

**Universidade Federal
do Pará**



ALESSANDRA GUIMARÃES HARTZ

**ANÁLISE DO ACÚMULO DE MATERIAIS
ORGÂNICOS NAS ESTRUTURAS NAVAIS DOS
TERMINAIS HIDROVIÁRIOS: ELEMENTOS PARA
GESTÃO PORTUÁRIA E AMBIENTAL.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL E PROCESSOS
CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

Dissertação orientada pelo Professor Doutor Ronaldo L. R. Mendes

**Belém – PA
2014**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

ALESSANDRA GUIMARÃES HARTZ

**ANÁLISE DO ACÚMULO DE MATERIAIS ORGÂNICOS NAS
ESTRUTURAS NAVAIS DOS TERMINAIS HIDROVIÁRIOS:
ELEMENTOS PARA GESTÃO PORTUÁRIA E AMBIENTAL.**

**Belém – PA
2014**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

ALESSANDRA GUIMARÃES HARTZ

**ANÁLISE DO ACÚMULO DE MATERIAIS ORGÂNICOS NAS
ESTRUTURAS NAVAIS DOS TERMINAIS HIDROVIÁRIOS:
ELEMENTOS PARA GESTÃO PORTUÁRIA E AMBIENTAL.**

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo L. R. Mendes

Belém – PA
2014

ANÁLISE DO ACÚMULO DE MATERIAIS ORGÂNICOS NAS ESTRUTURAS NAVAIS DOS TERMINAIS HIDROVIÁRIOS: ELEMENTOS PARA GESTÃO PORTUÁRIA E AMBIENTAL.

ALESSANDRA GUIMARÃES HARTZ

Dissertação submetida para banca de qualificação ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano (PPCS), com área de concentração Processos e Gestão Ambiental do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC-UFPA).

Aprovada em de 2014.

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
(Coordenador do PPCS)

Prof. Dr. Ronaldo L. R. Mendes
(Orientador – UFPA)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha
(Examinador Interno – UFPA)

Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite
(Examinador Externo – ITEGAM)

Dedicatória

Dedico a finalização deste trabalho e do mestrado ao meu amado esposo Vitor Kikuda.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus Pai todo poderoso, pelo “Caminho, Verdade e Vida”.

Ao meu esposo Vitor Kikuda e minha filha Ana Clara Kikuda pela força, apoio e credibilidade constante.

Aos meus queridos pais João Luiz Hartz (*in memoriam*) e Vanuza Hartz, pela educação, conselhos e ensinamentos que me guiam constantemente na vida profissional e familiar.

A Universidade Federal do Pará- UFPA, a todos os professores do curso, em especial ao Dr. Ronaldo Mendes, meu orientador, pela orientação com excelência.

Ao Instituto Galileo da Amazônia – ITEGAM, Dr.Jandecy Cabral Leite e Tereza Filipe, por proporcionar o curso de mestrado e apoio durante todo o trajeto.

Ao Exército Brasileiro, pela oportunidade da realização profissional propiciada pelo trabalho nesta tão nobre e gratificante causa , a busca do conhecimento.

Meu especial agradecimento a todas as pessoas que colaboraram de forma direta e indireta para realização e divulgação deste trabalho.

"É preferível lançar-se à luta, mesmo arriscando-se ao insucesso, do que formar fila com aquelas almas mesquinhas e desmotivadas, que não sofrem nem gozam muito; estas quiçá não conheçam o amargo da derrota, porém é certo que não conhecem o sabor da vitória"*

Franklin Roosevelt

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal realizar diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, já instalados. Isto ocorre em virtude dos projetos das obras em questão não levarem em consideração o sistema hídrico fluvial e a geografia da região. Diante do desafio, foram elaborados projetos exclusivos para as diversas localidades beneficiadas, sejam elas obras civis ou fluviais (cais flutuante, pontes móveis, entre outros). Muitos desses Terminais estão em fase de construção, e outros já se encontram instalados e operando, porém, vêm enfrentando, em especial no período de cheias, um problema que está preocupando os operadores dos terminais, a população e as autoridades, qual seja: o acúmulo de matéria orgânica nas obras fluviais. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho foi à pesquisa bibliográfica e documental. Diante deste contexto, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União.

Palavras-chave: Terminais Hidroviários, acúmulo de matérias, danos ambientais.

ABSTRACT

This study aimed to report some environmental damage it has caused failures in naval structures Waterway Terminals in some municipalities of Amazonas, resulting from the accumulation of organic residues . This occurs because the designs of the works in question does not take into consideration the inland water system and the geography of the region. Before the challenge, exclusive designs were developed for the various localities benefited, whether civil or river works (floating docks , pontoon bridges , etc.) . Many of these terminals are under construction, and others are already installed and operating, however, are facing, particularly in the period of flooding, a problem that is worrying the terminal operators, the population and the authorities, namely : the accumulation of organic matter in the river works . The methodology used for the development of this work was the literature and documents. Given this context, the authorities should seek to designers with efficient solutions to the environmental damage caused by the accumulation of organic materials in the structures of the terminals. Should also alert to future projects to be executed in such problematic faced. An immediate, efficient and low financial impact solution is required the Union.

