distribuídos no Equador, Venezuela e Guiana (Goulding *et al.*, 2003).

A bacia do rio Madeira compartilha uma fronteira de aproximadamente 1.000 km com a Bolívia, ao longo dos rios Mamoré e Guaporé. Imagens de radar revelam que o Madeira, principal afluente do rio Amazonas, tanto em vazão líquida como em carga de sedimentos (Goulding *et al.*, 2003), mantém seu curso de forma relativamente linear e comporta subunidades diferenciadas. Essas subunidades envolvem uma parte mais alta de seu curso, denominada Alto Estrutural Guajará-Mirim-Porto Velho e áreas típicas de planície de inundação, especialmente a jusante da cachoeira do Teotônio. O curso médio possui meandros com planícies aluviais amplas, canais abandonados, lagos, áreas alagadiças e diques marginais.

O rio Madeira é enriquecido pelas descargas de águas ricas em nutrientes oriundas de sua vertente Andina, que aparentemente não se traduz em uma elevada produtividade primária local, seja pelo transporte desses sedimentos para as porções do curso médio e inferior, seja pela estreita planície inundável naquele trecho do rio. Essa drenagem, na maior parte do ano, é extremamente turbida, com transparência inferior a 10 cm. Entretanto, no curto período de seca, a transparência do rio pode chegar a 40cm, clareando-o por 2 ou 3 semanas (Goulding, 1979). Nesse período, a produtividade de algas clorofíceas é alta e evidente (G. Torrente-Vilara, obs. pess.) e o conhecimento empírico da população local associa o grau de transparência à intensidade da migração, rio acima, dos peixes de escamas. Nos anos que apresentaram secas extremas, foram também observados valores de transparência mais altos, sugerindo uma possível correlação entre nível de água, transparência e produção biológica e pesqueira (Goulding, 1979).

A região do alto rio Madeira, localizada a montante da cidade de Porto Velho, é conhecida por suas rápidas corredeiras, que começam próximas a Cochabamba, na Bolívia, a 3.300 km da foz, em uma área regida pelos mais dramáticos níveis de flutuação da Bacia Amazônica. Neste trecho, os tributários do rio Madeira são profundos, correndo em vales encaixados com barrancos de até 30 m de altura. Esse fato, aliado à precipitação pluviométrica média do alto rio Madeira, que oscila entre 1.400 e 2.500 mm/ano, promove flutuações anuais em torno de 10,8 a 12,4 metros, sendo que a amplitude de variação entre secas e cheias extremas pode oscilar entre 15,4 e 21,8 metros. No seu trecho médio-inferior, a jusante do município de Manicoré (AM), o rio Madeira sofre influência do pulso de inundação do rio Amazonas e apresenta uma amplitude de variação sazonal em torno de 6 m (Goulding *et al.* 2003).

O nível hidrológico máximo do rio Madeira é alcançado entre março e abril, com média de 9,5 m sobre o nível do mar, e o mínimo, entre setembro e novembro, em torno de 3,0 m (Araujo-Lima & Ruffino, 2003). As variações do nível hidrológico determinam o pulso sazonal de inundação, que, por sua vez, promove um ciclo de carreamento de sedimentos e nutrientes da região Andina pelo canal do rio. O aporte cíclico desses sedimentos determina

características peculiares aos ambientes de várzea e aos sistemas conectados a ele, tornando-os altamente produtivos, com uma composição ictiofaunística reconhecidamente de alto valor comercial e ecológico (Funch *et al.*, 1989; Fosberg *et al.*, 1988; Cox-Fernandes, 1997; Cox-Fernandes & Petry, 1991; Junk *et al.*, 1976; 1983; Junk, 1997; Merona & Bittencourt, 1993; Petry, 1989; Rapp *et al.*, 2001; Saint-Paul *et al.*, 2000; Sioli, 1984; Vieira, 1982; Welcome, 1979; Do Valle, 2003; Araújo-Lima, 1998).

No Estado de Rondônia, como em toda a região amazônica, a ictiofauna possui uma elevada diversidade, tanto em relação ao número de espécies como aos hábitos de vida. Assim sendo, é natural que o peixe represente um recurso natural de grande importância para a região, tanto do ponto de vista biológico como socioeconômico.

A várzea do Cuniã, situada a jusante da cidade de Porto Velho, abriga um grande lago de várzea associado a uma série de arcos originados da deposição de sedimentos do rio Madeira, como resultado das diversas mudanças em seu curso (Goulding, 1979). Esse mosaico é drenado por igarapés de águas pretas, com dinâmica fortemente influenciada pelo ciclo hidrológico do rio Madeira. O lago principal está associado a mais 12 lagos de menor porte, em terreno baixo, quando comparado à região do Alto rio Madeira. O lago Cuniã permanece alagado por 5 ou 6 meses, tempo consideravelmente mais longo que as outras áreas desse trecho. Por ser um dos poucos ambientes lênticos próximos do Alto Madeira, sua produtividade primária, em forma de capim flutuante e fitoplâncton, associada à abundância de frutos típicos de ambientes de várzea (seringa barriguda, cajarana, marajá, entre outros), oferece oportunidade de alimento, em especial para os peixes frugívoros presentes nesse lago (Doria *et al.*, 1998). Provavelmente, a várzea do Cuniã e a várzea de Humaitá estão sustentando a pesca do Alto Madeira (Goulding, 1979).

Os biótopos frequentemente descritos para lagos de várzea das planícies de inundação da Amazônia, especialmente na região da Amazônia central, com exceção da RESEX Cuniã, são observados apenas nos afluentes localizados no curso médio e baixo do rio Madeira, mais especificamente a jusante da cachoeira Teotônio. Ambientes de várzea similares aos encontrados junto aos rios Solimões-Amazonas são extremamente reduzidos ao longo da calha do alto rio Madeira, o que, aparentemente, resulta numa produtividade relativamente baixa do sistema, e, conseqüentemente, da pesca. A estreita planície inundável do Alto rio Madeira impede que se forme uma grande área de floresta inundada durante a estação da cheia, onde material vegetal e animal de origem alóctone poderia constituir uma enorme base alimentar para peixes (Junk *et al.*, 1989). Goulding (1979) afirma que a várzea de grande parte do rio Madeira oferece menos oportunidade de alimento de origem alóctone, proveniente da planície inundável, quando comparada à disponibilidade desse alimento proveniente das planícies de inundação do eixo Solimões-Amazonas. As grandes áreas de florestas inundáveis situadas na margem direita, mais baixa, parecem fornecer a maior parte do alimento de origem primária para os peixes comerciais adultos, no Médio e Alto rio Madeira (Goulding, 1979).

A associação desse relevo encachoeirado às águas negro-claras dos afluentes (Santos, 1991) e à turbidez do rio Madeira, possivelmente, oferece uma grande diversidade de nichos disponíveis, os quais comportam uma alta diversidade local de espécies. Com relação aos outros biótopos da planície de inundação do Alto Madeira, as planícies de inundação dos rios Beni, Guaporé e Mamoré são importantes rotas migratórias para algumas espécies de peixes do Madeira, associando essa migração a eventos reprodutivos (Goulding, 1979).

Esses fatos demonstram que a região possui uma dinâmica especial, diferente do que tem sido observado e estudado em outras áreas da Amazônia. O Alto rio Madeira, em função de suas características peculiares, pode estar condicionando à presença de determinadas espécies aquáticas, possivelmente não encontradas em outras regiões da Amazônia. Outras espécies parecem utilizar, de alguma forma, a região durante fases importantes de seus ciclos de vida, onde as corredeiras do Alto Madeira podem exercer papel fundamental para as populações de peixes.

Nos rios Mamoré e Madeira, em um trecho de 353 km de extensão entre os municípios de Porto Velho e Guajará-Mirim, existem cerca de 19 cachoeiras, formadas principalmente de rochas graníticas (Goulding, 1979). Esses rios não possuem quedas d'água que possam ser consideradas barreiras efetivas para a migração da maioria das espécies de peixes. De maneira geral, as corredeiras desses dois rios têm uma queda livre pequena, com declives modestos, variando de 300 a 800 m (Goulding, 1979). Na época da seca, os pedrais tornam-se expostos, formando redemoinhos e poços encravados no curso do rio e, justamente nessas elevações é que ocorre a maior parte das pescarias locais.

Grandes sistemas aquáticos, como o rio Madeira, suportam centenas de espécies de peixes, mas o acúmulo de informações sobre a ictiofauna da bacia do Madeira não é muito grande, enfocando principalmente inventários ictiofaunísticos de alguns tributários e informações dispersas sobre ecologia e pesca (Goulding, 1979, 1980, 1981; Lauzanne & Loubens, 1985; Santos, 1991; Dória *et al.*, 1998; Barthem *et al.*, 2003). O trabalho de Goulding (1979), caracterizando as pescarias dos grandes bagres na área da cachoeira do Teotônio, representou um marco fundamental no conhecimento da ecologia da pesca no rio Madeira, tendo fornecido uma base histórica para futuras comparações sobre o rendimento da pesca naquela área. Posteriormente, Barthem & Goulding (1997), baseados no conhecimento geológico da Bacia Amazônica e em dados sobre as classes de comprimento e estádios de maturação das gônadas de exemplares de dourada (*Brachyplatystoma rouseauxii*) e piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) capturados pela pesca comercial do eixo Solimões-Amazonas, estabeleceram padrões de uso das diferentes áreas da bacia pelas populações dessas duas espécies.

Segundo Barthem & Goulding (1997), a dourada (*Brachyplatystoma rouseauxii*) é muito comum nas águas doces e de baixa salinidade da foz amazônica, possuindo uma ampla distribuição, que ultrapassa as corredeiras de muitos tributários, como as dos rios Madeira e Negro. Essa espécie tem como hábitat o canal dos rios principais, incluindo os tributários de águas brancas, pretas, claras e, ocasionalmente, entra nas várzeas, durante a noite, para se alimentar, retornando às águas fundas e escuras do canal do rio antes do nascer do dia. Já a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) é uma espécie que ocorre principalmente ao longo do rio Solimões-Amazonas e nos tributários de água branca, raramente ultrapassando as corredeiras, exceto as do rio Madeira. Seu hábitat é o canal dos principais rios de água branca e na porção de água doce do estuário do Amazonas, sendo relativamente rara nos lagos de várzea e nos tributários de água preta e clara.

Essas espécies realizam longas migrações para completar seu ciclo de vida, deslocando-se por mais de 3.000 km ao longo do eixo Solimões-Amazonas, e ocupando áreas distintas em cada uma das fases deste ciclo (nascimento, alimentação, crescimento e reprodução). São consideradas por Barthem & Goulding (1997) como “grandes bagres balizadores” de uma região interligada ecologicamente — os rios da planície de inundação e o estuário amazônico

—, sendo capazes de realizar as mais longas migrações conhecidas para peixes em qualquer bacia hidrográfica do mundo. Outras espécies de grandes bagres, que atingem até 300kg de peso e migram mais de 1.500 km, são encontradas no rio Mekong (Hogan *et al.*, 2004).

Até o momento, os conhecimentos disponíveis sobre o comportamento migratório dos grandes bagres mostram sua estreita associação ao canal do rio e que suas migrações chegam a percorrer até 4.500 km, desde o estuário, que se constitui na área de criação até o Alto Solimões, Japurá, Ucayali e Alto Madeira, onde, aparentemente, desovam entre maio e julho (Goulding, 1979; Zuanon, 1990; Isaac *et al.*, 1993; Ruffino & Barthem, 1996; Barthem & Goulding, 1997; Alonso, 1998; Gomes, 1999).

De fato, segundo esses autores, as douradas e as piramutabas nascem no alto das cabeceiras de vários afluentes do grande Solimões-Amazonas, como os rios Juruá, Purus, Madeira, Içá e Japurá. Depois, migram para o estuário do Amazonas, nas proximidades de Belém, onde permanecem durante a fase de alimentação. Posteriormente, iniciam o caminho de volta, permanecendo no trecho de Almeirim-Santarém até Manaus durante a fase de crescimento e rumam novamente para as cabeceiras do Solimões e afluentes para a fase de reprodução. Seus filhotes são carregados pela correnteza rio abaixo, até o estuário, durante a época de entressafra, para reiniciarem mais uma vez um longo ciclo de vida (Alonso, 2002; Fabré *et al.*, 2004).

A pesca comercial de bagres na Amazônia se desenvolveu com características distintas nos diferentes trechos ao longo do sistema Solimões-Amazonas. Sua pesca é descrita desde o final do século XIX, quando a conservação era feita basicamente com a tecnologia de salga do pescado (Barthem & Fabré, 2004).

A exploração comercial dos bagres nos rios amazônicos é relativamente recente, pois o consumo local era limitado principalmente à Amazônia oriental. A partir da década de 1970, com a implantação de frigoríficos para estocagem de pescado e de meios de transporte (aéreo e rodoviário) que facilitaram o acesso a novos mercados, a captura dos bagres se intensificou e iniciou a exploração comercial dessas espécies nos rios amazônicos. O avanço dos frigoríficos foi consolidado tanto no estuário amazônico como em outras regiões: Santarém e Óbidos, no Baixo Amazonas; Manaus, na Amazônia central; Tabatinga, no Alto Solimões, e, em Porto Velho, no rio Madeira (Barthem & Fabré, 2004). Os trabalhos realizados recentemente indicam um incremento na exploração de peixe liso na região amazônica e, em muitos municípios, a comercialização dessas espécies constitui-se na principal fonte de renda para as populações ribeirinhas.

Outros estudos realizados na AAR merecem destaque: o de Santos (1991), que contém um inventário taxonômico dos peixes nas bacias dos rios Jamari-Machado e Guaporé-Mamoré e que compara a diversidade e estrutura trófica nos diferentes rios da região, e o de Viana (1997), que trata dos impactos da construção da

Samuel sobre a ictiofauna do rio Jamari, comparando os resultados de pescarias experimentais antes e depois do represamento.

Entretanto, não existe nenhuma publicação científica que inclua o inventário taxonômico da ictiofauna do rio Madeira, e muito pouco se conhece sobre a distribuição das espécies dessa bacia, em função das supostas barreiras geográficas representadas pelo trecho das cachoeiras. Além da presença de cachoeiras, a formação geomorfológica dessa região pode refletir

variações na composição físico-química de suas águas, originando diferentes micro-habitats e possivelmente condicionando padrões de distribuição das espécies.

Para todas as usinas hidrelétricas já em operação na Amazônia brasileira, com exceção da UHE de Coaracy Nunes (AP), foi realizado algum tipo de estudo ambiental. No que se refere à ictiofauna, também podem ser destacadas várias publicações científicas a respeito dos problemas ambientais gerados pela implantação desses empreendimentos (e.g., Junk *et al.*, 1981; Holanda, 1982; Santos, 1991; Lowe-McConnell, 1994).

Os estudos sobre a ictiofauna da Área de Influência da UHE Samuel, localizada no rio Jamari (afluente do rio Madeira situado a jusante de Porto Velho), foram conduzidos por meio do convênio ELETRONORTE/CNPq-INPA e desenvolvidos em duas fases: a pré-formação do reservatório, entre 1984 e 1988, e a pós-formação do reservatório, entre 1988 e 1992 (Santos, 1995).

Os dados do inventário ictiofaunístico da fase pré-enchimento da UHE Samuel citam 181 espécies de peixes na área inventariada, sendo Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes e Perciformes as ordens de teleosteos mais representadas. Destacam-se, ainda, os peixes cartilaginosos da família Potamotrygonidae, representando a ordem Rajiformes, além da ausência de espécies da ordem Cyprinodontiformes. As famílias com maior riqueza observada na pesca experimental foram Characidae e Cichlidae (ELETRONORTE/SONDOTECNICA, 1988).

Durante a construção da barragem, o rio Jamari mostrou-se composto por duas comunidades distintas, intermediadas pelo canal de desvio. A comunidade a montante foi caracterizada pelo predomínio de piscívoros (e.g., *Hoplias malabaricus*, *Hydrolicus scomberoides*) e omnívoros (e.g., *Leporinus friderici*, *Geophagus surinamensis*), ressaltando a presença dessas espécies também na área de jusante. Dois períodos reprodutivos foram verificados nessa comunidade: um de outubro-novembro e outro, de novembro-janeiro (ELETRONORTE / SONDOTECNICA, 1988).

A comunidade a jusante apresentou maior complexidade estrutural, com as espécies desovando no período de novembro a janeiro e tendo picos de alimentação nas cheias. No início das cheias (setembro-outubro), as espécies migradoras sobem o rio Jamari para desova, e depois retornam à calha do rio Madeira.

Na fase pós-enchimento, o número de espécies amostradas foi o mesmo que na fase pré-enchimento, porém com alteração na composição da ictiofauna. Nesta fase, a abundância de Characiformes diminuiu a montante da área do reservatório e principalmente a jusante da barragem (redução de 75%), permanecendo no mesmo nível no reservatório. A diminuição da frequência dos Characiformes a jusante deu-se em consequência das pressões provocadas pela alteração da qualidade da água, mudanças do regime hidrológico e interferência na migração, devido à presença da barragem (Santos, 1995).

Em contrapartida, a participação dos Siluriformes aumentou após a formação do reservatório, sendo que duas espécies tornaram-se muito abundantes: o mandi (*Pimelodus blochii*), a jusante da barragem, e o mapará (*Hypophthalmus marginatus*), no reservatório.

De maneira geral, foi evidenciada a desestruturação da composição da ictiofauna do rio Jamari, na área do reservatório da UHE Samuel, através da elevação na frequência de

ocorrência de algumas espécies, combinada com a diminuição da abundância e da diversidade da ictiofauna nesta área. Esse quadro já havia sido relatado para outras represas da região amazônica (Merona, 1985; Petrere Jr., 1991), assim como para outras regiões do Brasil e outros países (Baxter, 1977; Agostinho *et al.*, 1992 e 1994).

O tucunaré (*Cichla ocellaris* e *C. temensis*), espécie piscívora e comum nos reservatórios amazônicos, foi utilizado para a avaliação da concentração de mercúrio nos peixes do reservatório de Samuel, realizada em 1991 (Fearnside, 2004). Os resultados indicaram a concentração de mercúrio de 0,33 mg/kg de peixe fresco nos tucunarés avaliados (Malm *et al.*, 1995 *apud* Fearnside, 2004), sendo que 80% dessa concentração corresponde à forma metilada desse metal (Kashima *et al.*, 2001), ficando abaixo da concentração considerada segura para consumo humano no Brasil (1.0 mg/kg de peixe fresco). Esses resultados diferem dos obtidos em outros reservatórios amazônicos, como Tucuruí e Balbina, onde o tucunaré também foi utilizado para avaliações da concentração de mercúrio no pescado. Nesses reservatórios, as concentrações de mercúrio observadas foram mais elevadas (Fearnside, 2004 e referências).

Para a hidrovía em operação, a jusante de Porto Velho, foram realizados, em 1998 (Ministério dos Transportes/CODOMAR), estudos ambientais para avaliar os impactos das obras necessárias às melhorias das condições de navegação da Hidrovía do Rio Madeira.

Segundo esses estudos, essa hidrovía é plenamente navegável durante o período da cheia (novembro a abril), não oferecendo obstáculos à movimentação dos comboios de barcaças. Já no período da seca (maio a outubro), oferece um calado de navegação de 2,5m e, entre Porto Velho e o rio Amazonas (1.026 km de extensão), apresenta acidentes geológicos (pedrais) que promovem um elevado risco à navegação, impedindo a sua realização durante a noite.

Em vista dessas limitações, esse projeto previu o aprofundamento do canal do rio Madeira em trechos onde a navegação é considerada perigosa, por derrocamento dos pedrais, sendo que a dragagem do leito do rio somente deverá ser realizada após o monitoramento de pontos críticos, não sendo recomendável a elaboração de um projeto executivo para tal, em virtude da mobilidade dos bancos de areia (dunas submersas móveis).

Esses estudos apontam ainda que, como a Hidrovía apresenta um passivo de degradação ambiental, decorrente da corrida do ouro do Madeira e da falta de um planejamento urbano das cidades instaladas em suas margens, atualmente existe a necessidade de dragagens eventuais do leito do rio devido à mobilidade dos bancos de areia (dunas submersas móveis), os quais, quando necessário, vêm sendo removidos com a autorização do IBAMA, em regime de emergência.

No diagnóstico da ictiofauna desse estudo, foi previsto que, no decorrer da obra em questão, haveria uma interferência no ambiente aquático e, conseqüentemente, sobre a ictiofauna, quer seja pelas explosões para remoção dos pedrais, seja pelo revolvimento dos sedimentos do leito do rio Madeira em função das dragagens.

Os trechos do rio Madeira que sofrerão derrocamento são chamados, no diagnóstico da ictiofauna, de corredeiras ou rápidos, e são descritos como trechos onde a aceleração da corrente geralmente torna o curso d'água turbulento, ocasionando a rápida circulação de alimentos e nutrientes. Nesse tipo de ambiente, destaca o diagnóstico, encontram-se uma fauna peculiar, que apresenta uma série de adaptações morfológicas e/ou comportamentais que permitem sua

sobrevivência nas condições de correnteza ou próximas ao substrato rochoso. Mesmo dentro desse ambiente, os peixes distribuem-se de acordo com a profundidade e as variações locais da corrente. Essas áreas especiais, bem como as cabeceiras dos rios em geral, são consideradas como áreas de endemismo e, até hoje, são pouco conhecidas cientificamente.

O diagnóstico da ictiofauna destaca ainda que, nos trechos onde ocorrerão as dragagens, encontra-se a ictiofauna bentônica, que já mais bem estudada do que a das corredeiras, devido a coletas recentes de peixes na calha central da Bacia Amazônica (sistema Solimões-Amazonas e nos baixos cursos de seus principais afluentes, incluindo o rio Madeira, e no sistema do rio Negro). Este trabalho também destaca que, apesar de a calha central da Bacia Amazônica já ter sido estudada, nenhum de seus principais afluentes objeto de um estudo amplo podendo assim, apresentar um conjunto de espécies bentônicas ainda desconhecidas para a ciência.