Key-words: Waterway Terminals, accumulation of materials, environmental damage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia Amazônica.....	19
Figura 2: Divisor de águas.....	21
Figura 3: Desenho de bacia hidrográfica.....	24
Figura 4: Exemplos de padrões de drenagem.....	26
Figura 5: Exemplo de classificação das ordens dos cursos d'água em um sistema hidrográfico conforme ordenação de Strahler.....	29
Figura 6: Esquema de funcionamento da batimetria em tempo real.....	30
Figura 7: Esquema de Funcionamento da Estação Móvel.....	31
Figura 8: tipos de transportes de matérias.....	37
Figura 9: Fluxograma de metodologia da pesquisa.....	44
Figura 10: Terminais Portuários do Estado do Amazonas.....	45
Figura 11: Manacapuru – AM.....	46
Figura 12: Vista de perfil do terminal de Manacapuru/AM.....	47
Figura 13: Material acumulado nos flutuantes intermediários, cabos e flutuante principal.....	47
Figura 14: Cotas máximas anuais do rio Negro atingidas na estação de Manaus. Em amarelo a cota de atenção e em vermelho a de emergência.....	48
Figura 15: Batimetria do Porto de Manacapuru.....	50
Figura 16: Localização do município de Manicoré/AM.....	52
Figura 17: Porto de Manicoré/AM com acúmulo de material orgânico represado nas proximidades do cais.....	52
Figura 18: Região portuária do município de Manicoré/AM.....	53
Figura 19: Vista de perfil do terminal de Manicoré/AM.....	53
Figura 20: Localização da Bacia do Rio Madeira.....	54
Figura 21: Bacia do Rio Madeira e seus principais rios formadores.....	55
Figura 22: Hidrografia do Rio Madeira.....	56
Figura 23: Operação do ecobatímetro em embarcação.....	58
Figura 24: Localização do município de Parintins/AM.....	60
Figura 25: Vista de perfil do terminal de Parintins-AM.....	61
Figura 26: Terminal portuário do município de Parintins – AM em condição de enchente.....	61
Figura 27: Planta de batimetria do Porto de Parintins.....	64
Figura 28: Subáreas do Porto de Parintins/AM.....	64
Figura 29: Localização do município de Humaitá – AM.....	66
Figura 30: Vista do perfil do terminal portuário do município de Humaitá – AM.....	67
Figura 31: Terminal portuário do município de Humaitá–AM.....	67
Figura 32: Porto de Humaitá/AM.....	70
Figura 33: Flutuantes e sistema de ancoragem no Porto de Humaitá/AM.....	71
Figura 34: Acúmulo de material vegetal nos cabos – Porto de Humaitá/AM.....	71
Figura 35: Acúmulo de material vegetal nos cabos – Porto de Humaitá/AM.....	72
Figura 36: Retirada do material vegetal – Porto de Humaitá/AM.....	72
Figura 37: Retirada do material vegetal – Porto de Humaitá/AM.....	72
Figura 38: Embarcação auxiliando na remoção do material vegetal.....	73
Figura 39: Dificuldades na retirada do material – Porto de Humaitá/AM.....	73
Figura 40: Porto de Manacapuru/AM.....	74
Figura 41: Flutuante do Porto de Manacapuru/AM.....	74