Na avaliação dos impactos das obras de melhoria da Hidrovia do rio Madeira, foi previsto que, durante os trabalhos de desobstrução do canal preferencial do rio Madeira, haverá movimentação lateral de bancos de sedimentos (dunas móveis), o que causará um aumento no conteúdo de material particulado fino em suspensão, nas águas do rio. Esse material, ao ser depositado lateralmente, provocará a diminuição da velocidade de vazão nos locais receptores, criando ambientes lânticos e de menor profundidade, produzindo um novo hábitat no ecossistema.

Essa avaliação destaca também que, como é de conhecimento geral, os sedimentos do rio Madeira encontram-se contaminados com mercúrio em decorrência da mineração garimpeira de ouro, e que, dessa forma, os micro-hábitats formados poderão apresentar-se, temporariamente, com um maior grau de contaminação, em virtude da recepção do material dragado.

Os derrocamentos dos afloramentos rochosos, além de ocasiona a morte de peixes que habitam os pedrais e trechos próximos da área a ser explodida, causarão, provavelmente, o desaparecimento localizado de algumas espécies que dependam desse substrato.

As dragagens, por sua vez, dependendo do método empregado, poderão remover, juntamente com os sedimentos, alguns peixes e invertebrados bentônicos, além de disponibilizar o mercúrio depositado durante anos de atividades garimpeiras no leito do rio Madeira. Esse mercúrio metálico, tornando-se disponível, poderá ser transportado até as áreas de várzea e transformar-se em metil-mercúrio, que é a forma pela qual é incorporado na cadeia alimentar aquática, contaminando os peixes, que são a base da alimentação das populações ribeirinhas.

Esses estudos prevêem, ainda, que as alterações nas propriedades físicas e químicas da água decorrentes do aumento da quantidade de sedimentos no ambiente aquático, devido às dragagens, poderão provocar um conjunto de impactos sobre a ictiofauna, como: redução da sobrevivência de ovos e larvas de peixes; alteração do comportamento reprodutivo; redução da eficiência alimentar; interferência na respiração dos peixes, e redução da diversidade de hábitats.

4.5. Mamíferos Aquáticos

a) Botos

O boto-vermelho e o tucuxi ocorrem nos principais rios, lagos e canais de toda a bacia dos rios da Amazônia (Best e Silva - 1986). De acordo com da Silva (1986), os dois golfinhos da

Amazônia são simpátricos na maior parte de sua distribuição. A coexistência se torna possível em função de diferenças no tamanho corporal, morfologia, alimentação, utilização de hábitat e comportamento. O boto-vermelho atinge um comprimento total de 2,55 m, ao passo que o tucuxi não ultrapassa 1,50 m, conforme da Silva (1983). As características morfológicas do boto vermelho permitem que ele possa explorar os igapós e áreas de várzea, manobrando com facilidade entre árvores. O tucuxi, embora menor, é um animal de corpo mais rígido, o que o impede de penetrar nos igapós, ficando restrito a águas abertas e geralmente mais profundas. Dessa forma, o boto-vermelho pode utilizar o mesmo hábitat que o tucuxi; no entanto a recíproca, porém, não é verdadeira. O tamanho das presas ingeridas pelo tucuxi e pelo boto-vermelho varia de 5 a 31 cm e 5 a 80 cm, respectivamente (da Silva, 1986).

A presença do boto-vermelho ou do tucuxi, ou de ambos, em um microssistema aquático, é fator indicador de que o ambiente apresenta alta concentração de cardumes de peixes, e normalmente indica ambientes de reprodução, rota de migração ou hábitat com elevada capacidade-suporte. Por outro lado, a ausência deles indica ambientes de baixa capacidade suporte, ou degradados, ou em processo de degradação; por isso, são evitados pelos cardumes.

O ciclo hidrológico da Amazônia exerce uma forte influência sobre a biologia dos golfinhos. O período de gestação desses animais é de 10 meses e, de acordo com Best & da Silva (1984), seu pico de nascimento ocorre na estação da cheia e início da vazante, quando os peixes começam a deixar os igapós e as áreas de várzea, e tornam-se presas fáceis para o boto, que pode explorar esses hábitats. Para o boto, que normalmente é encontrado em águas abertas, o pico dos nascimentos ocorre na vazante, quando os peixes estão concentrados em canais e lagos, onde são facilmente capturados. Essa sincronia entre nascimento e facilidade de captura de alimento permite às fêmeas repor a demanda energética do final da gestação e início da amamentação, Best e da Silva (1984). Os mesmos autores sugerem que o boto-vermelho é monógamo e que, após a maturidade sexual, os testículos dos machos permanecem constantemente ativos, sem apresentar um ritmo sazonal. Por outro lado, concluíram, também, que o tucuxi é poliândrico, em virtude da presença de machos inativos.

De acordo com BOECHAT *et al* (EIA/RIMA - do Porto Graneleiro de Porto Velho), a presença dos golfinhos amazônicos no rio Madeira, entre Porto Velho e sua foz, no rio Amazonas, está rarefeita, em toda a extensão da Hidrovia. Somente foi observada sua presença na foz do rio Aripuanã e na enseada do Cuniã. O fato caracteriza que o rio Madeira está sofrendo um processo de despovoamento ictiológico, decorrente do progressivo processo de degradação da qualidade de seu ecossistema aquático.

Na área correspondente às localidades onde ocorrerão derrocamentos, não existem relatos da presença de golfinhos, nem na literatura, nem do conhecimento popular. De acordo com informações do conhecimento popular da região, “o boto não gosta de águas turbulentas”.

b) Peixe-boi

O peixe-boi da Amazônia distribui-se desde a ilha de Marajó até as primeiras corredeiras dos afluentes do sistema Amazonas-Solimões (Aires & Best, 1979). Este peixe tem um metabolismo basal três vezes menor que o de qualquer outro mamífero aquático herbívoro de mesmo peso (Gallivan & Best, 1980). Essa baixa taxa metabólica torna o peixe-boi um animal lento, com pouca resistência física e, conseqüentemente, de fácil captura. A única defesa contra a caça é o tempo que permanece submerso, podendo chegar até 20 minutos, (Best 1982a). A avaliação das dimensões de sua população na Amazônia é difícil, haja vista as

deficiências de dados, por falta de pesquisa e pelas dimensões do território ecológico do animal. Seu único predador conhecido é o homem. Apresenta lentidão reprodutiva, e o único filhote acompanha a mãe por até dois anos. A espécie está protegida por Lei, porém, ainda é caçada pelo homem amazônico.

O ciclo hidrológico da Amazônia também rege de maneira acentuada a biologia do peixe-boi. Nesta espécie, ao contrário dos golfinhos, o pico dos nascimentos ocorre durante o período da cheia (Best, 1982b). Nesse período, as plantas aquáticas, das quais se alimenta, são abundantes (Junk 1970) e apresentam alto valor nutricional, possuindo brotos com baixo teor de fibras e alto teor de carboidratos digeríveis (Best, 1982b). Isso permite que às fêmeas encontrem uma maior quantidade de melhor qualidade alimentos, suprimindo as necessidades energéticas do final da gestação e de amamentação.

O peixe-boi não consegue transpor as barreiras oferecidas por ambientes de pedrais, corredeiras e/ou cachoeiras. Assim sendo, não tem como hábitat os ambientes aquáticos que sofrerão derrocamento.

A espécie habita o Baixo rio Madeira, até os seus primeiros pedrais. Hoje, de acordo com informações do conhecimento popular da região, o peixe-boi tem seu hábitat no ecossistema lacustre de várzea, visto o desaparecimento das macrófitas aquáticas, no rio Madeira.

c) Lontra e ariranha

A lontra e a ariranha são encontradas desde o sul da América Central até o sul da América do Sul (Best *et al*, 1985). Atualmente, acredita-se que as ariranhas estejam extintas no sul da América do Sul e seriamente ameaçadas no norte do continente. Na Amazônia, a ariranha e a lontra vivem simpaticamente. Seu hábitat são os barrancos de rios da formação Alter do Chão (Latosolos Argilosos), onde cavam suas locas (Duplaix, 1980). O hábito alimentar desses animais é constituído principalmente por peixes, mas podem, também, se alimentar de crustáceos, répteis, aves e mamíferos. Utilizam o ambiente em diferentes horas do dia: a lontra é noturna e a ariranha, diurna.

No rio Madeira, por excessiva pressão de caça, nas décadas de 1960 e 1970 (Brack & Egg, 1978 e Smith, 1981), suas populações se tornaram muito reduzidas. Com o aumento crescente das atividades da mineração de ouro por garimpeiros, acredita-se que estes animais tenham migrado para outras regiões da bacia do Madeira. Atualmente, de acordo com informações do conhecimento popular da região, não há registros da presença desses animais no rio Madeira. Não existem levantamentos de pesquisa sobre o tamanho da população destes animais; apenas, foi realizada, por um grupo de estudiosos do assunto, uma estimativa da ocorrência de uma redução populacional, representativa, haja vista a diminuição da sua manifestação predatória. Outros especialistas, no entanto, discordam de tal fato e creditam o fenômeno a uma dispersão natural da população em virtude da escassez de alimento (peixes) no canal do rio Madeira, em decorrência do seu passivo ambiental negativo.

4.6. Socioeconomia

a) Introdução

O processo de integração do território de Rondônia ao mercado está intimamente associado a ciclos de exploração econômica: sertanismo de contrato (século XVII); mineração do ouro

(século XVIII), borracha natural (final do século XIX à década de 40 do século XX), cassiterita (década de 50 à de 70) e agropecuária (década de 70 em diante). Ver o processo de ocupação de Rondônia em mais detalhes no item 4 do CAPÍTULO III.

Este estudo tem por objetivo a caracterização socioeconômica da Área de Abrangência Regional, constituída pelos seguintes municípios: Porto Velho, no Estado de Rondônia, Autazes, Borba, Humaitá, Itacoatiara, Manicoré, Nova Olinda do Norte e Novo Aripuanã, todos no Estado do Amazonas.

Os estudos foram baseados nos diagnósticos das Áreas de Influência Indireta e Direta, este último apresentado no TOMO-B, VOLUME 8 – item 3 do Capítulo IV e complementados com informações secundárias das seguintes publicações: Censo Demográfico 1991 e 2000 (IBGE); Cadastro Central de Empresas de 1996 e 2002 (IBGE), Produção Agrícola Municipal 1991 e 2003 (IBGE), Produção Pecuária 1991 e 2003 (IBGE), Censo Agropecuário 1995-96 (IBGE) e no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, PNUD. As informações referentes à saúde foram coletadas no *site* do Ministério da Saúde, Datasus.

Os municípios da Área de Abrangência Regional (AAR) apresentam características marcantes de regiões subdesenvolvidas. Uma delas é a renda familiar, em que metade das famílias dispõe de até dois salários mínimos para viver.

Outro indicativo de pobreza desses municípios é dado por algumas características da infra-estrutura socioeconômica e ambiental, a saber:

- Apenas 80% dos domicílios, urbanos e rurais, não possuem esgotamento sanitário adequado e 66% não dispõem de abastecimento de água adequado, o que causa inúmeras doenças de veiculação hídrica;
- o serviço de coleta de lixo é inexistente, como também o sistema para sua eliminação;
- a escolaridade da população é muito baixa, resultando num “exército” de analfabetos funcionais, sem qualificação para ingressar no mercado de trabalho;
- o panorama de saúde é grave e complexo, pois associa problemas típicos de subdesenvolvimento como doenças de veiculação hídrica, com doenças infecto-contagiosas (malária, da hepatite, hanseníase, DST, dentre outras) e mortalidade infantil, agravadas com questões próprias da urbanização acelerada e da ocupação econômica da região: violência, alcoolismo, drogas, etc.

Isso não quer dizer que não tenham ocorrido progressos sociais e econômicos, e sim que esses requerem um esforço diferenciado por longo tempo.

b) Demografia

Os municípios da Área de Abrangência Regional são todos de pequeno (até 20.000 habitantes) a médio porte (de 20.001 a 100.000), com populações inferiores a 100.000 habitantes. Os maiores municípios são Itacoatiara, Manicoré e Humaitá, com 72.105, 38.038 e 32.796 habitantes, respectivamente.

Em relação às taxas de crescimento anual para o período 1991/2000, os municípios apresentaram quatro situações diferentes. O município de Humaitá registrou taxa negativa de

crescimento anual da população, o que, em tese, significa a ocorrência de fatores de expulsão e insuficiências estruturais. O município de Manicoré obteve um baixo crescimento (entre 0 e 1,5% a.a.), colocando-se, assim, abaixo do crescimento vegetativo. Itacoatiara apresentou um médio crescimento anual (entre mais de 1,5 e 3,0% a.a.), como pode ser observado na TABELA B.II. 8 .

Segundo o resultado da pesquisa censitária na Área de Influência Direta (AID), uma ampla maioria dos entrevistados declarou-se procedente do município de Humaitá, sugerindo, assim, a perda populacional ocorrida no período destacado acima e indicando que a migração para essa região deve ter sido estimulada pela disponibilidade de trabalho e maior proximidade de infra-estrutura urbana, encontrada na cidade de Porto Velho.

Já os municípios de Nova Olinda do Norte, Borba e Autazes não só apresentaram os maiores índices de crescimento (7,0%, 5,8% e 4,0 % a.a., respectivamente), como também podem ser classificados como pólos atrativos de população migrante.

Note-se que a Região Norte, no período 1970/80, principalmente o Estado de Rondônia, se destacou como a região com maior taxa de crescimento em função de fluxos migratórios intensos, que ocasionaram a expansão e ocupação das fronteiras agrícolas. O Estado do Amazonas, no período de 1991/2000, foi classificado entre aqueles que apresentaram as maiores taxas médias de crescimento vegetativo, acima de 3,0%.

TABELA B.II. 8 – População e taxa de crescimento geométrico anual – 1991 e 2000

Unidade Territorial	Total		Taxa de crescimento Anual
	1991	2000	
Autazes	17.107	24.345	4,0%
Borba	17.217	28.619	5,8%
Humaitá	38.792	32.796	-1,8%
Itacoatiara	58.757	72.105	2,3%
Manicoré	37.857	38.038	0,1%
Nova Olinda do Norte	12.949	23.725	7,0%
Novo Aripuanã	11.634	17.119	4,4%
Área de Influência	194.313	236.747	2,2%
Amazonas	2.103.243	2.812.557	3,3%
Brasil	146.825.475	169.799.170	1,6%

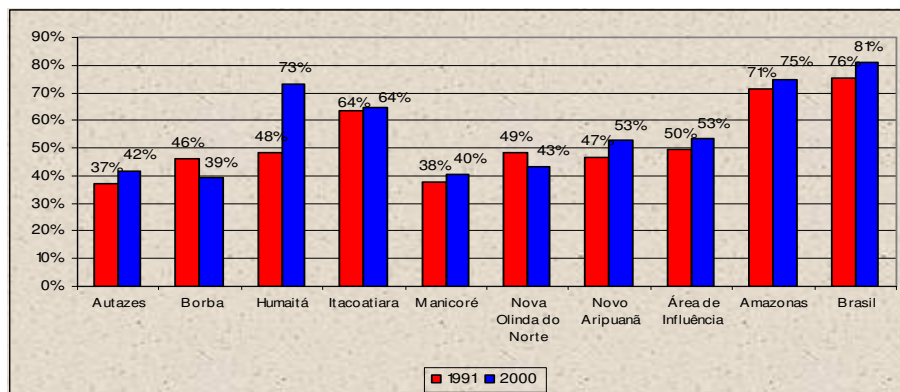
Fonte: Censo Demográfico – 1991 e 2000

Em relação à evolução da taxa de urbanização para o período de 1991/2000, ocorreram três processos diferenciados: municípios que eram eminentemente rurais (menos de 50% de população urbana) e continuaram rurais; aqueles que eram rurais e urbanizaram-se e um município que se manteve urbano, na mesma proporção.

Pertencem ao primeiro grupo os municípios de Autazes, Borba, Manicoré e Nova Olinda do Norte, que, embora apresentassem variações positivas ou negativas de suas taxas de urbanização, mantiveram-se rurais. No segundo grupo, figuram Humaitá, que obteve uma significativa variação (de 48% para 73%), e Novo Aripuanã (de 47 % para 53%). No terceiro, apresenta-se apenas o município de Itacoatiara (64%), conforme pode ser observado na FIGURA B.II. 17.

É importante ressaltar que o município de Humaitá, embora tenha apresentado a maior variação de taxa de urbanização, foi também o único município que registrou taxa negativa de crescimento anual. E, ainda: grande parte da população migrante foi de origem rural. Sendo

assim, a grande variação da taxa de urbanização não ocorreu pela atração de população urbana, e sim pelos motivos supracitados.



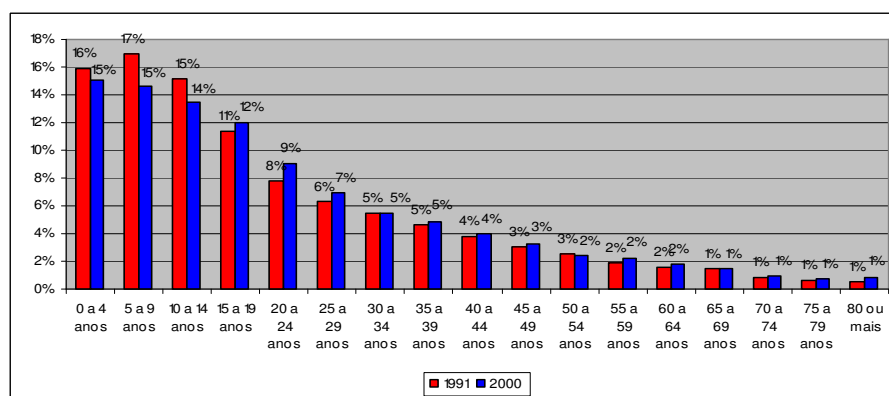
Fonte: Censo Demográfico – 1991 e 2000

FIGURA B.II. 17 – Taxa de urbanização no período 1991/ 2000

Os municípios mais densamente povoados são Itacoatiara (8,1 hab./km²), Nova Olinda do Norte (4,2 hab./km²) e Autazes (3,2 hab./km²). Os demais estão abaixo de 1,9 hab./km², média do Estado do Amazonas.

A composição etária da população estudada, para o período, acompanha a tendência demográfica nacional, com a redução da taxa de fecundidade e a conseqüente redução da participação na base da pirâmide etária, população de 0 a 9 anos.

A estrutura etária da população da AAR, entretanto, não foi alterada, continuando eminentemente jovem — cerca de 44% possuem até 14 anos de idade, como pode ser observado na FIGURA B.II. 18. Deve-se destacar, ainda, que a Região Norte, no ano 2000, apresentou a maior taxa de fecundidade do País: 3,16.

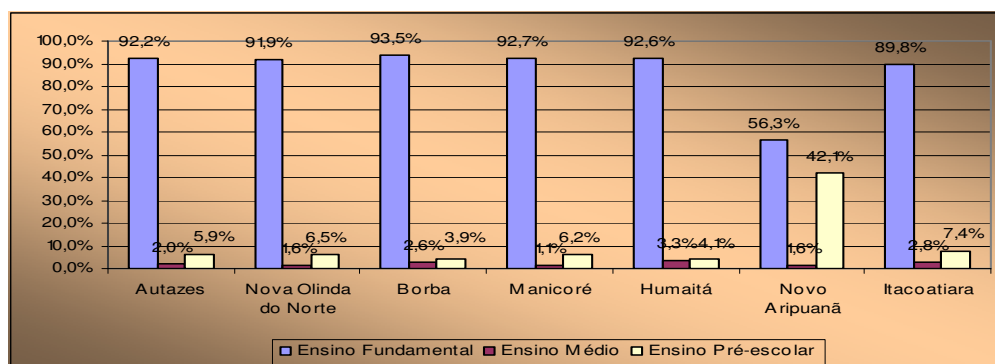


Fonte: Censo Demográfico – 1991 e 2000

FIGURA B.II. 18 - Estrutura etária – 1991 / 2000

c) Educação

Em relação à estrutura de educação básica dos municípios em estudo, nota-se uma predominância das instituições de ensino de nível fundamental em detrimento das demais — a maioria dos municípios possui mais de 90% de suas escolas naquele nível escolar. A única exceção é o município de Novo Aripuanã, que apresenta uma proporção um pouco mais alta de estabelecimentos de Ensino Pré-Escolar, conforme observado na FIGURA B.II.19.

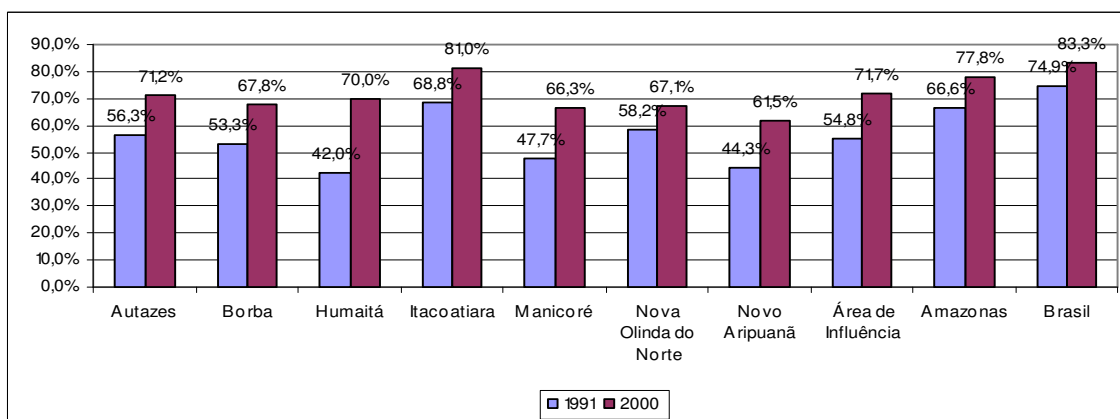


Fonte: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP, Censo Educacional 2003.

FIGURA B.II.19 – Distribuição percentual das escolas da educação básica.

Um dos indicadores que permitem identificar o nível educacional da população é a taxa de alfabetização (FIGURA B.II. 20), que tem evoluído bastante nas últimas décadas, no País, como um todo.

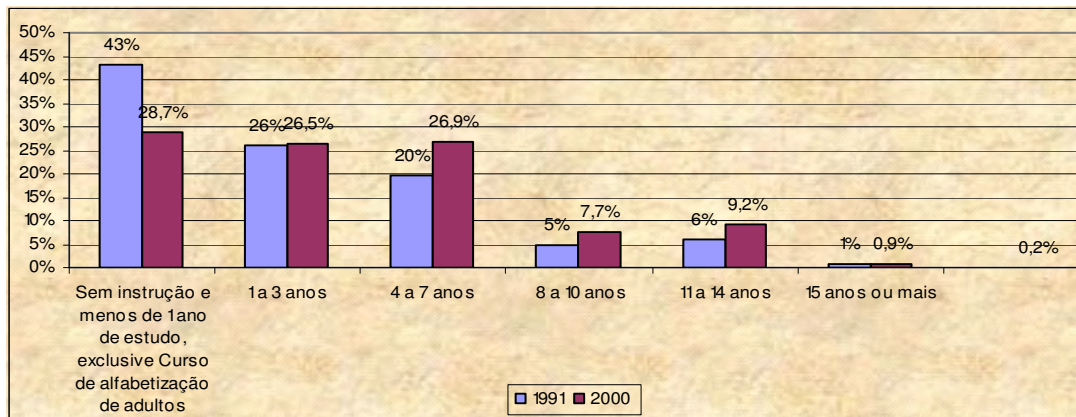
Os municípios da região analisada apresentaram significativas melhorias para esse indicador, destacando-se Itacoatiara, 81% de alfabetizados para o ano de 2000; Autazes, 71,2%, e Humaitá, 70%.



Fonte: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP -, Censo Educacional 2003.

FIGURA B.II. 20 - Taxa de alfabetização - 2000

Observou-se, também, significativa melhora dos anos de estudo de chefe de domicílio para a região em estudo, no período de 1991/2000: foi reduzida a proporção da população com menos de um ano de estudo e sem instrução. (FIGURA B.II. 21). Nota-se também melhoria na participação dos chefes de domicílio nas classes de 4 a 7 , 8 a 10 e 11 a 14 anos de estudo.



Fonte: Censo Demográfico – 1991 e 2000

FIGURA B.II. 21 - Anos de estudo dos chefes de domicílio – 1991 e 2000

Cumpra ressaltar que, embora tenha melhorado o nível de alfabetização da população brasileira no período de 91/00, na Região Norte, onde está inserida a AAR, o ensino ainda é bastante insuficiente, devido à falta de escolas (principalmente na área rural) ou de escolas multisseriadas, falta de professores, merenda e transporte, dentre outros fatores.

Esse processo, com uma tendência de mudança de curto e médio prazos e difícil reversão dificulta e, conseqüentemente, desestimula a aprendizagem. O resultado é um crescente analfabetismo funcional — designação dada a pessoas com quatro anos ou menos de estudo, que não conseguem interpretar o que lêem, obstando seu acesso ao mercado de trabalho.

d) Saúde

A mortalidade infantil é um bom indicador para medir a qualidade de vida da população, pois revela a probabilidade de um nascido vivo morrer antes de completar 1 ano de vida. Segundo os padrões da OMS (Organização Mundial de Saúde), são geralmente classificadas como alta (50 por mil ou mais), média (entre 20 e 49 por mil) e baixa (menos de 20 por mil).

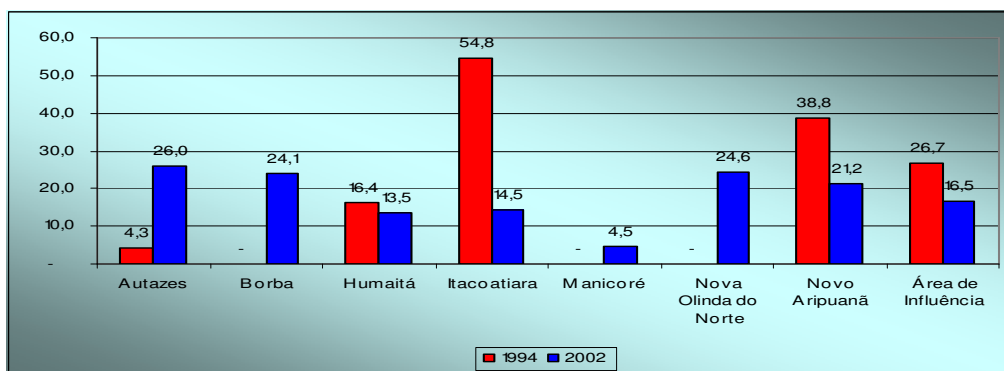
A taxa de mortalidade infantil na Região Norte tem obtido ganhos importantes nas últimas décadas. Entre 1991 e 2000, evoluiu de 45,1 para 29,5 por mil, acompanhando a média nacional, que foi de 47,5 e 29,7 por mil.

Na área em estudo, ocorrem duas situações diversas. Municípios como Manicoré, Borba, Nova Olinda do Norte e Autazes pioraram seus índices de mortalidade infantil, enquanto Itacoatiara, Novo Aripuanã e Humaitá apresentaram ganhos, com destaque para o município de Itacoatiara, que, de uma taxa de mortalidade infantil considerada alta (54,8 por mil), passou para uma baixa taxa (14,5 por mil), conforme exposto na FIGURA B.II. 22 a seguir.

Em relação aos leitos por mil habitantes disponíveis nos municípios estudados, houve, de maneira geral, uma piora para o período de 1992 e 2002: de 1,9 passou para 1,3, como demonstrado na FIGURA B.II. 23.

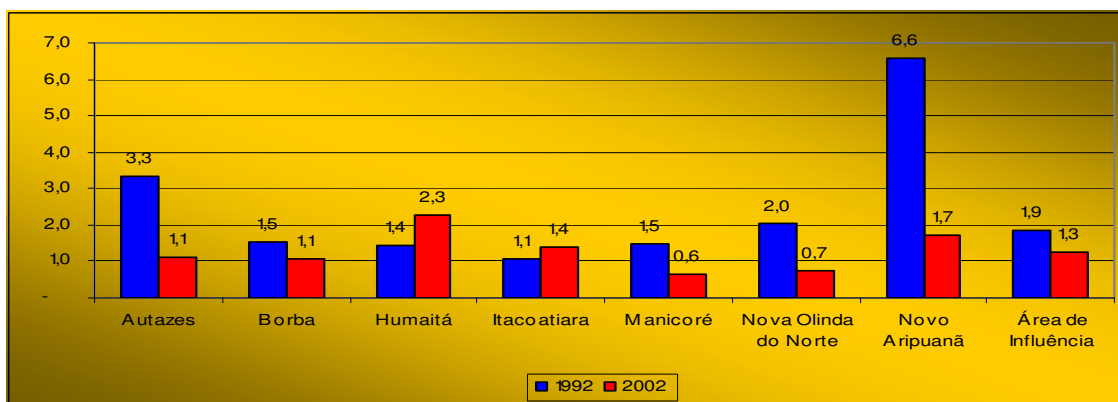
Os municípios que mais perderam leitos foram Novo Aripuanã (de 6,6 para 1,7 leitos por mil habitantes) e Autazes (3,3 para 1,1 leitos por mil habitantes). A FIGURA B.II. 23 apresenta as informações analisadas.

Esses dados demonstram que nenhum dos municípios aqui analisados está de acordo com o padrão mínimo estabelecido pela OMS (Organização Mundial de Saúde), que é de 4,5 leitos por mil habitantes.



Fonte: Datasus

FIGURA B.II. 22 - Taxa de mortalidade infantil – 1994 / 2002



Fonte: Datasus

FIGURA B.II. 23 - Número de leitos por mil habitantes – 1992 / 2002

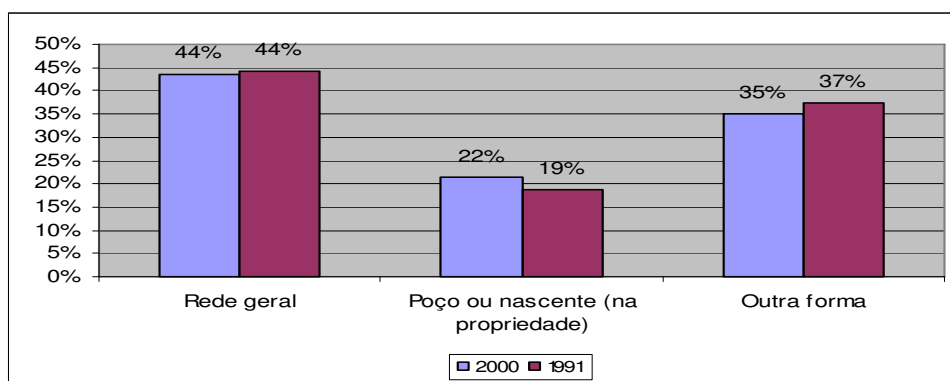
e) Saneamento Básico

O abastecimento de água (FIGURA B.II. 24) por rede geral, que é a forma mais adequada, atinge apenas 44% dos domicílios particulares permanentes na região estudada. Esse patamar é mantido desde 1991 até os dias atuais.

Assim, os municípios da AAR encontram-se aquém da média do estado, que, por sua vez, também está aquém da média nacional, o que facilita a incidência de doenças por veiculação hídrica.

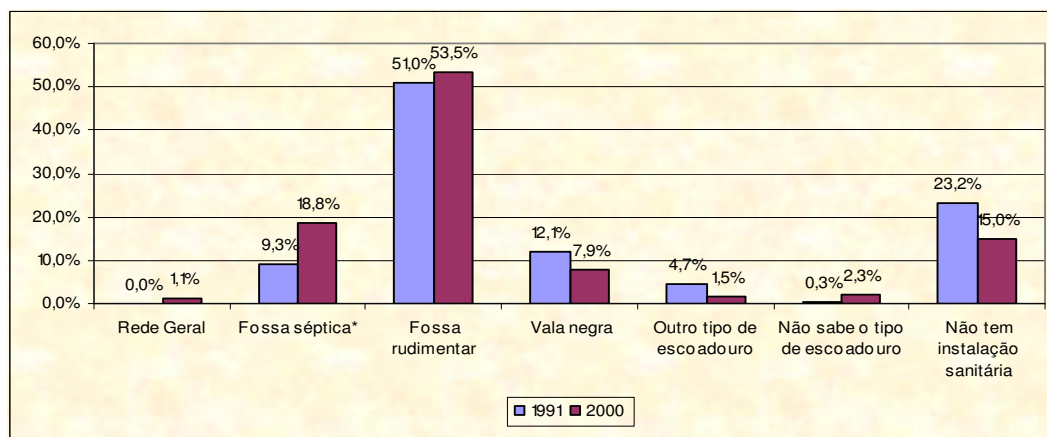
Os municípios com maior cobertura desse serviço são Humaitá (70,6%) e Itacoatiara (64,2%). As piores situações são Autazes (15,9%) e Manicoré (18,3%).

As condições gerais de sistema de esgotamento sanitário são degradantes, uma vez que há uma maior incidência de domicílios (53,5 %) que utilizam fossa rudimentar que, geralmente, são construídas próximo aos poços. A ligação em rede geral em 1991 era inexistente, evoluindo, timidamente, para 1,1% dos domicílios particulares permanentes, como pode ser observado na FIGURA B.II. 25 abaixo.



Fonte: Censo Demográfico – 1991 e 2000

FIGURA B.II. 24 – Abastecimento de água – 1991/ 2000



Fonte: Censo Demográfico – 1991 e 2000

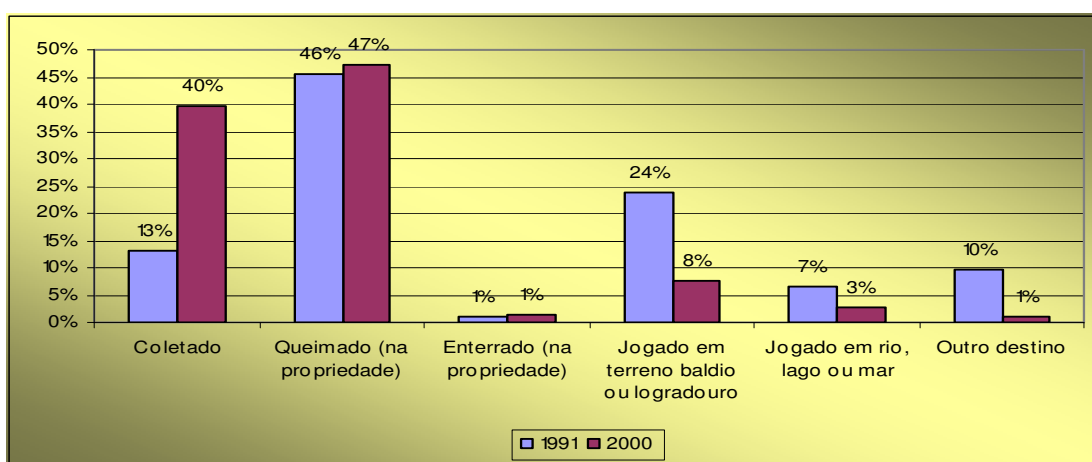
FIGURA B.II. 25 - Esgotamento sanitário – 1991/ 2000

O sistema de coleta de lixo da região ainda é bastante precário, embora na última década tenha melhorado significativamente. A cobertura dos domicílios particulares permanentes atendidos por esse serviço aumentou de 13% para 40%. Os municípios que apresentam as melhores taxas de lixo coletado/domicílio são Itacoatiara (59 %) e Humaitá (49,6%).

Dessa forma, no ano de 2000, os municípios estudados permaneceram, apesar da evolução, abaixo da média estadual (65%). A solução mais utilizada para o destino do lixo continua sendo, desde 1991, queimá-lo na propriedade, que perfaz atualmente 47%.

Cumprе ressaltar que a melhora na cobertura da coleta de lixo, aliada a uma maior informação ambiental que perpassa pelas condições de saúde, acarretou numa diminuição significativa do lançamento do lixo em rio, lago ou mar e, principalmente, em terreno baldio ou logradouro, conforme pode ser observado na, FIGURA B.II. 26.

Embora tenha melhorado a taxa de cobertura de coleta de lixo/domicílio, é necessário esclarecer que a disposição final desse lixo continua precária nos municípios; a solução final é o “lixão”.



Fonte: Censo Demográfico – 1991 e 2000

FIGURA B.II. 26 - Destino final do lixo

f) Estrutura Agrária

A população rural habita, em sua grande maioria, as margens do rio Madeira ou de seus afluentes. Constitui-se basicamente de pequenos produtores, que desenvolvem atividades econômicas voltadas, essencialmente, para a subsistência familiar, incluindo a pesca (reproduzindo o que foi caracterizado na AID).

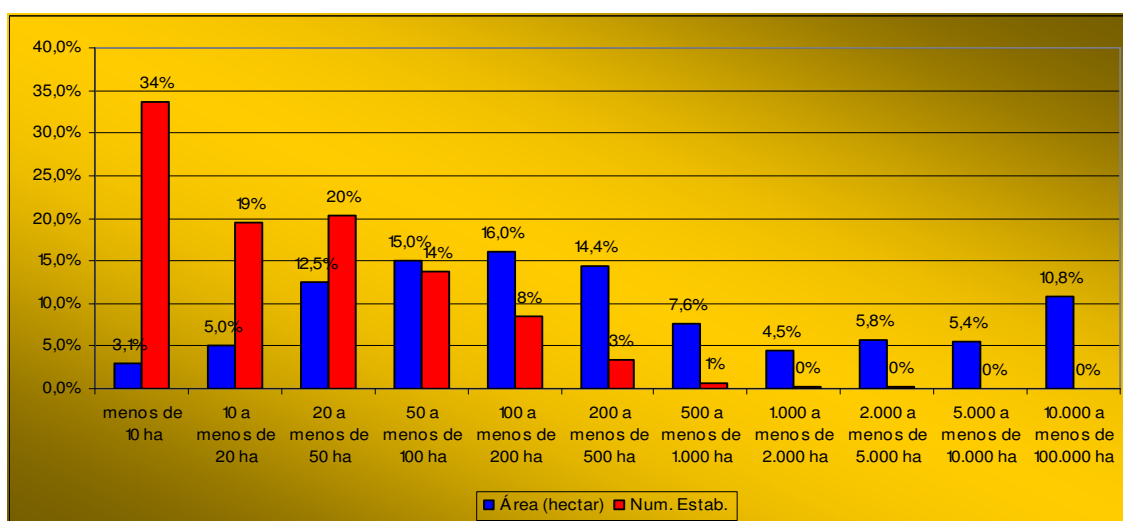
A estrutura agrária da área em estudo é pouco concentrada, pois a distribuição entre o número de estabelecimentos agropecuários por grupos de tamanho é mais ou menos equilibrada, assim como a área por eles ocupada.

Dessa forma, o Censo Agropecuário do IBGE/1996 apresenta um número grande de estabelecimentos agropecuários de pequeno porte com menos de 100 hectares, cerca de 87% do total, cuja área equivalente é de 36,4% da área total, em hectare e, dos estabelecimentos agropecuários. Tal realidade ainda pode ser observada nos dias atuais, uma vez que as propriedades com menos de 100 hectares ainda perfazem a maioria dos estabelecimentos agropecuários.

Os estabelecimentos de médio porte, entre 100 e 1.000 hectares, correspondem a 12% do número total de estabelecimentos agropecuários. Sendo responsáveis por cerca de 28% da área em hectare ocupada por todas as propriedades rurais.

Já os de grande porte (mais de 1.000 hectares) apresentavam as maiores discrepâncias entre importância numérica e área ocupada. São apenas 1% do número de estabelecimentos agropecuários e respondem por 26,5 % da área de todos os estabelecimentos agropecuários.

Sendo assim, quase 100% das propriedades que possuem menos de 500 hectares são responsáveis por cerca de 70% da área ocupada por todos os estabelecimentos. Deve-se destacar, entretanto, que há uma predominância nesta grande classe de tamanho de estabelecimentos agropecuários com menos de 50 hectares: 69%. FIGURA B.II. 27.



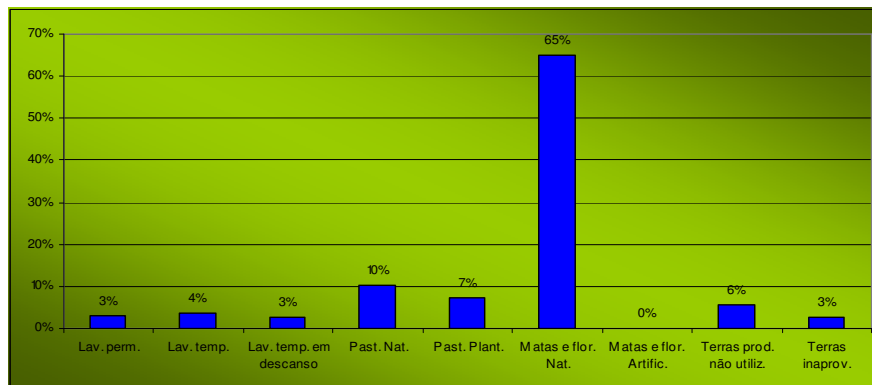
Fonte: Censo Agropecuário – 1995-1996

FIGURA B.II. 27 - Percentual de estabelecimento e agropecuários e área por grupos de área total dos estabelecimentos – 1996

g) Utilização de terras

A utilização de terras na região estudada apresenta uma predominância de matas e florestas naturais — cerca de 65% da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários. Em seguida, por ordem de importância percentual, vêm as pastagens naturais, com 10%, conforme FIGURA B.II. 28.

Deve-se destacar que, de acordo com a Medida Provisória 2.166-67 de 2000, a propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal é obrigada a destinar 80% de sua área total para Reserva Legal, o que explica a alta incidência de estabelecimentos em condições naturais.



Fonte: Censo Agropecuário – 1995-1996

FIGURA B.II. 28 - Utilização de terras por área total dos estabelecimentos agropecuários - 1996

h) Agricultura

Os principais produtos em quantidade produzida, provenientes das lavouras temporárias, são a mandioca, o arroz e a cana-de-açúcar.

Os municípios com os maiores montantes de mandioca para o ano de 2003 foram Manicoré (78.302 toneladas), Novo Aripuanã (42.964 toneladas) e Nova Olinda do Norte (36.090 toneladas).

Deve-se ressaltar que, em 1991, o município de Manicoré produziu quantitativo de 792 toneladas de mandioca, o que demonstra o significativo acréscimo na produção anual desse produto em 2003.

O maior produtor de arroz é Humaitá, com 12.220 toneladas, responsável por 85% da produção da região em estudo. Já o maior produtor de cana-de-açúcar é Manicoré, com 805 toneladas para o ano de 2003.

Em relação à quantidade produzida em lavouras permanentes, o produto de maior destaque na região é a banana que, no ano de 2003, alcançou, na região como um todo, um total de 61.433 toneladas, sendo que Nova Aripuanã (19.350 t), Nova Linda do Norte (13.743 t) e Manicoré (13.000 t) são os maiores produtores.

A laranja também é um produto importante na região, sendo produzida em todos os municípios estudados, mas em menor escala que a banana, alcançando 5.807 toneladas para o ano de 2003, sendo que Itacoatiara é responsável por 79% da produção local.