Figura 42: Incidente ocorrido no Porto de Manacapuru/AM.....	74
Figura 43: Porto de Manacapuru/AM.....	75
Figura 44: Porto de Manacapuru/AM.....	75
Figura 45: Material vegetal que desce pelo rio Solimões e atinge o Porto de Manacapuru/AM.....	75
Figura 46: Porto de Manacapuru/AM.....	76
Figura 47: Linhas de ancoragem danificadas – Cais instável.....	76
Figura 48: Ancoragem do Porto de Manacapuru/AM.....	76
Figura 49: Porto de Parintins/AM.....	77
Figura 50: Atracadouro no Porto de Parintins/AM.....	77
Figura 51: Novo Porto de Parintins/AM.....	78
Figura 52: Porto de Parintins/AM.....	79
Figura 53: Flutuante do Porto de Parintins/AM.....	79
Figura 54: Estrutura do Porto de Parintins/AM.....	79
Figura 55: Acúmulo de materiais orgânicos no Porto de Parintins/AM.....	80
Figura 56: Materiais acumulados no Porto de Parintins/AM.....	80
Figura 57: Lançamento de efluentes (erosão) – Porto de Parintins/AM.....	80
Figura 58: Lançamento de efluentes (erosão) – Porto de Parintins/AM.....	81
Figura 59: Cidade de Manicoré/AM.....	81
Figura 60: Acúmulo de madeira e vegetação nos cabos e flutuantes.....	83
Figura 61: Material acumulado no flutuante intermediário.....	83
Figura 62: Embarcação realizando o trabalho de remoção do entulho.....	83
Figura 63: Avaria no mancal de apoio devido ao acúmulo de entulho.....	84
Figura 64: Colapso na estrutura do mancal.....	84
Figura 65: Acúmulo de materiais na estrutura do Terminal de Parintins/AM.....	85
Figura 66: Pontes Metálicas do Terminal de Manacapuru/AM foram deslocadas devido ao acúmulo demateriais.....	85
Figura 67: Retirada manual do material vegetal no Terminal de Humaitá/AM.....	85
Figura 68: Terminal de Parintins - Condição de enchente.....	86
Figura 69: Matéria orgânica na proa do flutuante principal.....	86
Figura 70: Troncos e vegetação presos na treliça da ponte.....	87
Figura 71: Equipe de limpeza do terminal de Parintins/AM.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Nível d'água máximo e a cota nível d'água mínimo.....	58
Quadro 2: Nível d'água máximo e a cota nível d'água mínimo.....	68

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

PND – Programa Nacional de Dragagem

TCU – Tribunal de Contas da União

DEC – Departamento de Engenharia e Construção – Exército Brasileiro

CODOMAR – Companhia de Docas do Maranhão

AHIMOC – Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

PETCON – Planejamento em transporte e consultoria

SEINF – Secretaria de Estado de Infraestrutura

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivos.....	17
1.2. Objetivos Específicos	17
1.3. Estruturação da dissertação.....	17
CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. HIDROLOGIA, HIDROGRAFIA, BATIMETRIA E PROJETOS PORTUÁRIOS DOS RIOS AMAZONAS E MADEIRA.....	18
2.1.1 Hidrologia dos rios na Amazônia	18
2.1.2 Conceitos e classificações	23
2.1.3 Variação dos cursos d'água	25
2.1.3.1 Hierarquia Fluvial	28
2.1.4 Batimetria dos projetos.....	29
2.2. Deposição de materiais nas encostas	32
2.3. Acúmulo de matéria orgânica nos portos	34
2.4. Manutenção do acúmulo de materiais	36
CAPÍTULO III – METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO.....	39
3.1. Especificação da Problemática.....	39
3.2. Caracterização da Pesquisa	39
3.3. Delineamento da Pesquisa.....	40
3.4. Operacionalização da Pesquisa	43
3.5. Design da pesquisa.....	44
CAPÍTULO IV - TERMINAIS PORTUÁRIOS DOS MUNICÍPIOS DE MANACAPURU, MANICORÉ, PARINTINS E HUMAITÁ NO AMAZONAS.....	45
4.1. Terminal hidroviário de Manacapuru-AM.....	45
4.1.1 Hidrologia do Rio Solimões	47
4.1.1.1 Batimetria	48
4.1.1.1.1 Descrição das réguas de marés.....	49
4.1.1.1.2. Descrição das referências de nível	49
4.1.1.1.3 Informações complementares.....	50
4.2. Terminal Hidroviário de Manicoré – AM.....	51
4.3. Hidrologia do Rio Madeira	54
4.3.1 Batimetria	57

4.3.1.1	Variação do nível d'água	58
4.3.1.2	Velocidade de corrente	59
4.3.1.3	Condições de navegabilidade na área portuária	59
4.3.1.3.1	Correntes	59
4.3.1.3.2	Bancos submersos	59
4.3.1.3.3	Dragagens.....	59
4.3.1.3.4	Áreas de Ante-Porto	59
4.4	Terminal Hidroviário de Parintins – AM	59
4.4.1	Hidrologia do Rio Amazonas	62
4.4.1.1	Identificação de estação fluviométrica	63
4.4.1.2	Localização.....	63
4.4.1.2.1	Entidades	63
4.4.1.2.2	Coordenadas	63
4.4.2	Batimetria.....	64
4.5	Terminal Hidroviário de Humaitá – AM	66
4.5.1	Batimetria.....	68
4.5.1.1	Variação do nível d'água	68
4.5.1.2	Velocidade de corrente	69
4.5.1.3	Condições de navegabilidade na área portuária	69
4.5.1.3.1	Correntes	69
4.5.1.3.2	Bancos submersos	69
4.5.1.3.3	Dragagens.....	69
4.5.1.3.4	Áreas de Ante-Porto	69
CAPÍTULO V – GESTÃO AMBIENTAL DOS TERMINAIS HIDROVIÁRIOS		70
5.1	Limpeza manual e mecanizada.....	70
5.1.1	Porto de Humaitá / AM	70
5.1.2	Porto de Manacapuru - AM.....	73
5.1.2.1	Problemas identificados	75
5.2.3	Porto de Parintins/AM.....	77
5.2.3.1	Problemas identificados	78
5.2.4	Porto de Manicoré - AM.....	81
5.2.4.1	Problemas identificados	81
CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES		88
REFERÊNCIAS		90
ANEXOS.....		96

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal realizar diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, já instalados.