Destaca-se que, em comparação a 1991, quando a produção foi de 36.775 toneladas, a laranja retrocedeu em grandes proporções. O município de Itacoatiara, sozinho, produziu 82% desse total. Além disso, em 1991, a área em estudo era responsável por, aproximadamente, metade da produção do estado, atualmente caindo para cerca de 1/3.

Os produtos das atividades extrativistas de maior destaque na área em estudo são a lenha e a madeira em tora, com 344.710 m³ e 70.700 m³, respectivamente.

É interessante ressaltar que a produção da silvicultura de madeira em tora na área em estudo, em 1991, era de 5.515 toneladas e, em 2003, é inexistente. Já a produção de madeira em tora de extração vegetal, em 1991, era de 931 e passou para 70.700 (aumento de cerca de 760%), revelando uma mudança de modalidade de produção no que se refere a esse produto e apontando para o crescente desmatamento da Amazônia Legal.

i) Pecuária

Os principais rebanhos nos municípios estudados para o ano de 2003 são as aves (357.666 cabeças), o bovino (171.098 cabeças) e o suíno (60.878 cabeças).

O único rebanho que está em crescimento (65%) desde 1991 é o bovino, que totalizava 111.384 cabeças e cujo principal produtor é Itacoatiara.

Esse dado confirma a tendência do desmatamento acima destacada, aliada à crescente ocupação da Amazônia pela pecuária.

j) Unidades locais e pessoal ocupado

As empresas com o maior número de unidades locais nos municípios da AAR são as de comércio e reparação de veículos automotores, bem como as de objetos pessoais, com 62,2% do total. Bem abaixo em importância percentual vêm outros serviços coletivos, sociais e pessoais, com 14,5%, e a indústria de transformação, 6,7%, conforme mostrado na FIGURA B.II. 29.

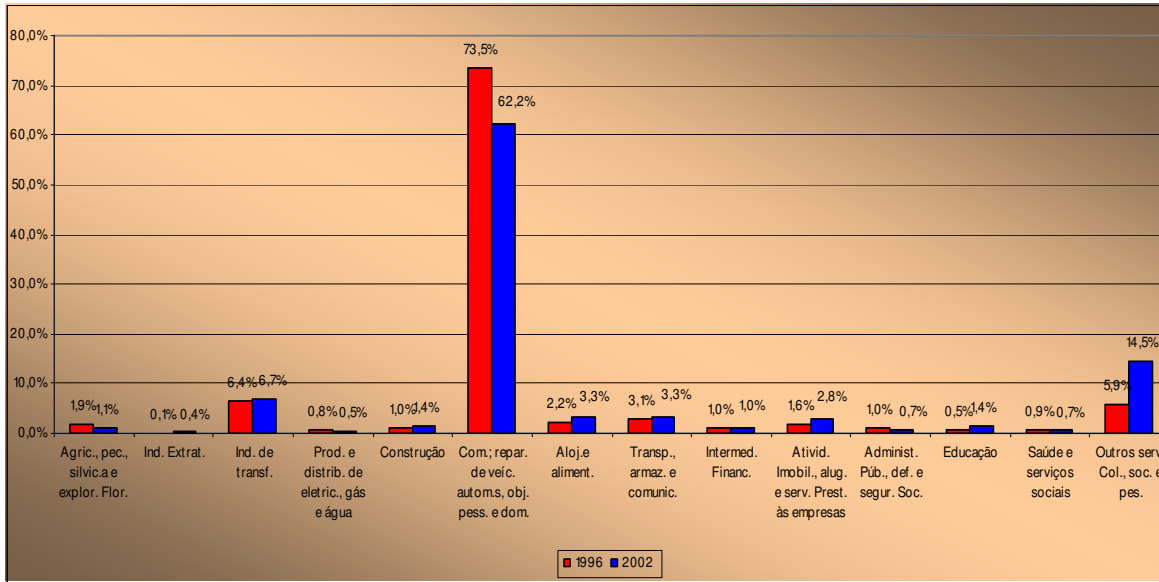
Note-se que Itacoatiara apresenta o maior número de unidades locais do comércio, assim como da indústria de transformação. No período 1996/2002, ocorreu um importante acréscimo no número de unidades locais das duas modalidades e, conseqüentemente, no número de empregos.

No que se refere ao Pessoal Ocupado, ocorre uma maior concentração de trabalhadores na Administração Pública (27% do total) e, em segundo plano, na indústria de transformação, comércio e reparação de veículos automotores e objetos pessoais, 19% cada uma, como pode ser observado na FIGURA B.II. 30.

Deve-se destacar que, se em 1996 a indústria de transformação era responsável por 31,4% do total do pessoal ocupado, sendo a atividade principal de ocupação, ao passo que a administração pública detinha uma representatividade quase nula. Já em 2002, ocorreu uma importante mudança no perfil de ocupação, com a indústria de transformação regredindo para 19%, e o emprego público evoluindo para 27%, passando a figurar como o setor mais importante na geração de empregos, refletindo uma tendência que é bastante comum à realidade nacional.

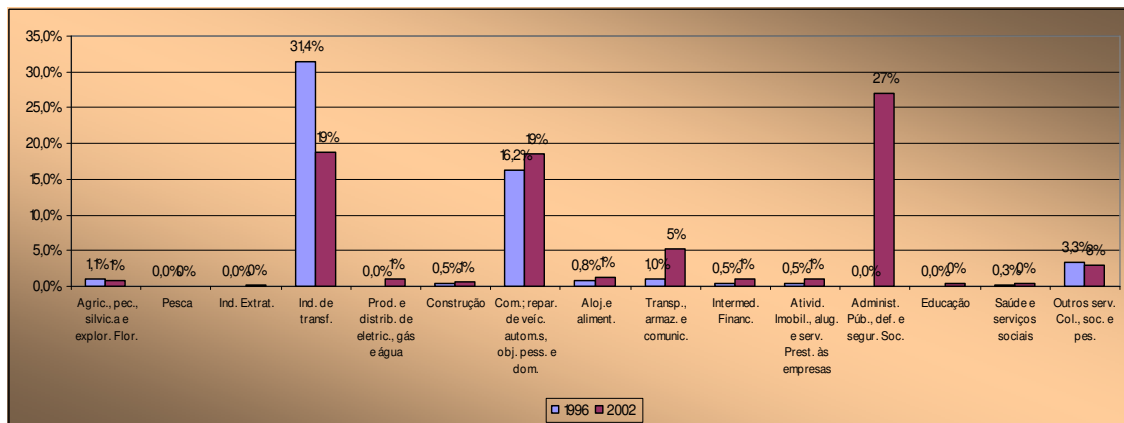
Outra informação a ser analisada é quanto à ocupação na área de saúde e serviço social, com 0,7 %, e educação, 1,4%, refletindo um enorme desnível entre os setores de infra-estrutura básica e os demais, não muito essenciais à população.

As unidades comerciais são de pequeno porte; existem em grande quantidade e empregam um número reduzido de pessoas. Já as indústrias de transformação são em menos quantidade, porém de grande importância para a economia local, pois geram mais empregos para um número maior de pessoas.



Fonte: Cadastro Central de Empresas – 1996 e 2002

FIGURA B.II. 29 – Unidades locais



Fonte: Cadastro Central de Empresas – 1996 e 2002

FIGURA B.II. 30 - Pessoal ocupado

k) Transporte

A malha rodoviária do estado é insuficiente, tornando-se ainda mais precária pela falta de obras de manutenção e conservação nas poucas rodovias existentes, sobretudo nos períodos de pluviosidade mais intensa.

A maioria das rodovias é rural e de leito natural, e a principal via rodoviária é a BR-364, que interliga Porto Velho a Rio Branco (AC) e Porto Velho a Cuiabá (MT).

Destaca-se, ainda, a BR-319, que liga Porto Velho a Manaus. Até o Km 16, ela é de responsabilidade da 22ª UNIT (Unidade de Infra-Estrutura Terrestre) do Estado de Rondônia.

A distância entre Porto Velho e o município de Humaitá (AM) é de 200 km. Para esse deslocamento, a população, preferencialmente, utiliza o ônibus, apesar da péssima conservação, principalmente na época chuvosa. A passagem é mais barata, R\$ 18,50 (para adultos e crianças a partir de 07 anos), e a viagem é mais rápida. A interligação entre as duas cidades é diária e realizada em vários horários: 7h / 9h / 14h / 16h, com duração de 4 horas. De barco, a passagem custa R\$ 30,00 e a viagem dura 12 horas, com saídas às terças e sextas-feiras, às 18h e às 19h.

De Humaitá para Itacoatiara (AM), a rodovia tornou-se praticamente intransitável por causa de sua péssima conservação. A Hidrovia do rio Madeira segue como a única possibilidade de interligação entre Porto Velho/Itacoatiara/Manaus.

A viagem de barco custa R\$ 100,00 com saída de Porto Velho ou Humaitá até a cidade de Nova Olinda do Norte (AM) e duração aproximada de 49 horas. Para Itacoatiara, somam-se 3 horas de viagem.

São duas embarcações com capacidade para 60 pessoas cada uma, que, ao mesmo tempo, transportam mercadorias. Em média, são transportados 960 passageiros /mês.

TABELA B.II. 9 – Valor cobrado por destino*

Porto Velho com destino a:	Custo
Humaitá	R\$ 30,00 a R\$ 40,00
Manicoré	R\$ 40,00 a R\$ 50,00
Novo Aripuanã	R\$ 60,00 a R\$ 70,00
Borba	R\$ 70,00 a R\$ 80,00
Nova Olinda	R\$ 80,00 a R\$ 90,00
Manaus	R\$ 100,00

* Essas embarcações fazem paradas em todos os municípios da AAR do Amazonas, como também nos distritos de Porto Velho.

TABELA B.II. 10 – Tempo médio de viagem

Origem/ Destino	Duração
Porto Velho / Humaitá	12 horas
Porto Velho / Manaus	70 horas
Manaus / Porto Velho	90 horas

4.7. Identificação de Impactos Cumulativos e Sinérgicos

A partir da lista de impactos dos AHEs Jirau e Santo Antônio, procurou-se identificar os impactos com potencial de sinergia e/ou cumulatividade com a UHE Samuel e a Hidrovia do Rio Madeira.

A qualidade da água relativa às estações de Borba/AM, Novo Aripuanã/AM, Manicoré/AM e Humaitá/AM apresenta-se com sinais de poluição por efluentes aquosos de origem humana (esgoto), uma vez que nenhum dos municípios inseridos na AAR possui tratamento de esgoto. A poluição identificada é pontual, visto não ter sido identificada na estação imediatamente anterior.

A limpeza do canal do rio, através da retirada sistemática de paliteiros, tem melhorado as condições de segurança da navegação, bem como contribuído para a manutenção posicional do canal de navegação, conforme tem sido notado durante os procedimentos de atualização da carta eletrônica de navegação. A possibilidade de as madeiras que descem das cabeceiras serem retidas total ou parcialmente nos AHEs Jirau e Santo Antônio pode representar um impacto positivo para a manutenção da navegabilidade da Hidrovia. A retenção pelos AHEs Jirau e Santo Antônio de parte da areia dos sedimentos carreados ao longo do rio Madeira diminuirá a necessidade das constantes operações de dragagem realizadas em alguns trechos da Hidrovia.

A AAR também contempla as áreas de influência de outros empreendimentos existentes na bacia do rio Madeira, para subsidiar a análise de impactos cumulativos e de sinergia. A caracterização das alterações ocorridas na AAR por conta da interação com os impactos gerados por outros empreendimentos é de extrema importância para a análise dos impactos cumulativos. Assim, informações a respeito da ictiofauna das áreas de influência da UHE Samuel serão aqui incluídas.

Especificamente para a ictiofauna, os dados da UHE Samuel indicam uma acentuada alteração na comunidade de peixes do rio Jamari devido à implantação e operação deste empreendimento. A composição da ictiofauna das áreas a jusante e a montante do reservatório de Samuel foi mais afetada que a do próprio reservatório, e os principais agentes impactantes foram as alterações da qualidade da água e do regime hidrológico do rio.

As alterações da qualidade da água e da dinâmica de sedimentos que ocorrerão em consequência da implantação dos AHEs Santo Antônio e Jirau no rio Madeira não influenciarão de forma direta a ictiofauna do rio Jamari, uma vez que esses empreendimentos serão implantados a montante da foz desse rio. No entanto, as alterações ocorridas na estrutura das comunidades de peixes da bacia do rio Madeira, iniciadas com a implantação da UHE Samuel, serão potencializadas com a implantação dos AHEs Santo Antônio e Jirau.

Não existem informações sobre a utilização do rio Jamari como rota migratória para os grandes bagres, como a dourada e a piramutaba, tanto na literatura quanto nos estudos ambientais realizados pela Sondotecnica (1988) para a UHE Samuel. De qualquer forma, como prováveis rotas migratórias foram eliminadas com a construção da UHE Samuel, o fato de se inserirem os AHEs Santo Antônio e Jirau no rio Madeira potencializará os impactos relacionados à eliminação de rotas migratórias na bacia, principalmente devido à inexistência de outros afluentes com características semelhantes no segmento do rio Madeira compreendido entre a futura barragem do AHE Santo Antônio e a foz do rio Jamari. Cabe ressaltar, entretanto, que a implantação de sistemas de transposição de peixes junto às barragens dos AHEs Santo Antônio e Jirau poderá minimizar esse quadro.

Prevê-se, ainda, que o fato de os AHEs Santo Antônio e Jirau constituírem uma barreira física para a migração ascendente no rio Madeira poderá forçar a subida de cardumes nos tributários situados a jusante, entre eles, o rio Jamari, principalmente por à sua proximidade com os empreendimentos citados. Nesse cenário, o acúmulo de peixes nas proximidades da barragem da UHE Samuel, já existente, poderá ser potencializado, gerando o aumento da predação como citado por Santos (1995), bem como da pressão de pesca no trecho situado a jusante daquela barragem. Ressalta-se que a previsão de implantação de um sistema de transposição de peixes junto às barragens dos AHEs Santo Antônio e Jirau poderá minimizar esse impacto devido à transposição para montante de grande parte dos cardumes de peixes migrantes.

No que se refere à hidrovia já existente no trecho do rio Madeira situado a jusante da área de implantação dos AHEs Santo Antônio e Jirau, a qual utiliza técnicas de derrocamento e dragagens para melhorias das condições de navegabilidade, a eliminação de habitats específicos (cachoeiras, corredeiras e praias temporárias) pela formação dos reservatórios desses empreendimentos potencializará a perda de espécies da bacia, iniciada com as dragagens e derrocamentos efetuados na hidrovia.

Por outro lado, a retenção de sedimentos no corpo dos reservatórios poderá minimizar a necessidade de dragagens na hidrovia, ao menos no trecho mais próximo a Porto Velho, diminuindo o impacto dessa atividade sobre a ictiofauna de jusante dos barramentos.

5. AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

Uma outra oportunidade de verificação dos efeitos de sinergia da instalação dos AHEs Santo Antônio e Jirau é através da ferramenta denominada Avaliação Ambiental Estratégica. Tal instrumento, cujos critérios metodológicos e indicadores utilizados distanciam-se daqueles adotados no EIA, passam a olhar relações territoriais muito mais extensas, inclusive internacionais. Assim, essa ferramenta parte dos dois empreendimentos em estudo e correlaciona-os a outras oportunidades estruturantes nesse trecho sul-americano, da bacia do rio Madeira, os quais fazem parte do que se convencionou denominar “Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira”.

A formulação de um Cenário Desejável, organizado segundo quatro dimensões de sustentabilidade (econômica, social, ambiental e institucional) para esse Complexo, assim como os pressupostos básicos estabelecidos para o alcance desses cenários, evidenciam questões estruturais dessa ampla região analisada, que precisam ser solucionadas de forma conjunta para o efetivo desenvolvimento sustentável da região; várias dessas questões são naturalmente comuns à área de influência dos AHEs Jirau e Santo Antônio e portanto, poderão representar sinergia positiva ou negativa, dependendo do tratamento que for dado a cada um dos problemas apontados. Como exemplo, o estudo da AAE cita o problema do avanço da ocupação sem controle, associada ao processo de desflorestamento em toda a região da Amazônia Meridional; as chances de conversão para uma situação de sustentabilidade precisam de atitudes pró-ativas dos diversos atores institucionais envolvidos, no sentido do planejamento e da efetiva implementação das ações planejadas. Essa estratégia é válida tanto para a área de influência dos dois aproveitamentos hidrelétricos em pauta, quanto para outros grandes empreendimentos que venham a ser instalados na região.

a) Inserção do Complexo Madeira na Política para o Setor Elétrico Brasileiro

Ao se tratar a questão da inserção do Complexo Madeira no Setor Elétrico brasileiro, é necessário avaliar como sua implantação poderá atender aos grandes objetivos da política do setor, nos segmentos gerador e transmissor de energia.

Considerando-se o tempo envolvido e necessário para a construção de uma usina, desde a identificação da oportunidade até a entrada em operação, é imperativo que o Setor Elétrico planeje, ao longo prazo, dadas as necessidades energéticas do país, a ampliação de seu parque gerador e linhas de transmissão.

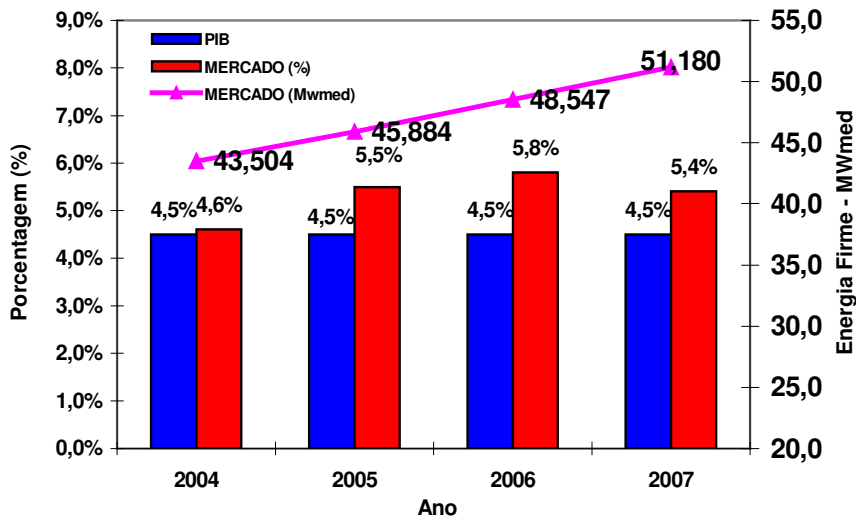
Os elementos-chave necessários para lograr esse planejamento são: (i) a evolução da demanda em função da trajetória econômica esperada; (ii) o papel da hidroeletricidade no atendimento dessa demanda; (iii) a relação custo/benefício das alternativas de hidroeletricidade que se apresentam no horizonte, entendendo-se custo/benefício no sentido amplo, ou seja, técnico, econômico, social, ambiental e institucional.

Ao longo do processo decisório, tendem a crescer em importância, de um lado, a capacidade de “alavancagem” dos empreendedores e/ou dos empreendimentos *per se* e, de outro, questões que afetam mais diretamente a população, tais como a inserção regional, por exemplo, do Complexo do Rio Madeira. Nesse particular, quando se fala em projeto hidrelétrico, ganha importância a questão socioambiental, particularmente, na Bacia Amazônica.

Esse balanço de custos e benefícios de um Complexo ou simplesmente de um projeto hidrelétrico não é tarefa simples, e seu entendimento está longe de ser homogêneo para todos os atores sociais. Daí a necessidade de se avançar de todas as maneiras na difusão de informações e no estímulo à participação social regional, tendo em vista acordos e compromissos sociais, necessários para viabilizar regionalmente o Complexo, ou outro projeto, temas esses abordados mais adiante.

b) Expansão da Demanda de Energia – Suas Projeções

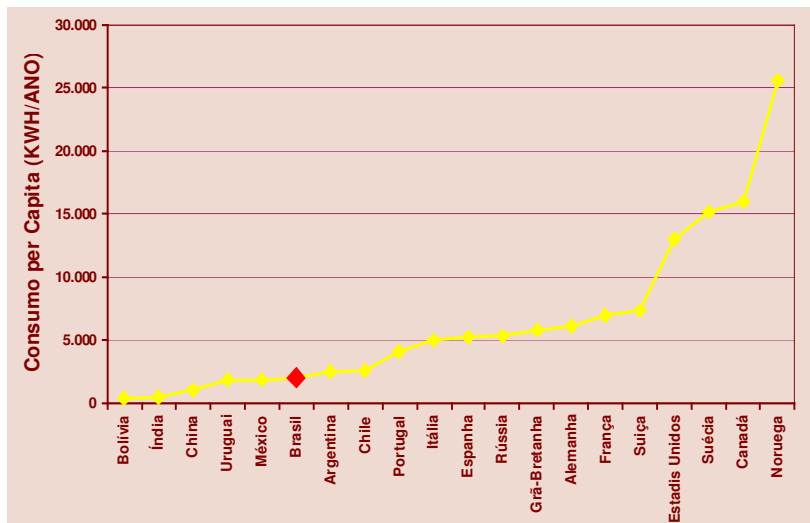
A apreciação da conjuntura atual do mercado de energia elétrica brasileiro pode ser vista na FIGURA B.II. 31, que relaciona estruturalmente os grandes agregados básicos: Produto Interno Bruto - PIB (variação anual em %), comportamento da demanda (variação anual em %) e a necessidade de expansão da oferta (em MW de energia firme).



Fonte: Furnas/Odebrecht

FIGURA B.II. 31 - Previsão do Crescimento PIB x Mercado (Energia Firme)

Outro elemento fundamental para se entender o mercado é a verificação do patamar em que se encontra o consumo *per capita* de energia elétrica do povo brasileiro, apresentado na FIGURA B.II. 32 a seguir.



Fonte:Furnas/Odebrecht

FIGURA B.II. 32 - Consumo *per Capita* (KWH/ANO)

À medida que o País ingressar numa trajetória de desenvolvimento mais consistente e prolongada, com melhor distribuição de renda e, portanto, maior acesso da população aos bens e serviços em geral, há expectativa de incremento mais do que proporcional do consumo de energia, em relação ao aumento do PIB (elasticidade-renda/consumo).

Cabe discutir, no caso do Setor Elétrico brasileiro, como a demanda tende a se comportar nas próximas duas décadas. Para tanto, foram elaborados dois estudos (dez/2002), de natureza institucional, que projetaram esse agregado nacional de consumo. Tais estudos foram realizados para responder ao planejamento energético do Setor Elétrico brasileiro: são eles: o Plano de Longo Prazo – Projeção da Matriz 2002-2022 e o Plano Decenal de Expansão 2003-2012.

Desses estudos, recuperaram-se determinados elementos considerados úteis para se balizarem as discussões e avaliações a respeito do papel das várias fontes de geração, entre outras questões pertinentes à aplicação de elementos da AA ao Complexo do Rio Madeira.

Conforme manifestado no próprio plano decenal, “ainda não se dispõe de modelos integrados para o planejamento energético. Isso significa que a metodologia lançou mão de diversos modelos disponíveis, buscando a coerência dos números, de maneira exógena, em discussões de trabalho”.¹

Trata-se de um processo em que as projeções são revistas periodicamente, para dar base aos cenários e premissas:

- Produto Interno Bruto (PIB) com três cenários: (i) recuperação e forte dinamismo: 5,5% ao ano no período 2002/2012, o denominado “mercado alto”; (ii) crescimento moderado: 4,5%; e (iii) recuperação: 2,5%, “mercado baixo”. O cenário (ii) foi adotado como referência.
- População – chegará em 2012 a 204,9 milhões, apresentando uma taxa de crescimento de 1,51% ao ano.
- Evolução da capacidade instalada e da produção dos grandes consumidores industriais, compatíveis com cenários macroeconômicos (as informações provêm de suas entidades representativas).
- Premissas de mercado, compreendendo parâmetros específicos que permitam relacionar os cenários macroeconômicos e demográficos às projeções do consumo de energia.

Esse trabalho é desenvolvido em conjunto com as concessionárias, consultores diversos, universidades, além do Ministério de Minas e Energia, “restabelecendo neste ciclo a participação efetiva dos agentes setoriais na composição dos cenários de mercado”.²

O resultado desse processo é o estabelecimento de três trajetórias possíveis de expansão da demanda de energia: para o cenário de referência, para o mercado alto e para o baixo.

“No cenário de referência, o consumo total de energia elétrica no Brasil deverá crescer a uma taxa média anual de 6,1% ao ano ao longo do horizonte decenal, atingindo o montante de 577,2 TWh ao final do período. Considerando-se apenas o consumo atendido pelas concessionárias, a taxa de crescimento é de 5,7% ao ano com um total de energia 510,1 TWh em 2012. A diferença é atendida por autoprodução”. No “mercado alto” e no “mercado baixo”, o montante de energia atendido pelas concessionárias seria de 552,6 e 429,3 TWh, respectivamente, com taxas de crescimento de 6,2% e 3,8% (TABELA B.II. 11).

¹ Plano decenal 2003-2012

² Plano decenal 2003-2012

TABELA B.II. 11 - Consumo de Energia Elétrica (TWh)

Brasil							
Consumo de energia elétrica (TWh)							
	2000	2001	? %	2006	? %	2011	? %
Autoprodução	26,1	27,5	5,4%	43,6	9,7%	67,1	9,0%
Projeção de Referência							
Concessionárias	283,2	292,5	3,3%	392,3	6,0%	510,1	5,4%
TOTAL	309,3	320,0	3,5%	435,9	6,4%	577,2	5,8%
Mercado Alto							
Concessionárias	283,2	292,5	3,3%	408,7	6,9%	552,6	6,2%
TOTAL	309,3	320,0	3,5%	452,3	7,1%	619,7	6,5%
Mercado Baixo							
Concessionárias	283,2	292,5	3,3%	356,3	4,0%	429,3	3,8%
TOTAL	309,3	320,0	3,5%	399,9	4,5%	487,6	4,0%

Obs: no mercado baixo, o crescimento da autoprodução no segundo quinquênio é de 6% ao ano, atingindo 58,3 TWh em 2012; as taxas de crescimento são médias geométricas anuais no período.

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

c) Expansão da Oferta de Energia

Considerando-se as projeções de expansão da demanda, caberá aos segmentos Geração e Transmissão equacionar as devidas ampliações de seus sistemas para dar conta das necessidades de cada uma dessas trajetórias de expansão da demanda — referência, alto e baixo, considerando-se os empreendimentos em operação, construção e motorização.

Para cada uma dessas trajetórias, foram formulados dois cenários de expansão da oferta, denominados A e B.

A matriz de geração possui três integrantes básicos: as Usinas Hidrelétricas (UHEs), as Usinas Termoeletricas (UTEs) e aquelas contidas no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA - eólica, biomassa e as Pequenas Centrais Elétricas - PCHs). O modelo contempla também a importação de energia.

A TABELA B.II. 12, a seguir apresenta as hipóteses consideradas em cada um dos cenários de oferta.

TABELA B.II. 12 - Cenários de Expansão da Oferta

Usinas		Cenários		
		A	B	
UHE's	Operação	SIM	SIM	
	Construção/Motorização	SIM (data ANEEL)	SIM (data ANEEL)	
	Com Consessão	SIM (data ANEEL)	QN	
	Aguardando Outorga	SIM (data ANEEL)	QN	
UTE'S	Operação	SIM	SIM	
	PPT	Grupo A	SIM (data CAEX)	SIM (data CAEX)
		Grupo B	SIM (data CAEX)	QN
Grupo C		SIM (data CAEX)	QN	
Importação de Energia Existente		SIM	SIM	
PROINFA	1ª Etapa	SIM (data CTFA)	QN	
	2ª Etapa	SIM (data CTFA)	QN	
UTES a Carvão e Angra III		SIM	QN	
UHEs Indicativas (Inclui Belo Monte e outras usinas não licitadas)		QN	QN	
UHEs UTEs Indicativas		QN	QN	

Observações:

- 1 - Data de referência dos estudos = 31/10/2002;
- 2 - Data ANEEL = data de entrada em operação definida pela ANEEL (contrato de concessão ou avaliação da SFG/ANEEL);
- 3 - Data CAEX = data de entrada em operação fornecida pela CAEX/MME;
- 4 - Data CBEE = data de entrada em operação fornecida pela CBEE;
- 5 - QN = quando necessárias para o atendimento do mercado;
- 6 - Usinas indicativas = são as UHEs e UTEs ainda não licitadas ou autorizadas pela ANEEL.

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

Cenário A – Neste cenário/oferta, foram consideradas, além de todas as usinas existentes no parque gerador do Sistema Interligado Nacional, as importações de energia de outros países, nas seguintes classes de empreendimentos de geração:

- UHEs em construção/motorização, entrando em operação nas datas previstas pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL;
- UHEs já licitadas, entrando em operação nas datas previstas pela ANEEL;
- UTEs do Programa Prioritário de Termelétricidade - PPT, grupos A, B e C, segundo critérios de avaliação de desenvolvimento dos projetos;
- UTEs Emergenciais contratadas pela Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial - CBEE, nas datas previstas oficialmente;
- PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - 1ª e 2ª etapas, nos períodos e processos de desenvolvimento fixados oficialmente;
- UTEs a Carvão e Nuclear, nas datas possíveis dos empreendimentos;
- UHEs e UTEs indicativas, nas datas em que forem necessárias para o ajuste oferta *versus* demanda.

Cenário B – Neste cenário/oferta, considerou-se a maioria dos empreendimentos do cenário A, introduzindo-se algumas alterações:

- UHEs em construção/motorização, entrando em operação nas datas previstas pela ANEEL;
- UHEs já licitadas, entrando em operação nas datas em que forem necessárias para o ajuste oferta *versus* demanda;
- UTEs do Programa Prioritário de Termelétricidade – PPT:
 - Grupo A - segundo critérios de avaliação de desenvolvimento dos projetos;
 - Grupos B e C - nas datas em que forem necessárias para o ajuste oferta *versus* demanda.

- UTEs Emergenciais contratadas pela CBEE, nas datas oficiais;
- PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – 1ª e 2ª etapas, nas datas em que forem necessárias para o ajuste oferta *versus* demanda;
- UTEs a Carvão e Nuclear,, nas datas em que forem necessárias;
- UHEs e UTEs indicativas, nas datas em que forem necessárias para o ajuste oferta *versus* demanda.

“Dentro desta premissa, as expansões no sistema gerador foram efetuadas sempre que o custo marginal de operação mostrou-se superior ao da expansão. Os empreendimentos foram alocados na ordem inversa de seus respectivos custos de operação, exceto aqueles cujas datas de implantação já se encontram definidas”.

A TABELA B.II. 13 a TABELA B.II. 17, apresentam os resultados.

TABELA B.II. 13 - Usinas Hidrelétricas com Concessão da ANEEL (em 31/10/02)

USINA	Potência Total (MW)	ESTADO	DATA PREVISTA PARA INÍCIO DE OPERAÇÃO					
			MERCADO BAIXO		MERCADO REFERÊNCIA		MERCADO ALTO	
			Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B
14 DE JULHO	100,0	RS	mar/07	---	mar/07	mar/09	mar/07	mar/09
BARRA DO BRADVA	39,0	MG	jan/05	dez/11	jan/05	jan/07	jan/05	jan/07
BAU I	110,0	MG	out/06	jan/12	out/06	out/08	out/06	out/07
CACHOEIRINHA	45,0	PR	fev/07	---	fev/07	fev/09	fev/07	fev/09
CAPIM BRANCO I	240,0	MG	mar/07	jul/12	mar/07	mar/08	mar/07	mar/07
CAPIM BRANCO II	210,0	MG	mar/07	jul/12	mar/07	mar/08	mar/07	mar/07
CASTRO ALVES	130,0	RS	set/06	---	set/06	dez/08	set/06	set/08
CORUMBÁ II	92,0	GO	nov/06	jan/12	nov/06	out/08	nov/06	nov/07
COUTO MAGALHÃES	150,0	GO/MT	abr/07	fev/12	abr/07	dez/07	abr/07	abr/07
FOZ DO CHAPECÓ	840,0	SC	out/08	---	out/08	out/10	out/08	out/10
FUNDÃO	119,0	PR	jul/06	---	jul/06	dez/08	jul/06	jul/08
ITAOCARA	196,0	RJ	nov/05	jan/12	nov/05	nov/07	nov/05	nov/07
MONICLINHO	70,0	RS	jan/06	---	jan/06	dez/08	jan/06	jan/08
MURTA	120,0	MG	fev/05	dez/11	fev/05	dez/07	fev/05	fev/07
PAI QUERÊ	292,0	SC/RS	fev/08	---	fev/08	fev/10	fev/08	fev/10
PEDRA DO CAVALO	180,0	BA	abr/05	dez/11	abr/05	dez/08	abr/05	abr/07
PICADA	50,0	MG	fev/05	dez/11	fev/05	fev/07	fev/05	fev/07
SALTO PILÃO	181,0	SC	jun/07	---	jun/07	jun/09	jun/07	jun/09
SANTA CLARA JORDÃO	119,0	PR	jan/05	---	jan/05	dez/08	jan/05	jan/07
SÃO JOÃO	80,0	PR	fev/07	---	fev/07	fev/09	fev/07	fev/09
SÃO SALVADOR	241,0	TO	mar/08	---	mar/08	mar/08	mar/08	mar/08
SERRA DO FACÃO	210,0	GO	out/07	---	out/07	out/08	out/07	out/07
TOTAL (MW)			3.773,0	1.366,0	3.773,0	3.773,0	3.773,0	3.773,0

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

TABELA B.II. 14 - Usinas Hidrelétricas Indicativas

USINA	POTÊNCIA TOTAL (MW)	ESTADO	DATA PREVISTA PARA INÍCIO DE OPERAÇÃO					
			MERCADO BAIXO		MERCADO REFERÊNCIA		MERCADO ALTO	
			Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B
ÁGUA LIMPA	320,0	ME	---	---	---	jan/09	jan/09	jan/09
BACIAIARI	140,0	MG	---	---	---	dez/08	dez/08	jan/09
BELO MONTE (principal)	11000,0	PA	---	mar/12	dez/10	dez/09	dez/09	dez/09
BELO MONTE (complementar)	101,3	PA	---	jan/11	jan/10	jan/09	jan/09	jan/09
FOZ DO RIO CLARO	720	GO	---	---	---	abr/09	abr/09	abr/09
GAUCS	330	BA	---	dez/11	dez/10	maí/08	dez/08	abr/07
PUERAS	600,0	TO	---	---	---	dez/09	dez/09	dez/09
ITAGUAÇU	130,0	GO	---	---	---	nov/09	dez/09	nov/08
MARABÁ	2100,0	PA	---	---	---	maí/10	maí/10	maí/10
MARANHÃO	125,0	GO	---	---	---	jan/09	dez/09	jan/09
MALIA	300,0	PR	---	---	---	dez/09	dez/11	jan/10
MIRADOR	100,0	GO	---	---	---	dez/08	dez/09	jan/09
NOVO AÇÓRDO	100,0	TO	---	---	---	dez/08	dez/09	nov/08
PARANHOS	62,5	PR	---	---	---	---	---	mar/11
PASSO SÃO JOÃO	810	RS	---	---	---	dez/11	---	mar/11
PAULISTAS	810	GO/MS	---	---	---	dez/09	dez/09	jan/09
PONTAL	90,0	GO	---	---	---	dez/08	dez/08	set/08
PORTO GALEANO	130,0	MS	---	---	---	dez/08	dez/09	set/08
QUARTEL	1100	MG	---	---	---	dez/08	dez/09	nov/08
RETIRO	1100	MG	---	---	---	dez/09	dez/09	nov/09
SACCS	500	BA	---	dez/11	dez/10	jan/00	dez/08	jan/08
SALTO CHOPIM	67,5	PR	---	---	---	---	---	mar/11
SALTO GRANDE DO CHOPIM	534	PR	---	---	---	---	---	jan/11
SÃO MIGUEL	610	MG	---	---	---	dez/09	dez/09	set/09
SERRA QUEBRADA	1.328,0	TO/MA	---	dez/11	set/11	jan/10	jan/10	jan/10
TILMÁCCO BORSA	1120	PR	---	---	---	maí/10	---	maí/10
TORCOLEJO	260	ME	---	---	---	nov/08	dez/08	nov/08
TORCOLEJÓ	400,0	GO/MI	---	---	---	dez/09	dez/09	dez/09
TUCANO	157,0	GO	---	---	---	out/09	dez/09	out/09
TURRATINS	820,0	TO	---	---	---	jan/10	jan/10	jan/10
VOLIA GRANDE DO CHOPIM	840	PR	---	---	---	dez/11	---	maí/10
TOTAL (MW)			0,0	3.242,3	5.494,3	13.891,3	13.614,3	14.074,7

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

TABELA B.II. 15 - Importação de Energia

IMPORTAÇÃO	Potência Total (MW)	EMPRESA	Início
Argentina 1	1018,0	FURNAS/TRACTEBEL	jun/00
Argentina 1B	60,0	CIEN	jun/00
Argentina 2	1100,0	CIEN	abr/02
TOTAL (MW)	2.178,0		

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

TABELA B.II. 16 - Usinas Hidrelétricas Aguardando Outorga de Concessão da ANEEL (em 31/10/02)

USINA	Potência Total (MW)	ESTADO	DATA PREVISTA PARA INÍCIO DE OPERAÇÃO					
			MERCADO BAIXO		MERCADO REFERÊNCIA		MERCADO ALTO	
			Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B
BARRA DOS COQUEIROS	90,0	GO	mar/08	---	mar/08	dez/08	mar/08	mar/08
ÇAÇU	65,0	GO	mar/07	---	mar/07	dez/08	mar/07	mar/07
ESTREITO	1087,0	TO / MA	mar/09	dez/11	mar/09	mar/09	mar/09	mar/09
OLHO D'ÁGUA	33,0	GO	mar/07	---	mar/07	mar/07	mar/07	mar/07
SALTO	108,0	GO	mar/08	---	mar/08	mar/08	mar/08	mar/08
SALTO DO RIO VERDINHO	93,0	GO	mar/08	---	mar/08	mar/08	mar/08	mar/08
SÃO DOMINGOS	48,0	MS	mar/07	---	mar/07	mar/09	mar/07	mar/07
TRAIRA II	60,0	MG	mar/08	---	mar/08	mar/08	mar/08	mar/08
TOTAL (MW)			1.584,0	483,2	1.584,0	1.584,0	1.584,0	1.584,0

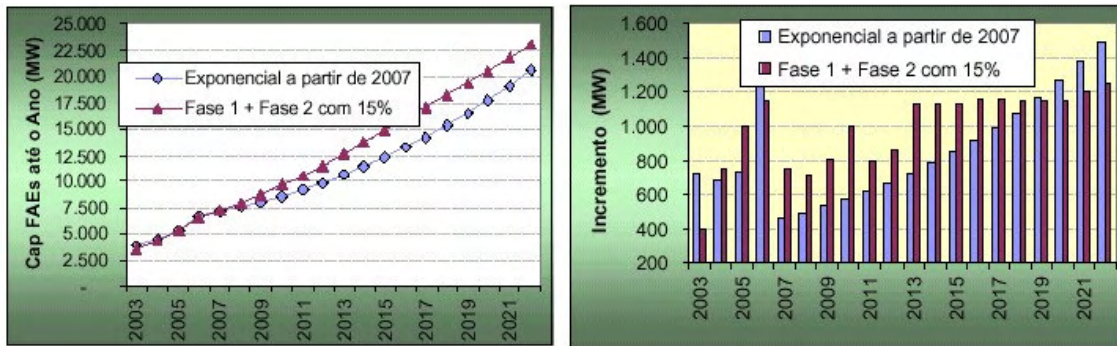
Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

TABELA B.II. 17 -Usinas Hidrelétricas Indicativas

USINA	POTÊNCIA TOTAL (MW)	ESTADO	DATA PREVISTA PARA INICIO DE OPERAÇÃO					
			MERCADO BAIXO		MERCADO REFERÊNCIA		MERCADO ALTO	
			Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B
ANGRA III	1.300,0	SE - CO	nov/08	---	nov/08	jan/09	nov/08	nov/08
CANDIOTA III	350,0	S	jan/06	---	jan/06	---	jan/06	---
FIGUEIRA I	100,0	S	jan/05	---	jan/05	---	jan/05	---
JACUI	350,0	S	jan/05	---	jan/05	---	jan/05	dez/11
SENAL	500,0	S	jan/06	---	jan/06	---	jan/06	---
USITESC	400,0	S	jan/07	---	jan/07	---	jan/07	---
UTE NE - 01	300,0	NE	---	---	dez/11	dez/08	dez/08	dez/06
UTE NE - 02	300,0	NE	---	---	---	dez/08	dez/09	dez/06
UTE NE - 03	300,0	NE	---	---	---	jan/09	dez/09	jan/07
UTE NE - 04	300,0	NE	---	---	---	jan/09	dez/09	jan/07
UTE NE - 05	300,0	NE	---	---	---	dez/09	dez/09	dez/07
UTE NE - 06	300,0	NE	---	---	---	dez/09	dez/11	dez/07
UTE NE - 07	300,0	NE	---	---	---	---	---	jan/08
UTE NE - 08	300,0	NE	---	---	---	---	---	jan/08
UTE NE - 09	300,0	NE	---	---	---	---	---	jan/08
UTE NE - 10	300,0	NE	---	---	---	---	---	dez/08
UTE NE - 11	300,0	NE	---	---	---	---	---	---
UTE SE - 01	500,0	SE-CO	---	---	---	dez/09	dez/11	jan/08
UTE SE - 02	500,0	SE-CO	---	---	---	jan/12	dez/11	jan/08
UTE SE - 03	500,0	SE-CO	---	---	---	---	dez/11	jan/08
UTE SE - 04	500,0	SE-CO	---	---	---	---	dez/11	dez/08
UTE SE - 05	500,0	SE-CO	---	---	---	---	dez/11	dez/08
UTE SE - 06	500,0	SE-CO	---	---	---	---	dez/11	dez/08
UTE SE - 07	500,0	SE-CO	---	---	---	---	dez/11	jan/09
UTE SE - 08	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	jan/09
UTE SE - 09	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	jan/09
UTE SE - 10	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/09
UTE SE - 11	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/09
UTE SE - 12	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/09
UTE SE - 13	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/09
UTE SE - 14	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/10
UTE SE - 15	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/10
UTE SE - 16	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	jan/11
UTE SE - 17	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	jan/11
UTE SE - 18	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/11
UTE SE - 19	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/11
UTE SE - 20	500,0	SE-CO	---	---	---	---	---	dez/11
TOTAL (MW)			3.000,0	0,0	3.300,0	4.100,0	8.300,0	14.650,0

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

Em relação ao PROINFA, os cenários são apresentados a seguir:



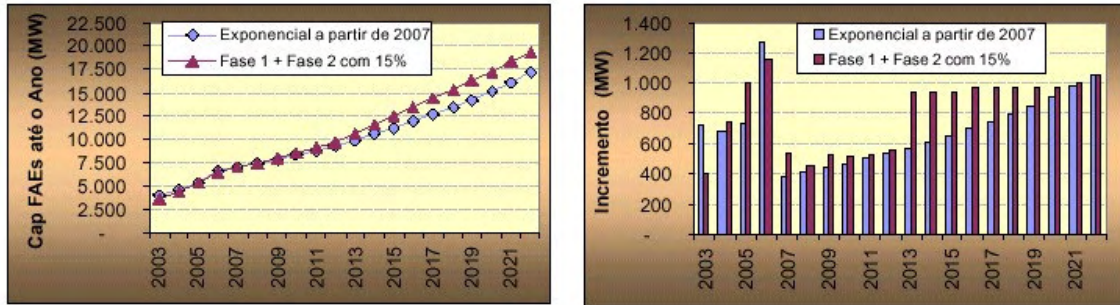
Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