Segundo Marcos Júnior (2012), os portos tem grande influencia no desenvolvimento econômico e social de uma região. Sendo necessário planejar a gestão ambiental visando ter o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas, com objetivo sempre de manter nos níveis mais baixos possíveis o grau de interferência e de poluição da área.

Essas áreas portuárias tem em comum, um grande acúmulo de materiais orgânicos em suas estruturas que dificultam certas atividades relacionadas embarque e desembarque de cargas e passageiros.

De acordo Marcos Júnior (2012), os portos movimentam uma grande quantidade de cargas e passageiros, faz-se necessário adotar medidas que visem o tratamento das questões ambientais, englobando a proteção do meio ambiente no qual a instalação está inserida, promovendo o controle dos seus impactos, evitando-os quando possível, mitigando-os e compensando-os sempre que necessário.

Entre os modais de transporte de carga pesada, a hidrovia além de constituir-se na de menor relação custo-benefício, é a que, tradicionalmente, apresenta menor nível de alteração ambiental, o que vem a agregar às suas vantagens de ordem econômico-financeiras outras de ordem ecológico-ambientais. Isso se deve, na sua maioria, ao fato de o caminho já estar “naturalmente definido”: o leito do rio. Não havendo necessidade de se “rasgar” o ambiente, como acontece com uma rodovia ou ferrovia, o custo ambiental do transporte hidroviário tende a ser bastante compensador (BRASIL, TCU, 2002).

A justificativa do trabalho se deu porque na maioria dos municípios do Estado do Amazonas não possui acesso rodoviário. Alguns deles possuem um aeroporto nem sempre com boas condições de uso. A maior concepção de transporte encontra-se no modo aquaviário, tanto para o transporte de passageiros como para o transporte de carga e abastecimento. Por esse motivo, a importância de se ter instalações portuárias adequadas para cada perfil de utilização, haja vista a região norte ser integrada por florestas tropicais recortadas por cursos d'água navegáveis, aptos a serem utilizados como hidrovias (SANCHES, 2008).

O Regime hidrológico, velocidade das correntezas, variação da lamina d'água fazem com que a construção de empreendimentos as margens dos rios amazônicos sejam um desafio

para todos os profissionais do meio. E nada melhor que os profissionais da região amazônica, profundos conhecedores das “armadilhas” da natureza, para dizem como se deve fazer (SANCHES, 2008).

1.1.Objetivos

O objetivo geral foi realizar diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, já instalados.

1.2.Objetivos Específicos

Realizar levantamentos in loco para detectar as características dos resíduos acumulados nas estruturas navais dos Terminais Hidroviários;

Avaliar os memoriais descritivos dos projetos navais dos Terminais Hidroviários, bem como os estudos batimétricos e dados de cheias e vazantes;

Propor ações para resolver e/ou amenizar o dano ambiental causado pelo acúmulo de materiais nas estruturas navais dos Terminais Hidroviários.

1.3.Estruturação da dissertação

O presente trabalho está composto da seguinte estrutura:

No primeiro capítulo será abordada a introdução com alguns conceitos que serão utilizados no decorrer do assunto. Na sequência, as considerações iniciais referentes ao tema, após, se abordará a revisão bibliográfica, com breves considerações das literaturas especializadas sobre o assunto. O objetivo geral do trabalho também será visto neste item, seguindo pela metodologia, que explica os métodos que serão utilizados para desenvolver o tema, na sequência, a justificativa, que explica o porquê do tema.

No segundo capítulo, abordou-se sobre os terminais portuários dos municípios de Manacapuru, Manicoré, Parintins e Humaitá no Amazonas, ressaltando sobre as estruturas portuárias implantadas nesses interiores.

No terceiro capítulo, se verá a hidrologia e projetos portuários dos municípios de Manacapuru, Manicoré, Parintins e Humaitá no Amazonas.

CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. HIDROLOGIA, HIDROGRAFIA, BATIMETRIA E PROJETOS PORTUÁRIOS DOS RIOS AMAZONAS E MADEIRA.

O presente capítulo abordará algumas literaturas com seus devidos comentários sobre a hidrologia dos rios da Amazônia, também tratará sobre a Batimetria de projetos que analisa os relevos dos rios, ressaltando também a questões que surgiram com relação à instalação de portos, a problemática dos materiais que se depositam nos portos. Serão descritas a hidrologia dos rios Amazonas e Madeira e sua importância para a atividade fluvial, bem como alguns conceitos utilizados na pesquisa.