FIGURA B.II. 33- Cenário de Referência - Capacidade Acumulada de FAs (MW) e Incremento Anual de FAs (MW)

TABELA B.II. 18 - Cenário de Referência - Participação das Principais Fontes Alternativas no Horizonte 2003-2012

Fonte	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
PCH	410	238	169	391	153	164	177	191	207	223	2.324
BIOMASSA	81	421	318	280	153	164	177	191	207	223	2.216
EÓLICA	232	17	250	601	153	164	177	191	207	223	2.216
TOTAL	723	676	737	1.272	458	493	532	574	620	670	6.756

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia



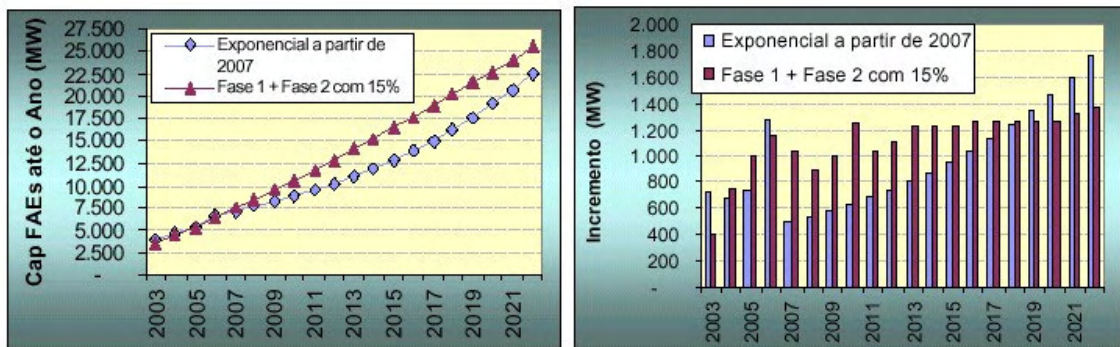
Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

FIGURA B.II. 34- Cenário Baixo - Capacidade Acumulada de FAEs (MW) Incremento Anual de FAEs (MW)

TABELA B.II. 19- Cenário Baixo - Participação das Principais Fontes Alternativas no Horizonte 2003/2012

Fonte	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
PCH	410	238	169	391	129	138	147	156	167	178	2.123
BIOMASSA	81	421	318	280	129	138	147	156	167	178	2.015
EÓLICA	232	17	250	601	129	138	147	156	167	178	2.015
TOTAL	723	676	737	1.272	387	413	440	469	501	535	6.153

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia



Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

FIGURA B.II. 35- Cenário Alto - Capacidade Acumulada de FAEs (MW) - Incremento Anual de FAEs (MW)

TABELA B.II. 20 - Cenário Alto - Participação das Principais Fontes Alternativas no Horizonte 2003/2012

Fonte	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
PCH	410	238	169	391	164	177	192	209	227	246	2.423
BIOMASSA	81	421	318	280	164	177	192	209	227	246	2.315
EÓLICA	232	17	250	601	164	177	192	209	227	246	2.315
TOTAL	723	676	737	1.272	491	532	577	626	680	739	7.054

Fonte: Plano Decenal de Expansão 2003-2012 – Ministério de Minas e Energia

Para o mercado de referência, comparando-se a oferta de fontes alternativas com a oferta de todos os outros projetos de geração, incluindo-se aqueles com concessão da ANEEL, importação, outorgados e indicativos, tem-se, na melhor das hipóteses, que a participação das fontes alternativas poderia atender entre 20 até 30% das necessidades totais até 2012.

O quadro atual, entretanto, é bem menos otimista porque, a despeito dos esforços governamentais para que se criassem mecanismos de financiamento específicos para a geração alternativa (PROINFA), evidencia-se uma insuficiência de projetos e empreendedores desse tipo de atividades.

d) Inserção do Complexo Madeira

O Complexo Madeira insere-se na política setorial de energia elétrica de diversas formas. Primeiro, como uma fonte de energia renovável, de larga escala, competitiva e, portanto, de interesse do País; Segundo, como uma real possibilidade para que se estabeleça um novo paradigma tecnológico de geração hidrelétrica em rios de planície com determinadas características de velocidade e volume de água, muitos deles presentes na Bacia Amazônica. Terceiro como um projeto de integração regional sistema interligado nacional em direção ao extremo oeste do País e de países vizinhos, como a Bolívia e o Peru. Por último, como uma oportunidade para que a população da região onde se insere o Complexo possa, realmente, usufruir seus benefícios, sem se descuidar para que, logo cedo, suas instituições públicas e organizações sociais sejam preparadas para assumir compromissos e enfrentar os riscos e desafios oriundos da implantação de um capital físico do porte do Complexo.

e) Inserção do Complexo Madeira no Sistema de Transportes Regional

e.1) Transporte Hidroviário no Contexto Nacional

O transporte hidroviário é o que mais cresce em todo o País, tendo registrado aumento da ordem de 15% na quantidade de carga transportada no ano de 2001 e, estima-se, 10% no ano subsequente (TABELA B.II. 21). Esses números são muito superiores à média do crescimento em outros segmentos dos transportes, que não ultrapassam 5%.

Isso se deu em virtude de uma série de investimentos no setor, realizados em anos recentes, como a modernização de portos e de estações de carregamento, a construção de eclusas nos rios e do menor custo para o transporte de grandes cargas.

Apesar d esse crescimento já ser significativo, o setor de transporte hidroviário no Brasil tem uma capacidade de expansão que não foi ainda explorada pelo mercado. Em média, apenas

10% da capacidade de transporte por essa via são utilizados no País, seja por falta de condições, seja por desinteresse dos investidores.

TABELA B.II. 21 - Movimentação Geral nas Principais Hidrovias

Hidrovias	Movimentação (t)			Variação		
	1999	2000	2001	Biênio 99/00	Biênio 00/01	Triênio 99/01
Bacia Amazônica Amazônia Ocidental						
Madeira	1.418.069	1.955.471	2.062.909	37,90%	5,49%	45,47%
Solimões	1.629.555	2.291.165	2.714.975	40,60%	18,50%	66,61%
Bacia Amazônica Amazônia Oriental						
Amazonas	14.839.447	12.997.779	14.668.257	-12,41%	12,85%	-1,15%
Guamá-Capim	539.984	720.751	1.312.000	33,48%	82,03%	142,97%
Bacia do Nordeste						
Parnaíba	-	45.169	42.999	-	-4,80%	-
Rios Estaduais	-	142.011	168.360	-	18,55%	-
Bacia do São Francisco						
São Francisco-Grande	65.610	58.766	60.631	-10,43%	3,17%	-7,59%
Bacia do Tocantins-Araguaia						
Araguaia-Mortes-Tocantins	2.400	2.400	0	0,00%	-100,00%	-100,00%
Bacia do Paraguai						
Paraguai	2.053.449	1.911.326	1.632.521	-6,92%	-14,59%	-20,50%
Bacia do Tietê-Paraná						
Tietê-Paraná	1.740.159	1.531.920	1.991.600	-11,97%	30,01%	14,45%
Bacia do Sudeste						
Jacuí-Taquari-L.dos Patos	503.418	407.139	638.769	-19,13%	56,89%	26,89%
Total	22.792.091	22.063.897	25.293.021	- 3,19%	14,64%	10,97%

Fonte: <www.antaq.gov.br>

A malha hidroviária brasileira tem hoje 40 mil quilômetros de rios, sendo que 26 mil são navegáveis, mas apenas 10 mil quilômetros são utilizados. Com isso, 16 mil quilômetros poderiam ser incorporados ao transporte com obras estimadas em US\$ 100 mil por quilômetro, mais barato do que se o investimento fosse feito em rodovias ou ferrovias.

O sistema de hidrovias responde por apenas 6% do total de cargas movimentadas no País, enquanto o rodoviário, de maior custo, é responsável por mais de 60% da carga transportada³PT.

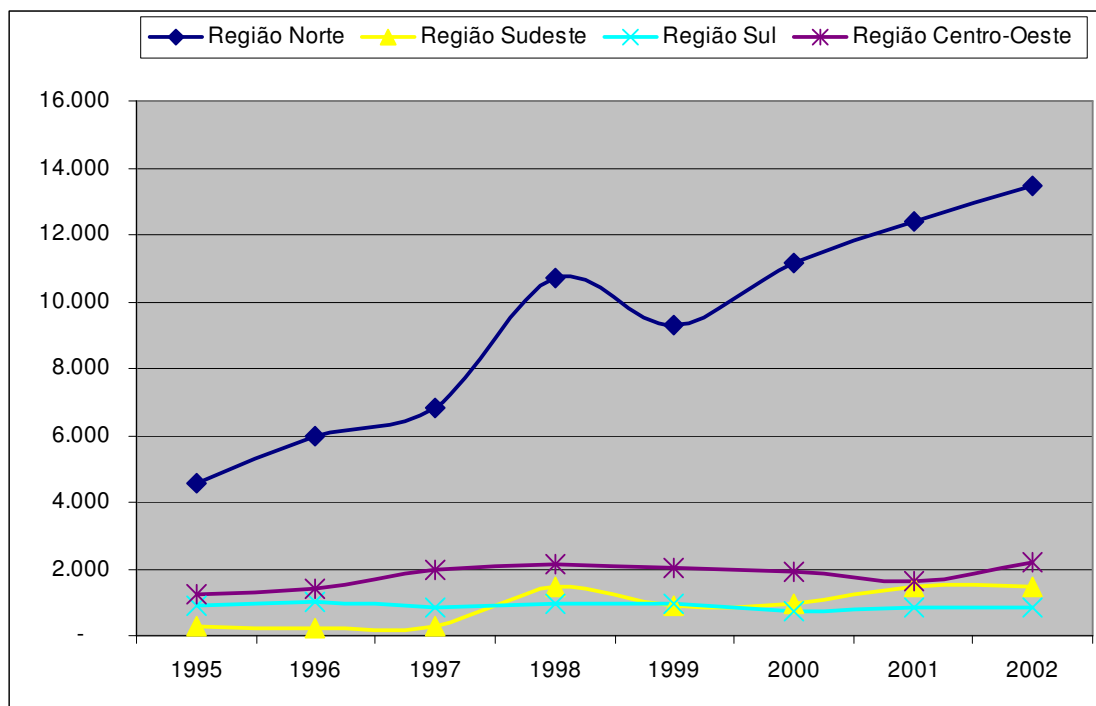
Na FIGURA B.II. 36 a seguir, pode-se observar uma série histórica mais abrangente, mostrando-se o quanto esse crescimento tem sido sistemático e – mais importante – concentrado nas hidrovias amazônicas que, no período considerado, apresentam uma taxa média anual de 17%, superior à média das do total da movimentação nos portos.

³ Fonte dos dados: Associação Nacional do Transporte de Carga

TABELA B.II. 22 - Evolução da Movimentação Geral de Cargas nos Principais Portos Interiores 1995-2002
(Em mil t)

Porto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Região Norte	4.545,5	5.998,7	6.789,5	10.717,4	9.286,5	11.157,9	12.394,3	13.447,3
Porto Velho-RO	1.032,5	1.365,3	1.657,5	2.215,8	2.187,1	2.079,4	2.681,5	2.355,3
Santarém-PA	262,9	268,8	328,5	276,4	233,5	268,2	278,9	246,0
Manaus-AM	3.250,2	4.364,6	4.803,6	8.225,2	6.866,0	8.810,3	9.433,9	10.846,0
Região Sudeste	285,3	225,5	268,0	1.456,4	924,7	953,9	1.452,1	1.490,0
Pirapora-MG	9,1	47,7	20,6	24,9	17,1	-	59,1	77,2
Panorama-SP	219,9	76,2	111,4	1.341,7	121,6	41,6	135,8	8,6
Pres. Epitácio-SP	56,3	101,5	136,0	89,8	786,0	912,3	1.257,2	1.404,2
Região Sul	880,9	997,0	820,2	931,9	959,4	704,4	838,0	859,7
Charqueadas-RS	325,9	371,4	324,3	292,7	351,0	199,0	171,5	172,8
Estrela-RS	555,0	625,6	495,9	639,2	608,4	505,4	666,5	686,9
Região Centro-Oeste	1.254,8	1.433,7	1.984,7	2.155,6	2.053,5	1.913,1	1.632,1	2.178,7
Cáceres-MT	14,3	22,8	70,1	107,5	193,3	112,5	90,3	157,8
Corumbá/Ladário-MS	1.240,5	1.410,8	1.914,6	2.048,1	1.860,2	1.800,7	1.541,8	2.021,0
TOTAL	6.966,5	8.654,9	9.862,4	15.261,3	13.224,1	14.729,3	16.316,5	17.975,7
Tx Crescimento Anual	-	24,2%	14,0%	54,7%	-13,3%	11,4%	10,8%	10,2%

Fonte: Administrações portuárias <www.antaq.gov.br>



Fonte: Administrações portuárias <www.antaq.gov.br>

Elaboração: Arcadis Tetraplan

FIGURA B.II. 36 - Evolução da Movimentação de Cargas nos Principais Portos Interiores, segundo Grandes Regiões – 1995-2002 (Em mil t)

As cargas mais tradicionais do modal hidroviário são as que apresentam um baixo valor, mas que necessitam ser transportadas em grandes quantidades para os portos. Os rios e mares são uma estrada natural e consomem bem menos combustível, além de não exigirem manutenção tão intensa como a requerida por outros modais.

TABELA B.II. 23 -Movimentação de Cargas nos Principais Portos Interiores, por Natureza 2002–(Em mil t)

Porto	MOVIMENTAÇÃO NO CAIS				MOVIMENTAÇÃO FORA DO CAIS				TOTAL GERAL			
	Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Carga Geral	Sub total	Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Carga Geral	Sub total	Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Carga Geral	TOTAL
Porto Velho-RO	1.232,5	-	456,7	1.689,2	-	558,3	107,8	666,1	1.232,5	558,3	564,5	2.355,3
Santarém-PA	20,5	58,5	167,1	246,0	-	-	-	-	20,5	58,5	167,1	246,0
Manaus-AM	-	-	1.233,4	1.233,4	2.346,7	7.006,1	259,8	9.612,6	2.346,7	7.006,1	1.493,2	10.846,0
Pirapora-MG	-	-	-	-	77,2	-	-	77,2	77,2	-	-	77,2
Panorama-SP	8,6	-	-	8,6	-	-	-	-	8,6	-	-	8,6
Pres. Epitácio-SP	-	-	-	-	1.387,5	16,7	-	1.404,2	1.387,5	16,7	-	1.404,2
Charqueadas-RS	-	-	-	-	172,8	-	-	172,8	172,8	-	-	172,8
Estrela-RS	290,6	-	-	290,6	339,4	56,8	-	396,3	630,1	56,8	-	686,9
Cáceres-MT	96,6	-	-	96,6	61,2	-	-	61,2	157,8	-	-	157,8
Corumbá/Ladário-MS	-	-	7,3	7,3	1.953,0	-	60,7	2.013,7	1.953,0	-	68,0	2.021,0
TOTAL	1.648,8	58,5	1.864,5	3.571,7	6.337,8	7.637,9	428,3	14.404,1	7.986,7	7.696,4	2.292,8	17.975,8

Fonte: Administrações portuárias <www.antaq.gov.br>

Por outro lado, o impacto de uma hidrovia no meio ambiente, comparativamente ao modal rodoviário, é de menor intensidade, quer durante a implantação, quer na operação.

Somente onde se situam os terminais, podem-se antecipar alguns efeitos adversos, como formas de urbanização precária, antropizando seus entornos, com padrões inadequados.

Entretanto, desde que controlados, é possível transformar esses focos de urbanização em pontos de apoio integrados a uma rede urbana articulada e funcional, para prover bens e serviços à população e agentes produtivos.

f) Papel do Complexo Madeira no Atendimento dos Grandes Objetivos da Política de Transportes

No Brasil, principalmente na Região Norte, o rio é uma alternativa natural para transporte de carga e pessoas: vastas áreas são atravessadas pelos grandes rios, e cidades como Manaus, Belém, Santarém, Porto Velho — portões de entrada — já se consolidaram como centros importantes nessa malha hidroviária.

Por outro lado, as rodovias que foram implantadas, principalmente na década de 1970, e que tiveram o sentido de ocupação/segurança nacional desse território, implicaram uma ocupação desordenada e predatória: inúmeros núcleos foram se formando, a reboque das necessidades logísticas (principalmente de postos de gasolina), sem prévio planejamento e ocupando vastas áreas e territórios.

Exemplos claros são: a Belém–Brasília, a Transamazônica e a BR-364, onde ressaltam os impactos físicos ainda não efetivamente controlados e que vêm demandando sucessivas recuperações ao longo de décadas; dados os projetos de drenagem e obras-de-arte, que não levaram conta a vazão dos rios, para suas travessias, e que vem impactando áreas a montante e jusante, com formação de lagos e afogamento de grandes áreas de vegetação natural.

Na realidade, a rodovia, projetada em áreas pouco habitadas e por ser aberta às suas áreas de entorno, diferentemente da hidrovia e da ferrovia, propicia ocupação que, se não planejada em toda a sua extensão, facilita impactos negativos, tanto de natureza socioeconômica como físico-biótica, na medida em que o desmatamento é uma atividade intrínseca a esse processo.

Ao contrário, ferrovias e hidrovias são fechadas e, somente nas áreas estabelecidas para terminais de carga e descarga, podem motivar o desenvolvimento de núcleos urbanos. Nesse sentido, projetos de ferrovia e hidrovia possibilitam um planejamento territorial mais efetivo e gestão territorial mais controlável num período mais longo.

Assim, hoje, com exemplos relevantes dos processos que vêm ocorrendo, derivados da implantação de um ou outro modo de transporte, em espaços ainda não consolidados, pode-se avaliar que os modos hidroviário e ferroviário, nesta seqüência, permitem melhor estruturação do território, onde se instalam, garantindo, nessa lógica, um desenvolvimento mais coerente ao longo do tempo.

g) Configuração do Sistema Hidroviário Regional com a Implantação do Complexo Madeira

A incorporação de 340 km à Hidrovia do Madeira — proporcionada pela superação dos obstáculos à navegação existentes entre Porto Velho e Abunã — representa impacto de menor magnitude na estrutura do sistema de transportes regional, quando comparada à configuração final do Complexo, considerado como um conjunto de intervenções que incluirá, sucessivamente:

- a construção das hidrelétricas Jirau e Santo Antônio, bem como as suas respectivas transposições, por canal ou por eclusa;
- a construção de hidrelétrica binacional no aproveitamento denominado Guajara, no rio Mamoré, e sua transposição para navegação;
- a construção de hidrelétrica boliviana localizada no rio Beni (Cachoera Esperanza) e sua transposição para a navegação.

Dessa forma, pode-se vislumbrar a configuração do sistema hidroviário regional TABELA B.II. 24, a seguir.

TABELA B.II. 24 - Configuração do Sistema Hidroviário após Intervenções Sucessivas

Empreendimento	Países Envolvidos	Rio	Trecho incorporado às Vias já Navegáveis	Km	Abrangência/ Impacto
Santo Antônio e Jirau (rio Madeira)	Brasil	Madeira	Abunã-Porto Velho	270	Porto Velho
Cachoeira Ribeirão (rio Mamoré)	Brasil Bolívia	Mamoré/ Guaporé	Vila Bela SS Trindade-Abunã	1.565	Porto Velho, Mato Grosso e Fronteira Brasil-Bolívia
		Mamoré	Puerto Grether-Costa Marques	780	Interior da Bolívia
Cachoera Esperanza (rio Beni)	Brasil Bolívia Peru	Beni	Puerto Rurrenabaque-Mamoré	710	Interior da Bolívia
		Orthon	Puerto Rico-Beni	200	Interior da Bolívia
		Madre de Dios	Puerto Maldonado-Beni	630	Fronteira Bolívia-Peru
Total				4.155	

Elaboração: Arcadis Tetraplan

Com essa abrangência — totalizando algo como 4.225 km de vias navegáveis e interconectadas, em território brasileiro, peruano e boliviano —, pode-se antecipar que as hidrovias estarão atraindo cargas procedentes de variadas áreas de produção dos três países. Mais do que isso, elas poderão vir a induzir e incentivar a exploração do território — agora servido por via de transporte barata — em novas e variadas frentes produtivas.

No contexto brasileiro, do ponto de vista da estrutura produtiva atual, cabe destaque à produção de grãos da Chapada dos Parecis e da vizinha região sul de Rondônia, onde se espera expansão crescente.

No contexto internacional, a atração de cargas hidroviárias deve alcançar extenso território situado ao longo da fronteira Bolívia-Brasil (margem oposta da hidrovia do Guaporé) e na direção do interior daquele país, além do território peruano fronteiriço à Bolívia (atingidos pela navegabilidade interconectada dos rios Mamoré, Beni, Orthon e Madre de Dios).

Para efeito de análise, será separado o contexto nacional (representado por Porto Velho e Mato Grosso, ao longo da nova hidrovia Guaporé-Madeira-Amazonas) do internacional, tratado no item subsequente.

O estudo intitulado “Análise de Rotas Alternativas para escoamento da Produção de Soja”, realizado pelo GEIPOT⁴PT, identifica as rotas utilizadas para a movimentação da soja produzida na área de influência de pólos regionais de grande potencial agrícola.

Dentre esses pólos, dois utilizam ou têm potencial para utilizar) a Hidrovia Madeira-Amazonas como via de acesso aos portos de exportação: o pólo da região oeste do Estado de Mato Grosso, em torno de Campo Novo do Parecis, e o da região sul do Estado de Rondônia, centrado em Vilhena.