2.1.1 Hidrologia dos rios na Amazônia

Derivada da palavra grega *hydros* (água) e *logos* (ciência), a hidrologia designa, a ciência cujo objetivo é o estudo da água sobre a Terra, sua ocorrência, distribuição, circulação, propriedades e efeitos sobre o Ambiente (SANTOS et al, 2001 *apud* GLÓRIA, 2012, P. 25).

De acordo com o mesmo autor supracitado, a definição proposta pelo Conselho Federal de Ciências e Tecnologia, hidrologia, diz que, é a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua relação com o meio ambiente, incluindo as formas vivas com toda a água da Terra, distribuição e circulação, suas propriedades físicas e químicas, seu efeito sobre o meio ambiente e sobre todas as formas de vida.

Diante disso, o processo histórico desta ciência, conforme explica Tucci (2002) *apud* Glória (2012) se consolidou na segunda metade do século XX, por meio do desenvolvimento de programas de observação e quantificação sistemáticas dos processos que ocorrem no ciclo hidrológico.

A bacia do rio Amazonas (Figura 1), é a maior bacia hidrográfica do mundo. Com uma superfície de $6.1 \cdot 10^6 \text{ km}^2$, possui relevo e clima contrastantes. Compreende áreas que vão desde a Cordilheira dos Andes, com altitudes de até 6000 metros, onde é possível se encontrar porções de clima quase polar com temperaturas chegando por vezes a -25°C ; até a vasta planície fluvial (100-150 metros até o nível do mar), úmida e chuvosa, com temperaturas, em geral superiores aos $+25^\circ\text{C}$; passando pelos terrenos antigos dos escudos brasileiro e das guianas (de 100 até 3000 metros acima do nível do mar) (FILIZOLA et al. 2006).



Figura 1: Bacia Amazônica
 Fonte: Filizola, 2006.

Já para os autores Pacheco e Brandão (2012), a região Amazônica abriga no seu interior a maior rede hidrográfica e um complexo sistema fluvial. O rio Solimões/Amazonas é o principal canal coletor de águas da maior e mais volumosa bacia hidrográfica do mundo. Este ao modelar o relevo fluvial durante o seu percurso ao longo do perfil longitudinal influencia diretamente no meio ambiente.

De acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos que define a Região Hidrográfica Amazônica como sendo constituída pela Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas, localizada em território nacional, e pelas bacias hidrográficas da Ilha de Marajó e do Estado do Amapá. Portanto, a Região Hidrográfica diferencia-se da Bacia Hidrográfica por estar totalmente localizada em território brasileiro, abrangendo os estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima, Pará, Amapá e norte do Mato Grosso. Também ocupa uma área em torno de 3,8 milhões de quilômetros quadrados, e que corresponde 45% da área total do país (BRASIL, 2013).

A bacia amazônica representa a maior extensão de florestas tropicais da Terra, exercendo significativa influência no clima local e global, devido aos fluxos de energia e água na atmosfera. Presume-se que alteração dos ciclos da água, energia solar, carbono e nutrientes, resultantes da mudança no uso da terra na Amazônia possam provocar consequências climáticas e ambientais em escalas local, regional e global (NOBRE, et al, 2004).

A dinâmica do rio Solimões/Amazonas, na Amazônia brasileira apresenta variações de descargas que transportam fragmentos de sedimentos móveis, constituídos entre outros, de depósitos argilo-areno-limoso, tendo em algumas áreas de seus tributários (rio Madeira)

lentes de seixos, raramente, horizontes de arenito ferruginoso, material resultante da sua formação estrutural (TRICART, 1977 *apud* PACHECO; BRANDÃO, 2006).

No Amazonas, o cenário apresenta problemas ambientais, principalmente no que tange às bacias hidrográficas. Conforme Souza et al. *apud* Cardoso et al. (2006), os principais componentes – solo, água, vegetação e fauna – coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àqueles de natureza antrópica, afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais – bacias hidrográficas -, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas, no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes.

Os mesmos autores dizem ainda que, a importância da bacia hidrográfica está diretamente veiculada a sociedade e ao que existe ao seu redor, ou seja, ao ecossistema em questão. A partir dessa imensurável dependência que o homem tem no que se refere ao recurso natural, água, bem precioso e indispensável para os seres vivos, é que se fez necessário entender os conceitos, classificações e características das bacias hidrográficas.

De acordo com Coelho Neto (2001), bacia hidrográfica ou bacia de drenagem pode ser caracterizada como uma área da superfície terrestre definida topograficamente que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. Tal conceito abrange todos os espaços de armazenamento, de circulação e saídas de água e do material por ela transportado, que mantêm relações com esses canais.