No primeiro caso, Parecis, seis rotas vêm sendo utilizadas, descritas na TABELA B.II. 25 a seguir.

TABELA B.II. 25 - Rotas Utilizadas para Exportação de Soja – Oeste de Mato Grosso

Modal Rota	Rodovia Extensão	Ferrovia Extensão	Hidrovia Extensão	Extensão Total (km)
Campo Novo do Parecis – Porto Velho – Itacoatiara	1.046		1.056	2.102
Campo Novo do Parecis – Uberlândia – Vitória	1.401	1.456		2.857
Campo Novo do Parecis – Alto Taquari – Santos (Alternativa 1)	868	1.262		2.130
Campo Novo do Parecis – Santos (Alternativa 2)	2.037			2.037
Campo Novo do Parecis – Ponta Grossa – Paranaguá (Alternativa 1)	1.978	239		2.217
Campo Novo do Parecis – Paranaguá (Alternativa 2)	2.176			2.176

Fonte: GEIPOT, 2000

No segundo, Vilhena, a produção de soja em 2000 foi muito pequena e não houve exportação. No entanto, a região foi incluída no estudo citado, em função do seu grande potencial

⁴ www.transportes.gov.br/bit/estudos/soja/corredores-estrategicos.htm

produtivo futuro, segundo previsões da EMBRAPA e da Secretaria de Agricultura do Estado de Rondônia.

Em ambos os casos, a Hidrovia Madeira-Amazonas, na sua configuração atual, mostra-se como a alternativa de custo mais baixo.

Especulam-se, ainda, no estudo, possíveis novas alternativas futuras para o escoamento da soja dessas regiões produtoras, mantendo a alternativa de menor custo identificada (ou seja, a Hidrovia Madeira-Amazonas), de acordo com diversos projetos inventariados que indicam a resolução de barreiras atuais à utilização de cada uma dessas vias TP⁵PT. Nesse caso, configurar-se-iam as alternativas de escoamento da soja para exportação, das duas regiões em análise, conforme a TABELA B.II. 26, TABELA B.II. 27 a seguir.

TABELA B.II. 26 - Rotas Alternativas em uma Perspectiva de Longo Prazo – Região Produtora do Oeste de Mato Grosso

Modal Rota	Rodovia Extensão	Ferrovia Extensão	Hidrovia Extensão	Extensão Total (km)
Campo Novo do Parecis – Porto Velho –Itacoatiara	1.046		1.056	2.102
Campo Novo do Parecis – Porto Velho – Porto de Santana (Amapá)	1.046		2.232	3.278
Campo Novo do Parecis – Cachoeira Rasteira – Santarém	600		1.043	1.643
Campo Novo do Parecis – BR-163 – Santarém	1.632			1.632
Campo Novo do Parecis – BR-163 – Itaituba – Santarém	1.232		280	1.512
Campo Novo do Parecis – Cuiabá – Vitória	385	2.716		3.101
Campo Novo do Parecis – Cuiabá – Santos	385	1.845		2.230
Campo Novo do Parecis – Cuiabá – Sepetiba	385	2.254		2.639
Campo Novo do Parecis – Bela Vista da SS Trindade – Itacoatiara	355		3.056	3.411

Fonte: GEIPOT e <www.transportes.gov.br/bit/inhidro.htm>

TABELA B.II. 27 - Rotas Alternativas em uma Perspectiva de Longo Prazo – Região Produtora do Sul de Rondônia

Modal Rota	Rodovia Extensão	Ferrovia Extensão	Hidrovia Extensão	Extensão Total (km)
Vilhena – Porto Velho – Itacoatiara	694		1.056	1.750
Vilhena – Porto Velho – Porto de Santana	694		2.232	2.926
Vilhena – Cachoeira Rasteira – Santarém	671		1.043	1.714
Vilhena – BR163 – Itaituba – Santarém	1.643		280	1.923
Vilhena – Cuiabá – Santos	759	1.845		2.604
Vilhena – Pimenteiras do Oeste – Itacoatiara	200		2.616	2.816

Fonte: GEIPOT

Resulta-se que, com base em estudos dessa natureza, deve-se ainda procurar, em etapas subsequentes, para embasar planejamento de médio e longo prazo, analisar a capacidade de atração de cargas que a Hidrovia possa vir a ter.

⁵. Em grande parte, as alternativas aqui apresentadas coincidem com projetos ou estudos identificados no item 2.4.7 – Investimentos Sinérgicos ou Concorrentes.

No presente estudo foram incluídas, ao final das tabelas, as rotas que utilizariam a hidrovia Guaporé–Madeira–Amazonas.

h) Imbricações Regionais Internacionais - Integração Produtiva e Comercial Latino Americana - Bolívia e Peru

O transporte fluvial é ainda incipiente na maioria dos países da América do Sul. Os mais desenvolvidos nesse campo são o Brasil, a Argentina e a Venezuela, que implantaram hidrovias navegáveis de grande envergadura. Não existe, no entanto, uma vertebração entre esses diferentes sistemas navegáveis.

A Comissão Andina de Financiamento (CAF), por exemplo, em sua publicação “Los rios que nos unen”⁶TPPT, já propôs a integração fluvial sul-americana interconectando, por transporte multimodal, as bacias do Orinoco e do Amazonas, e esta com a bacia do Prata, integrando assim 50.000 km de vias navegáveis, que já estão na região mas funcionam como sistemas isolados.

TABELA B.II. 28 - Principais Corredores de Transporte Fluvial na América do Sul

	Rios e Trechos Navegáveis
Bacia do Orinoco	Na Venezuela, a hidrovia do Orinoco se entende por 1.191 km, desde Boca de los Navios até Puerto Ayacucho. É complementada pelo rio Apure, que é navegável por 660 km, e pelo rio Portuguesa, onde se pode navegar até 250 km. Na Colômbia, também na Bacia do Orinoco, são navegáveis os rios Meta, Guaviare, Inírida e Vaupés.
Bacia do Amazonas	A Hidrovia Amazonas-Solimões é navegável por grandes embarcações em quase 3.800 km, desde Nauta (Peru) até o Atlântico.
Afluentes ao norte dos rios Amazonas e Solimões	O Rio Negro é navegável desde sua confluência com o Amazonas até a fronteira com a Venezuela, por quase 1.260 km. O rio Branco é navegável por 440 km, desde sua confluência com o Rio Negro até Caracará.
Para Leste	O rio Trombetas é navegável por 260 km e o rio Jari por 150 km.
Para Oeste	O rio Japurá-Caquetá é navegável em sua parte brasileira, por 750 km. O rio Putumayo-Iça é navegável em quase a totalidade de seus 1.850 km de extensão. Os rios Tigre, Pastaza, Morona e Santiago, que correm do Equador ao Peru, podem ser navegados por curtos trechos em seus cursos inferiores.
Afluentes ao sul dos rios Amazonas e Solimões	O rio Juruá é navegável por quase 2.500 km. O rio Purus possui 3.300 km, em grande medida navegáveis. Seu afluente, o Rio Acre, pode ser navegado por mais de 620 km, até Brasília. O Rio Madeira é navegável até Porto Velho, por 1.100 km. Há também 1.600 km navegáveis nos seus formadores: Mamoré e Guaporé-Itenez. A navegação no rio Tapajós é possível por 345 km até São Luis de Tapajós, podendo ser estendida até 1.043 km. O rio Xingu é navegável em 420 km. São também navegáveis os rios Maraón (até Saramiriza) e Ucayali até o sul de Pucallpa, no Peru.
Bacia do Tocantins	O rio Tocantins é navegável até a represa de Tucuruí, por 250 km, e pode ser navegável por mais quase 1.000 km a montante desta represa, com calados menores. O rio Araguaia pode vir a ser navegável por uma extensão de quase 1.525 km.
Bacia do São Francisco	É navegável em vários trechos, num total de quase 1.700 km, sendo o último de 208 km entre Piranhas e o Atlântico.
Hidrovia Paraguai-Paraná	Esta hidrovia é navegável por comboios de barcaças por quase 3.442 km de extensão e constitui o eixo mais importante de integração fluvial entre Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai.
Hidrovia Tietê-Paraná	Esta hidrovia constitui-se em uma importante ligação leste-oeste no Brasil e, com a construção das eclusas, garante uma extensão navegável de 2.400 km.

Fonte: <www.transportes.gov.br/bit/estudos/iirsa/textos/37-40fluvial.pdf>

⁶ Citado em www.transportes.gov.br/bit/estudos/iirsa/textos/37-40fluvial.pdf

A integração multimodal proposta envolve os rios Orinoco, Casiquiare, Negro, Amazonas, Madeira, Mamoré, Itenez-Guaporé, Paraguai, Paraná e de La Plata, num percurso aproximado de 10.000 km. Para tanto, precisariam ser superadas as grandes barreiras naturais representadas por: raudales de Atures e Maipures, no rio Orinoco; cachoeiras, na parte alta do rio Madeira, entre Porto Velho e Guajará Mirim; interrupções da navegação nos rios Guaporé e Paraguai, em Mato Grosso. Exigiria, ainda, atividades complementares, tais como:

- estabelecimento de um sistema permanente de medições hidráulicas e morfológicas;
- estudos permanentes de impacto ambiental, segundo padrões internacionais;
- desenvolvimento de uma legislação aduaneira apropriada para o sistema de integração fluvial;
- implementação de um sistema de gestão de controle aduaneiro, com futura implantação de “aduanas sem papéis”;
- elaboração de uma política de navegação e estabelecimento de regulamentos de navegação fluvial e de portos;
- criação de mecanismos sub-regionais de participação dos usuários prestadores de serviço e transportadores fluviais;
- estabelecimento de um sistema de capacitação de pessoal da navegação fluvial;
- implantação de sistemas de transporte multimodal, onde se fizer necessário.



Fonte: CAF - Comissão Andina de Financiamento

FIGURA B.II. 37- Projeto de Integração Fluvial entre os Países Andinos e o Brasil

Nessa perspectiva ampla de integração multimodal, permitindo alcançar grande parte das dinâmicas produtivas dos países andinos e o Brasil, insere-se o Complexo Madeira, que, com sua configuração final, contribuirá para captar os fluxos da porção central dessa extensa macrorregião, desencadeando efeitos multiplicadores em variadas direções.

i) Inserção da Região de Estudo nos Grandes Objetivos das Políticas Nacionais/Estaduais de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Regional

As complexas questões ambientais que emergem na atualidade na região amazônica têm suas origens no histórico de seu processo de ocupação, em que dois diferentes vetores de desenvolvimento, sempre presentes na Amazônia, porém como forças diferenciadas, determinam, em grande parte, as contradições e conflitos que marcam sua realidade.

j) Política Ambiental no Brasil e na Amazônia

Os crescentes problemas ambientais no Brasil, advindos das políticas de crescimento implantadas nas décadas de 1960 a 1980, e as pressões dos ambientalistas refletiram-se em iniciativas positivas do governo brasileiro no sentido de consolidar uma política ambiental no País.

O marco fundamental desse processo foi a Lei nº 6938/81, que criou a Política Nacional de Meio Ambiente e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), cujo objetivo maior é compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente.

Em que pesem esses avanços com as questões ambientais, as políticas governamentais voltadas à ocupação da Amazônia, prosseguiram, contraditoriamente, ainda na década de 1980, aumentando o passivo ambiental, já de grandes proporções, como resultado dos grandes desmatamentos e do aumento das taxas de urbanização. Esse período foi também marcado pelo início de pressões das Organizações Não-Governamentais (ONGs) contra as políticas de ocupação adotadas, culminando, em 1991, com a criação do GTA (Grupo de Trabalho Amazônico), que envolve associações ambientalistas e sociais, cooperativas, sindicatos e representantes indígenas (Ribeiro, 2004).

Na vertente institucional, a preocupação com as questões ambientais refletiu-se na criação do Programa Nossa Natureza (Decreto nº 96944/88) cuja função, entre outras, foi elaborar um diagnóstico da situação da Amazônia Legal. Foi apontada, a partir desse estudo, a associação entre as altas taxas de devastação florestal e os incentivos fiscais, identificando-se ainda a superposição entre instrumentos e ações, a precariedade de ações de preservação ambiental, a falta de demarcação de Terras Indígenas e os impactos decorrentes da mineração e garimpagem (Mello, 2002 *apud* Ribeiro, 2004).

A partir dessas constatações, e dentro de uma política corretiva, adotaram-se medidas, como a criação do IBAMA, do Fundo Nacional de Meio Ambiente, de várias Unidades de Conservação, do Plano Emergencial de Controle de Derrubadas e Queimadas na Amazônia Legal, ao mesmo tempo em que incentivos fiscais e créditos oficiais para investimentos em projetos agropecuários foram suspensos.

Já no final da década de 1980, com os preparativos da Conferência ECO RIO- 92, a emergência de novas preocupações e concepções influenciaram novamente o tratamento da

questão ambiental, das políticas de conservação do meio ambiente e, particularmente, de preservação de florestas tropicais. Essas preocupações se manifestaram em compromissos internacionais e projetos de intervenção, com o patrocínio oficial e de ONGs, com múltiplos propósitos, inclusive o de reverter situações de degradação do meio ambiente (ELN, 2001).

Posteriormente, a Conferência ECO RIO-92 trouxe como resultado a Declaração de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável e a Agenda XXI Nacional, onde a questão do controle do desflorestamento é enfatizada, e que resultou na adoção, por parte do governo brasileiro, de princípios de manejo florestal sustentável.

O início da década de 1990 marcou, ainda, a implantação de instrumentos de ordenamento territorial, consubstanciado no Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), em uma tentativa de direcionar o desenvolvimento tendo como base as características socioambientais de cada região, fazendo uso da heterogeneidade que caracteriza a Amazônia.

Esse instrumento foi inicialmente introduzido no Estado de Rondônia no final da década de 1980, passando por sucessivas discussões e revisões. Conflitos se estabeleceram ao longo de sua elaboração e de suas sucessivas revisões e, apesar de sua importância, constata-se pouca aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do processo de sua elaboração na implementação do ordenamento do uso do solo proposto (Mello, op.cit). Em que pese os esforços para o ordenamento territorial, portanto, aparentemente o ZEE não tem cumprido, até o momento, seu papel.

Novas iniciativas de proteção ambiental foram desenvolvidas, dentre elas o Programa Piloto de Proteção das Florestas Tropicais do Brasil — PPG7. Este último, desenvolvido com o objetivo de construir soluções que promovessem a conservação das florestas brasileiras na Amazônia e na Mata Atlântica, teve o mérito de fomentar ligações global-locais ao difundir princípios, técnicas, alternativas de sistemas produtivos (Ribeiro, 2004). Ainda que criticados, seja devido ao gerenciamento fraco, seja devido ao plano financeiro complexo ou às responsabilidades pouco definidas pelos participantes, trabalhos como os de demarcação de Terras Indígenas, de Projetos Demonstrativos, bem como das Reservas Extrativistas são avaliados positivamente e se materializaram no território segundo um modelo endógeno (Becker, op.cit), contrariamente à tendência até então verificada.

Delimita-se, assim, gradativamente, uma política dentro de um modelo de desenvolvimento caracterizado por uma visão interna do espaço. Note-se, entretanto, que o recorte espacial para a delimitação do que se denominou “Amazônia Legal”, extrapola os limites do Bioma Amazônico e se estende às áreas de transição com o Bioma do Cerrado e mesmo sobre este último. Dessa forma, agregam-se à área definida como Amazônia Legal regiões de formações abertas, onde ocorreu intensa expansão agropecuária na última década. Esse aspecto determina, por um lado, a diluição das políticas específicas para os ecossistemas florestais e, por outro, amplia o leque de opções de atividades e de uso para a região.

k) Plano da Amazônia Sustentável

Elaborado recentemente, o Plano da Amazônia Sustentável (PAS) tem por objetivo precípuo a implantação de um modelo de desenvolvimento sustentável na Amazônia, em uma visão que considera a diversidade florestal como um ativo. Essa visão se manifesta, seja para a produção

de bens e produtos, seja para alternativas sustentáveis determinadas pelas diferentes realidades regionais, por meio de formas flexíveis de organização.

Dentro dessa proposta, definem-se, no Plano, três espaços ou macrorregiões, em um desenho espacial aproximadamente concordante com o proposto por Becker (2001):

- Arco do Povoamento Adensado, que compreende a borda meridional e oriental, do sul do Acre ao sul do Amapá, sudeste e nordeste do Pará;
- Amazônia Central, correspondente ao oeste e norte do Pará e ao vale do rio Madeira, no Amazonas;
- Amazonas Ocidental, abrangendo o restante do Amazonas, Roraima e vale do rio Juruá, no Acre.

Visando à regionalização das estratégias dessas macrorregiões, definem-se, a partir desta, sub-regiões diferenciadas de acordo com a dinâmica local, para as quais emergem diretrizes de desenvolvimento.

Considerando-se, ainda, que o desenvolvimento das sub-regiões florestais se relaciona com aquelas em que a floresta não é ou nunca foi dominante, procura-se levar em conta as inter-relações existentes. Nesse contexto, as ações podem ter combinações e pesos distintos nas diferentes sub-regiões, seja pela promoção, nas áreas não florestais, da recuperação das terras já alteradas, seja pela intensificação de seu uso. Já nas sub-regiões onde a floresta é dominante, o desafio é promover a utilização da riqueza florestal em consonância com sua conservação, por meio de aproveitamento econômico dos produtos florestais, agregando-se valor e gerando renda e emprego para as populações locais.

Assume-se, dessa forma, a estratégia de integração da proteção e da produção, bem como a combinação de áreas com diferentes níveis de restrições de uso, de forma a criar mosaicos com modalidades complementares. Fica, dessa forma, implícita a necessidade de se ampliar a presença do Estado, em todos os níveis, garantindo maior governabilidade nos movimentos de ocupação e de transformação socioprodutiva.

Finalmente, assume-se a regularização fundiária como instrumento imprescindível para as ações de ordenamento, além da capacitação de técnicos, da agilização das normas e da criação de sinergias entre os diferentes órgãos da administração pública na fiscalização e controle para, entre outras medidas, conter a grilagem de terras e o desmatamento e ordenar o território em ocupação.

I) A Região de Estudo, a Política da Amazônia Sustentável

Considerando-se a divisão do espaço Amazônico proposta pelo PAS, a região de estudo insere-se principalmente na macrorregião 1, correspondente ao limite oeste do Arco do Povoamento Adensado. Subordinadamente, insere-se na Amazônia Central, ao abarcar parcelas do território do sul do Estado do Amazonas, e na macrorregião da Amazônia Ocidental, uma vez que se estende a oeste, em parte da bacia hidrográfica do rio Juruá.

A macrorregião do Arco do Povoamento Adensado, caracterizada pelo contato dos Biomas Amazônico e dos Cerrados e os limites setentrional e ocidental deste, tornou-se a grande área

de expansão da fronteira agropecuária. A dinâmica é ditada pelas cidades e a agricultura, tecnificada, que caracteriza esse espaço, relaciona-se mais ao cerrado que ao bioma florestal.

Tem, portanto, um caráter de produção dominante sobre a conservação e, assim, as políticas definem-se no sentido de consolidar o desenvolvimento, seja por meio do incentivo à intensificação das atividades, de forma a evitar avanços sobre novas fronteiras, seja dando foco às práticas de recuperação de áreas desflorestadas ou abandonadas.

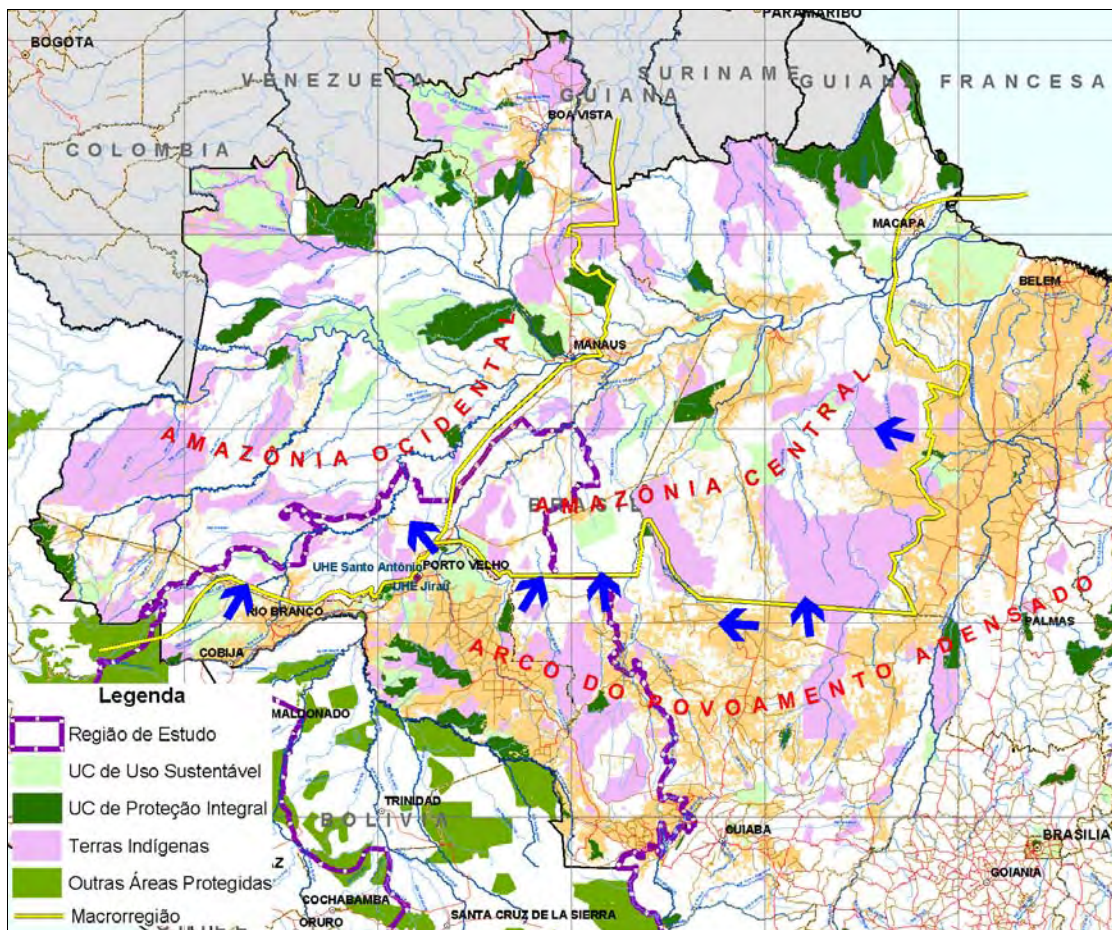
Mais especificamente, essa macrorregião caracteriza-se por duas sub-regiões que apresentam dinâmicas distintas. A primeira delas compreende o Estado de Rondônia e o leste do Acre. Predominam pequenos produtores, notadamente na região central de Rondônia, como resultado, em grande parte, de projetos de colonização do INCRA. Devido à concentração de lotes originais, fazendas de médio porte também estão presentes, de modo geral, voltadas à produção leiteira. Já no Acre, projetos comunitários têm se voltado a organização em sistemas agroflorestais. Note-se, no entanto, que esses sistemas não alcançaram ainda sustentabilidade econômica, carecendo de ações de capacitação gerencial e comercial, de infra-estrutura para armazenagem e escoamento da produção, de pesquisas e de acesso a crédito (Reydon & Maciel, 2004).