Lima e Zakia (2000), acrescentam ao conceito geomorfológico da bacia hidrográfica, uma abordagem sistêmica. Para esses autores as bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, de forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

Uma bacia hidrográfica é uma área do terreno limitada de divisores que vertem toda a sua água para a rede de rios drenam (Figura 2). A bacia hidrográfica pode ter área pequena, como a de uma ravina ao redor de um riacho, ou pode ser uma grande região drenada por um rio principal e seus tributários.

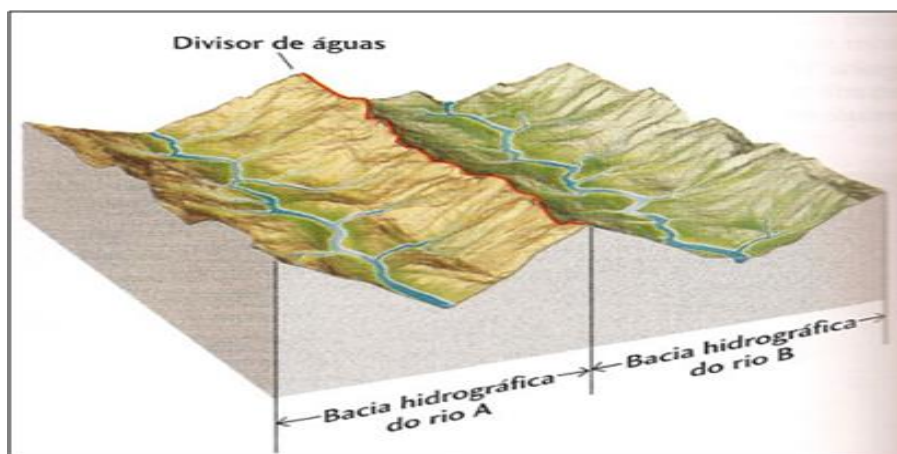


Figura 2: Divisor de águas.
Fonte: Press, etall. 2006.

Definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída (BORSATO&MARTONIapud TEODORO et al., 2007).

As definições relacionadas às subdivisões da bacia hidrográfica (sub-bacia e microbacia) apresentam diferenças nas abordagens que vão do físico ao ecológico. As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso principal (TEODORO et al., op.cit.). Para Santana (2003), bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos (TEODORO et al., 2007).

Dentro dessas subdivisões da bacia, aparece também na literatura o termo microbacia. Uma série de conceitos são aplicados na definição de microbacias, podendo ser adotados critérios como unidades de medida, hidrológicos e ecológicos (TEODORO et al., op.cit.).

Do ponto de vista da hidrologia, a classificação de bacias hidrográficas em grandes e pequenas não é vista somente na sua superfície total, mas considerando os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio, tendo as microbacias como características distintas uma grande sensibilidade tanto às chuvas de alta intensidade (curta duração), como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal). Sendo assim, as alterações na quantidade e qualidade da água de deflúvio, em função de chuvas intensas e ou função de mudanças no solo, são detectadas com mais sensibilidade nas microbacias do que nas grandes bacias.

Portanto, essa explicação contribui na distinção, definição e delimitação espacial de microbacias e bacias hidrográficas, sendo sua compreensão, crucial para a estruturação de programas de monitoramento ambiental, por meio de medições de variáveis hidrológicas, liminológicas, da topografia e cartografia e com o auxílio de sistemas de informações geográficas. Dessa forma, pode-se chegar a uma adequação espacial de microbacias e bacias hidrográficas (LIMA; ZAKIA, 2000 apud TEODORO et al., op.cit.).

Outro conceito importante atribuído a microbacias é o ecológico, que considera a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Esse conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais (LEONARDO, 2003 apud TEODORO et al., op.cit.).

As definições relacionadas às subdivisões da bacia hidrográfica (sub-bacia e microbacia) apresentam diferenças nas abordagens que vão do físico ao ecológico. As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso principal (TEODORO et al., op.cit.). Para Santana (2003), bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos (TEODORO et al., 2007).

Dentro dessas subdivisões da bacia, aparece também na literatura o termo microbacia. Uma série de conceitos são aplicados na definição de microbacias, podendo ser adotados critérios como unidades de medida, hidrológicos e ecológicos (TEODORO et al., op.cit.).

Do ponto de vista da hidrologia, a classificação de bacias hidrográficas em grandes e pequenas não é vista somente na sua superfície total, mas considerando os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio, tendo as microbacias como características distintas uma grande sensibilidade tanto às chuvas de alta intensidade (curta duração), como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal). Sendo assim, as alterações na quantidade e qualidade da água de deflúvio, em função de chuvas intensas e ou função de mudanças no solo, são detectadas com mais sensibilidade nas microbacias do que nas grandes bacias. Portanto, essa explicação contribui na distinção, definição e delimitação espacial de microbacias e bacias hidrográficas, sendo sua compreensão, crucial para a estruturação de programas de monitoramento ambiental, por meio de medições de variáveis hidrológicas, liminológicas, da topografia e cartografia e com o auxílio de sistemas de informações

geográficas. Dessa forma, pode-se chegar a uma adequação espacial de microbacias e bacias hidrográficas (LIMA; ZAKIA, 2000 *apud* TEODORO et al., op.cit.).