A segunda sub-região corresponde aos Cerrados do Estado de Mato Grosso e se expande até a Chapada dos Parecís, dentro da região de estudo. Com altos padrões de produtividade de soja, principalmente, mas também com algodão e pecuária modernizada, pressupõe uso intensivo das terras e tecnologia agroindustrial que, por outro lado, gera intensa mobilidade espacial da população de baixa renda.

Já as macrorregião denominada Amazônia Central caracteriza-se pelo recobrimento florestal ainda contínuo, porém sob pressão da expansão de atividades de novas fronteiras agropecuárias, notadamente no centro do Pará e extremo norte de Mato Grosso, assim como ao longo da hidrovia do Madeira e ao longo do rio Juma, no Amazonas.

Devido a suas características eminentemente florestais e aos vetores de expansão a partir do Arco do Povoamento Adensado, o foco político previsto volta-se para o ordenamento territorial ao longo dos eixos viários, considerados frentes de ocupação em avanço acelerado. Assume-se, portanto, que o aprimoramento das condições de governabilidade e a regularização fundiária são questões decisivas para fazer frente à degradação da floresta, assim como o fortalecimento da produção familiar e ao estímulo à exportação de produtos das populações tradicionais, ao apoio aos núcleos urbanos.

Especificamente no âmbito da região de estudo, essa macrorregião se caracteriza por frentes de expansão na área de influência da hidrovia do rio Madeira, bem como pela influência dos vetores de expansão a partir dos estados de Rondônia, Mato Grosso e Acre sobre as florestas e os enclaves de Cerrado a sul do Estado do Amazonas. Eixos de avanço da fronteira são as rodovias Rio Branco-Boca do Acre e Porto Velho-Apuí. Esse avanço se traduz tanto pela extração madeireira no sul dos municípios de Apuí e Manicoré, quanto pela expansão da pecuária no município de Lábrea ou de soja sobre os Cerrados de Humaitá (FIGURA B.II. 38). Note-se que esses municípios encontram-se no limite da sub-região denominada Florestania, caracterizada pela presença de grupos indígenas e cuja atividade principal refere-se ao extrativismo vegetal, notadamente a borracha.



Fonte: Plano Amazônia Sustentável – PAS (MMA)

FIGURA B.II. 38- Macrorregiões da Amazônia

Finalmente, a terceira macrorregião identificada, referente à Amazônia Ocidental, compreende o setor do Estado do Amazonas a oeste da bacia hidrográfica do rio Madeira, a porção oeste do Estado do Acre, bem como o Estado de Roraima. Compreendendo grandes extensões florestais, apresenta como vetor principal a expansão da soja e da pecuária em direção a Boca do Acre, além de áreas mais densamente ocupadas referentes a Manaus e ao longo da rodovia que acessa Roraima.

Propõe-se, proposto para essa ampla região, o desenvolvimento de atividades que aproveitem o potencial natural, voltando-se para a biotecnologia e bioindústria, a estruturação de cadeias produtivas constituídas por redes de coleta e cultivo em comunidades organizadas, a indústria sustentável de madeira e o ecoturismo, afora ações de conservação.

m) Pressupostos à análise e à identificação dos efeitos de longo prazo da implantação do Complexo do Rio Madeira

Para a caracterização dos efeitos do Complexo do Rio Madeira que configuram processos de médio e longo prazo, implica operar com alguma forma de construção do futuro. A especulação sobre o futuro é importante, pois, nesse exercício de Avaliação Ambiental

Estratégica dos efeitos de um Complexo como o do rio Madeira, sucessivas escolhas e decisões iniciam-se no presente e se estendem ao futuro, a médio e longo prazo.

Diversos autores, com metodologias e enfoques variados⁷, trataram da Amazônia e apontaram determinadas perspectivas, algumas privilegiando mecanismos intrínsecos aos processos econômicos: outros apostando em ritmos de ocupação dos biomas de interesse.

Outros ainda, contando com a participação de diversos representantes de órgãos governamentais, da iniciativa privada e do terceiro setor, prescreveram uma dada visão estratégica que se entendia como a mais desejável para as diferentes regiões do País, incluindo o Norte e o Centro-Oeste.

À luz dos diversos exercícios de prospecção sistematizados conforme apresentado nos Anexos IV e VII, pode-se antever assim uma trajetória futura rumo a uma situação desejável no âmbito da Amazônia Meridional, a longo prazo, por exemplo, 2020.

Focando a porção meridional da Amazônia, onde se localiza a região de estudo, pôde-se evoluir para *um* “Cenário Desejável”, organizado segundo os cortes de sustentabilidade: econômica, social, ambiental e institucional.

Na realidade, o que se espera com a formulação desse cenário desejável, inserido o Complexo do Rio Madeira de forma sustentável, é que se estabele com objetivos claros para a região.

Visa-se, também, construir um referencial que permita avaliar como as trajetórias previsíveis vêm ocorrendo e o quanto tenderão a se distanciar das condições de sustentabilidade. A partir daí, obtêm-se subsídios para estabelecimento de novas políticas integradas e programas, bem como voltados à correção de trajetórias.

n) Cenário Desejável por Dimensão de Sustentabilidade

n1) Cenário Desejável em termos da Sustentabilidade Econômica

- Valorização crescente da aplicação do conhecimento sobre a floresta e sua integração na exploração de atividades produtivas de maneira sustentável.
- Papel importante na produção agrícola com destaque para grãos, com desdobramentos na formação de cadeias produtivas na agroindústria: criação de riqueza na região provoca um salto positivo com a agregação de valor à produção agropecuária, consolidando arranjos produtivos diversificados e com bom desempenho.
- Papel importante na produção mineral legalizada e na utilização eficiente de sistemas logísticos de alto desempenho, incluindo as hidrovias.
- Chances de participar do abastecimento de demandas do mercado interno e internacional de alimentos, produtos agroindustriais e minérios, destacando-se a região como fronteira nacional de expansão de negócios, emprego e renda e na geração de saldos positivos na balança comercial.

⁷ Cláudio Porto, “Análise Prospectiva e construção de Cenários”, apresentada em seminário, Florianópolis, Santa Catarina, julho de 1999; Eletronorte, “Cenários Socioenergéticos da Amazônia 2000-2020, coordenado por Cláudio Porto, Fevereiro de 2001; Consórcio Booz Allen & Hamilton – UMAH, “Relatório de Impactos do Estudo dos Eixos da Amazônia”, 2002/2003, ainda não editado.

- Exploração sustentável do potencial de biodiversidade da Região por meio da aplicação dos conhecimentos científicos, tecnológicos e culturais específicos da Região com certificação ambiental internacionalmente reconhecida em setores como: produtos florestais, fitoterápicos e pesca. A economia é dinamizada pela biotecnologia e os novos arranjos produtivos locais (APLs) articulam a pesquisa e o conhecimento endógeno, a produção local de pequenos produtores organizados em sistemas de industrialização, distribuição e comercialização de padrão e abrangência internacionais.
- Integração produtiva entre os diferentes subespaços amazônicos e o chamado Mercoeste.
- Importante papel de integração nacional e sul-americana, com destaque para Peru e Bolívia, baseada no comércio internacional, no fluxo de capitais produtivos, na pesquisa e na segurança da região como um todo.
- Turismo de natureza ou ecoturismo como atividade econômica de atração global e promotora da sustentabilidade ambiental. O turismo (ecológico, de natureza e de lazer tradicional) torna-se um setor econômico de grande significado, aproveitando o recurso natural e o elevado grau de consciência nacional e internacional sobre a Amazônia. Com base em uma infra-estrutura turística adequada, passa a ser explorado de forma sustentável nos mais diversos ambientes amazônicos e é grande gerador de emprego e divisas para o País.
- A infra-estrutura de suporte ao desenvolvimento da região é implantada, com gás natural e hidroeletricidade, incluindo fontes de outros países vizinhos. Presença de hidrovias integrando centros urbanos e pequenas comunidades articuladas a um sistema portuário fluvial capaz de escoar a produção regional. Redes de telecomunicações abrangentes com fins de desenvolvimento humano, atendimento a mercados nacionais e de exportação, assim como para a segurança e autonomia regional.
- Rede urbana regional organizada e articulada em centros regionais e sub-regionais, provedores de bens e serviços, e integrando centros locais e populações ribeirinhas de forma adequada. Nos centros mais destacados da rede urbana, como Porto Velho, as atividades produtivas respondem ao novo mercado urbano.

n.2) Cenário Desejável em termos da Sustentabilidade Social

- Resgate da cultura e conhecimento tradicionais dos povos nativos e população local, com importante efeito diferenciador de produtos e de inclusão social.
- Melhoria significativa dos indicadores de desenvolvimento humano e social dos centros urbanos e das populações ribeirinhas com acesso da maioria da população aos serviços públicos fundamentais de saúde, educação e segurança.
- Universalização do Ensino Fundamental e ampliação do acesso ao Ensino Médio e Superior, com uso inovador de tecnologias de ensino a distância, apropriadas à região.
- Definição, demarcação e garantia da integridade das terras destinadas aos povos indígenas.
- Regularização e aprimoramento da situação fundiária da região, estabelecendo um novo padrão de uso do solo, adequado às características dos sistemas de exploração sustentável para os diferentes sistemas produtivos locais.
- Inclusão produtiva das populações tradicionais, por meio de sistemas produtivos sustentáveis e adequados.

n.3) Cenário Desejável em termos da Sustentabilidade Ambiental

- Preservação, conservação e uso sustentável dos recursos naturais renováveis tornam-se a força motriz da região. Ênfase em projetos de exploração econômica do patrimônio natural em bases sustentáveis e de caráter inclusivo.
- Controle da degradação ambiental, com efetiva implantação dos zoneamentos ecológico-econômicos garantindo a manutenção da biodiversidade da região.
- Aprimoramento do controle da ocupação e uso do solo e dos demais recursos naturais da região, onde o Projeto SIVAM (Sistema de Vigilância da Amazônia) tem um importante papel, com observância da legislação.
- Controle da atividade garimpeira difusa e clandestina e recuperação ambiental em áreas mineradas, com sua reinserção na paisagem.
- Adequação da gestão dos recursos hídricos em seus aspectos qualitativos e quantitativos, com controle da qualidade das águas e de seus diversos usos, evitando a instalação de conflitos decorrentes de sua utilização.
- Implantação de saneamento básico e ordenamento do uso do solo urbano, com controle dos índices de impermeabilização, nos centros urbanos.
- Controle e prevenção de processos de desflorestamento e de queimadas através de programas de fiscalização, assistência e extensão rural, incentivo a uma produção mais intensiva, ao uso sustentável das reservas legais das propriedades rurais, educação ambiental, entre outros, em um trabalho conjunto dos governos estadual, municipal e ONGs.

n.4) Cenário Desejável em termos da Sustentabilidade Institucional

- A matriz institucional da esfera governamental se fortalece considerando suas competências e exercendo suas funções de provedora de bens e serviços e fiscalizadora de atividades.
- A população da região, apesar de sua dispersão geográfica, tem uma participação política crescentemente ativa, fruto de disseminação maior da educação, informação e dos meios de comunicação como estratégia fundamental de integração, segurança e desenvolvimento regional. Utilização intensiva da informática.
- As ONGs ambientalistas e sociais são fortalecidas e exercem um papel de conscientização regional, nacional e internacional em prol da defesa do meio ambiente, sendo um instrumento importante para viabilizar a captação de recursos para o desenvolvimento sustentável da região e o aprimoramento da qualidade de vida de sua população.
- Os projetos de desenvolvimento ensejam uma articulação importante de parcerias público-privadas para a viabilização da infra-estrutura, aplicação do conhecimento e estabelecimento dos marcos legais e institucionais necessários para a sua consecução eficaz.

o) Pressupostos Básicos

Na análise prospectiva, trabalhou-se com um campo de variação amplo com grandes limites e contornos, onde se acredita poder-se-á inserir a trajetória de evolução da região de estudo. Procurou-se, ainda, ter algum conhecimento e controle sobre os efeitos que o Complexo internalizará na região, no sentido de evidenciar os mecanismos maiores de sua evolução.

Esse futuro foi tratado num horizonte temporal 2020, quando se espera que os efeitos principais do Complexo do Rio Madeira, com todos os seus componentes já estejam em processo de internalização e/ou efetivação.

Considerando as análises realizadas, podem-se estabelecer os seguintes pressupostos:

p) Empreendimento Altamente Transformador

A dinâmica de desenvolvimento do País caminha no sentido de uma maior integração de sua região amazônica e continental. A porção meridional, particularmente, se desenvolve e tende a uma maior inserção comercial e produtiva, sempre na busca da sustentabilidade de tal processo.



Fonte: Furnas/Odebrecht

Nesse contexto, um consórcio formado por empresas públicas e privadas tem condições econômicas e institucionais para implantar, ainda na presente década, parte importante do Complexo do Rio Madeira: as usinas Jirau e Santo Antônio e suas eclusas. Na seqüência, deverá ser construída a Usina Binacional Brasil-Bolívia e, posteriormente, a internacional, possibilitando, com as respectivas eclusas, a navegação na bacia do rio Madeira, em praticamente toda a sua extensão.

Desse modo, o conjunto de empreendimentos, visando à geração de energia para a região e o País e à viabilização de 4.000 km de hidrovias, é altamente transformador da dinâmica econômica, constituindo o pressuposto básico de todo o trabalho.

q) Papel Relevante das Bacias Hidrográficas Amazônicas na Geração Elétrica

O planejamento energético de longo prazo do Setor Elétrico Brasileiro parte do princípio de que a Bacia Amazônica continuará a participar do processo de geração de energia, dada a possibilidade de suprimento na forma de grandes blocos.

A expectativa e a necessidade de crescimento da economia brasileira para as próximas décadas gerarão uma demanda de energia elétrica, impondo expansão da oferta. Esse fato implicará, nas atuais condições do Setor Elétrico brasileiro, a continuidade da participação hidrelétrica na matriz e a necessidade de utilização das bacias amazônicas em maior ou menor grau.

Nesse sentido, já se incorpora a UHE Belo Monte no Plano Decenal 2003-2012 e, certamente, as UHEs do Complexo do Rio Madeira serão incluídas nesse Plano. Ou seja, prepondera no Setor Elétrico brasileiro a avaliação de que tais aproveitamentos serão necessários para o atendimento da demanda futura de energia, considerando, também, o processo crescente de inclusão social.



Acrescentem-se ainda os efeitos positivos sobre a confiabilidade geral do Sistema Elétrico nacional, dado que passará a operar com distintos regimes hídricos existentes entre as bacias amazônicas e as do restante do País.

r) Papel Suplementar das Fontes Alternativas na Provisão de Energia Elétrica

Fontes alternativas de energia são limitadas no atendimento à demanda nacional, embora possam ser relevantes local ou mesmo regionalmente.

Para poderem ter algum papel mais expressivo, mudanças de paradigma, de trajetórias tecnológicas, de cultura empresarial, entre outras, teriam que ocorrer num horizonte temporal relativamente curto.

Além disso, a sociedade terá que arcar com os custos maiores desses novos paradigmas de geração implantados em larga escala, de modo a poder prescindir das gerações hidrelétricas.



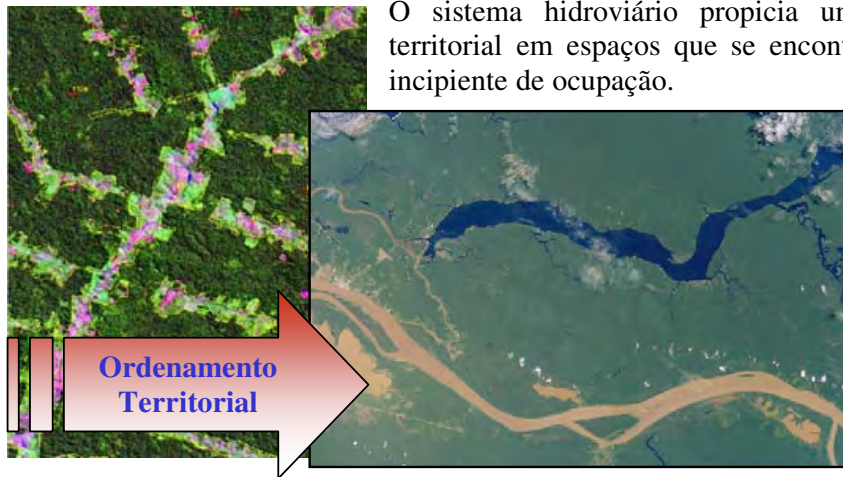
s) O Complexo como Novo Paradigma Tecnológico

A utilização de turbinas-bulbo para a geração de energia pelo aproveitamento do volume e velocidade das águas do rio Madeira constitui novo paradigma para a exploração do grande potencial energético da Bacia Amazônica.



Essa tecnologia traz ganhos ambientais, uma vez que não exige grandes desníveis para geração de energia, reduzindo as áreas alagadas; portanto, trabalha com baixa queda e eclusa.

t) Papel Estruturante de Hidrovias na Região Amazônica: Infra-Estrutura Básica para o Ordenamento Territorial



O sistema hidroviário propicia um melhor ordenamento territorial em espaços que se encontram em processo ainda incipiente de ocupação.

Esse aspecto decorre da possibilidade de controle de acessibilidade maior na hidrovia em relação às rodovias.

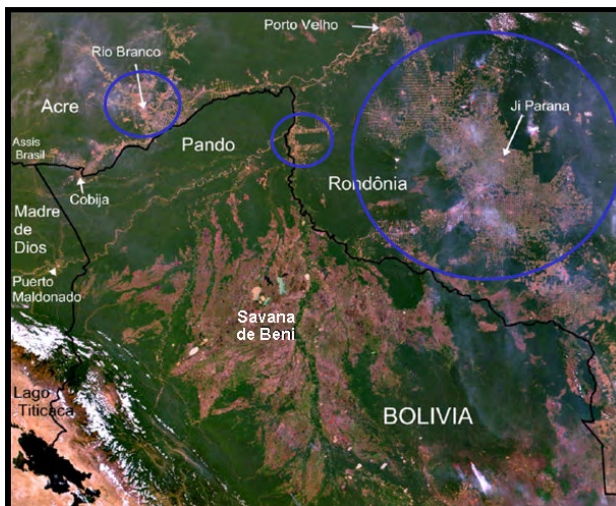
u) Inexorabilidade da Integração Física da América do Sul

A inserção das UHEs do Complexo do Rio Madeira tem implicações para a integração física da América do Sul, permitindo alternativas bioceânicas de interligação física de energia, de transportes e de comunicações.

A partir dessa integração, antevê-se forte expansão da articulação comercial, dando base para perpetuar a integração de capitais produtivos entre os países.



v) Inexorabilidade do Avanço da Ocupação



Antevê-se que processos não sustentáveis econômica, social e ambientalmente presentes na região tendem a se manter e mesmo se intensificar, dada a lógica da ocupação extensiva associada aos grãos e à pecuária, bem como à ação de grileiros.

Chances de conversão para uma situação de sustentabilidade precisam de atitudes pró-ativas dos diversos atores institucionais envolvidos, no sentido do planejamento e da efetiva implementação das ações planejadas.

w) Crescente Valorização dos Serviços Ambientais dos Ecossistemas



Experiências recentes bem-sucedidas de uso de matérias florestais e de outros ecossistemas têm incentivado sistemas inovadores de tecnologia que agregam valor a esses produtos.

Há uma busca para elevar o patamar tecnológico do extrativismo, por meio de adoção de técnicas de manejo florestal, assim como uma valorização de produtos certificados.

Isso se constitui em uma alternativa econômica para a exploração do bioma amazônico, etc.

x) Fortalecimento de Processos de Participação e de Compromisso Social



A aplicação da AAE exige uma forte participação social que busca, o mais cedo possível, discutir e alinhar posições, permitindo posteriormente, estabelecer acordos de como tratar as questões ambientais, socioeconômicas e institucionais na região para a inserção adequada e sustentável do Complexo.

Como desdobramento dessa participação, entende-se que há chances de um fortalecimento institucional, garantindo maior governança local.

y) Pressuposto sobre a Segurança Nacional

A existência do Complexo do Rio Madeira gerará maior presença econômica e institucional numa região de fronteira, incrementando a Segurança Nacional e permitindo maior controle de atividades ilegais, como o narcotráfico.