Outro conceito importante atribuído a microbacias é o ecológico, que considera a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Esse conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais (LEONARDO, 2003 *apud* TEODORO et al., op.cit.).

Calijuri e Babel (2006) *apud* Teodoro et al. (2007), adotam unidades hidrológicas e ecológicas para conceituar o termo microbacia hidrográfica. Para os autores, são áreas formadas por canais de 1ª e 2ª ordem e, em alguns casos, de 3ª ordem, devendo ser definida como base na dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos. As microbacias são áreas frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e observacional são fundamentais.

Numa bacia hidrográfica tem-se o canal principal e secundários. O canal principal é caracterizado pela convergência de toda a drenagem que forma a rede hidrográfica da bacia. Considera-se rede de canais ou rede fluvial o “padrão de drenagem constituído por um conjunto de canais fluviais (GUERRA & GUERRA, 1997).

De acordo com Andrade et al. (2010), os fenômenos hidrológicos apresentam uma aleatoriedade intrínseca devida à complexa interação e dependência entre inúmeros fatores que influenciam diversas fases do ciclo hidrológico. A análise de dados hidrológicos compreende um conjunto de métodos e técnicas que permitem extrair conclusões adequadas e úteis aos objetivos dos diferentes projetos hidrológicos. Os estudos hidrológicos envolvem principalmente o estudo de chuvas, eventos de chuvas intensas extremas ou ausência das mesmas em períodos longos (estiagem). A análise pluviométrica é de significativa importância para uma boa gestão de recursos hídricos, pois visa definir diretrizes de planejamento urbano e regional, além de contribuir diretamente no estudo dos fenômenos naturais no melhor entendimento da sua física e sua dinâmica.

2.1.2 Conceitos e classificações

A Lei Nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos tem como um de seus fundamentos a bacia hidrográfica, definindo-a como:

Art. 1 A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Diversas são as definições relacionadas a bacia hidrográfica que se assemelham ao conceito dado por Barrella (2001), que a define como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

Segundo Meneses (2007), bacia hidrográfica é a área de captação natural de água da precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, sua foz, seu exutório¹ (Figura 3).



Figura 3: Desenho de bacia hidrográfica.
Fonte: Meneses (2007).

1

Ponto de menor altitude de uma bacia hidrográfica, a foz do rio principal para onde converge todo escoamento superficial gerado no interior da bacia drenada por esse rio. Disponível em: <http://www.dicionarioinformal.com.br/exut%C3%B3rio/>, acessado em 18 set. 2013, as 15:00hrs.

O conceito “bacia hidrográfica” atualmente é uma das referências espaciais mais comuns nos estudos físico-territoriais ou de projetos, não só em função de suas características naturais, mas pelo fato dela estar presente em grande parte da legislação vigente no que diz respeito ao meio ambiente, fazendo parte, portanto, do planejamento territorial e ambiental no Brasil (RODRIGUES & ADADI, 2005).

2.1.3 Variação dos cursos d’água

Quanto ao escoamento global, Christofolletti (1980), classifica as bacias hidrográficas da seguinte maneira:

- a) Exorréicas: quando o escoamento se dá de modo contínuo e a desembocadura é no mar ou oceano, ou seja, no nível marinho;
- b) Endorréicas: quando o escoamento é interno, ou seja, ocorre no interior do continente sem o contato direto com o mar e o desaguadouro se dá em lago, reservatório, dissipa-se nas areias do deserto ou se perde nas depressões cársticas;
- c) Arréicas: quando é inexistente a estruturação em bacias hidrográficas, este tipo de escoamento é típico das áreas desérticas e em regiões onde a atividade dunária é intensa;
- d) Criptorréicas: quando o escoamento é subterrâneo. Este tipo de drenagem surge em fontes ou se integram a rios subaéreos.

Em relação aos padrões de drenagem, arranjo espacial dos cursos fluviais, ainda segundo Christofolletti (1980), estes se classificam em:

- a) Drenagem dendrítica: típica em rochas de resistência uniforme ou em estruturas sedimentares horizontais. Seu desenvolvimento é assemelhado ao de uma árvore, onde o rio principal representa o tronco da formação arbórea e os afluentes às ramificações. A união entre as correntes tributárias na maioria das vezes ocorre formando ângulos agudos (Figura 3);
- b) Drenagem treliça: as confluências se realizam em ângulos retos. Se compõem de rios

principais consequentes, correndo de forma paralela, que recebem tributários subsequentes que fluem de maneira transversal aos primeiros. Os subsequentes recebem tributários ressequentes e obsequentes. Este tipo de drenagem é encontrado em estruturas com falhas e nas cristas anticlinais. Podem ocorrer também em áreas de glaciações (Figura 3);

c) Drenagem retangular: assemelha-se a drenagem do tipo treliça, cuja diferença é dada pelas bruscas alterações retangulares no curso dos flúvios, tanto nos principais quanto nos afluentes. Este arranjo é consequente da influência exercida por falhas ou por sistema de juntas ou de diáclases. Em alguns casos a diferença na composição das camadas horizontais ou homoclinais está relacionada a existência desse arranjo (Figura 5);

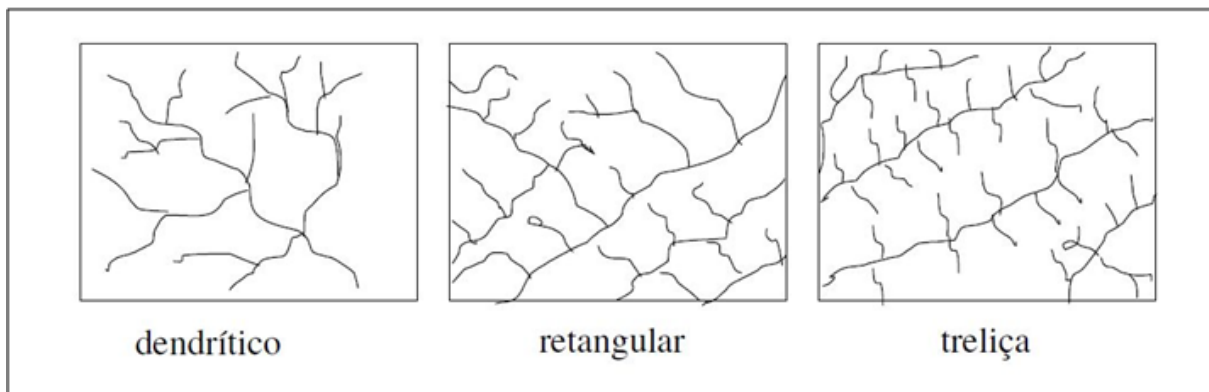


Figura 4: Exemplos de padrões de drenagem.
Fonte: Christofolletti (1980).

d) Drenagem paralela: quando os canais fluviais, em uma área considerável, escoam paralelamente. Este padrão ocorre em áreas com presença de declives acentuados onde existem controles estruturais que promovem a ocorrência de espaçamentos regulares paralelos dos cursos d'água;

e) Drenagem radial: compõe-se de cursos d'água em disposição semelhante a raios em relação a um ponto central. Desenvolve-se em vários embasamentos e estruturas. Dependendo da direção das correntes, pode ser de dois tipos: Centrífuga: os cursos divergem a partir de um ponto ou área elevada. Seu desenvolvimento ocorre em domos, cones vulcânicos, morros isolados, etc. Centrípeta: os cursos convergem para um ponto central, localizado em área mais rebaixada. Desenvolve-se em bacias sedimentares periclinais, crateras vulcânica e depressões topográficas;

f) Drenagem anelar: este arrançamento é assemelhado à forma de anéis. Ocorre em áreas dômicas com entalhes profundos e em estruturas com camadas rígidas e frágeis;

g) Drenagens desarranjadas ou irregulares: este padrão se caracteriza pela desorganização na drenagem por um bloqueio ou erosão. Individualmente, os rios e canais são, também, passíveis de classificação.

Considerando o escoamento hídrico conforme a inclinação das camadas geológicas, descrita por Christofolletti (1980), os rios se classificam da seguinte forma:

a) Consequentes: são aqueles que escoam seguindo a declividade da superfície, que na maioria obedece à direção da inclinação principal das camadas;

b) Subsequentes: são aqueles em que o escoamento é controlado pela estrutura rochosa, acompanhando uma área de fraqueza;

c) Obsequentes: são aqueles que escoam de maneira oposta à inclinação das camadas ou à inclinação original dos rios consequentes;

d) Ressequentes: são aqueles que possuem o mesmo comportamento dos rios consequentes, porém, com cabeceira em área mais rebaixada;

e) Insequentes: ocorre quando não há um controle estrutural preestabelecido e o fluxo escoam com particularidades da morfologia, seguindo várias direções.

Referente à configuração dos canais, ou seja, aos tipos de canais, Guerra e Cunha (1998), comentam que a fisionomia que exhibe ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como retilínea, anastomosada e meândrica, constituindo ao chamado padrão de canais. Essa geometria do sistema fluvial resulta no ajuste do canal à sua seção transversal e reflete o interrelacionamento entre as variáveis descarga líquida, carga sedimentar, declive, largura e profundidade do canal, velocidade do fluxo e rugosidade do leito.

Mais raros na natureza, os canais retilíneos possuem pequena extensão, exceto aqueles situados em locais de linhas tectônicas, em planícies de restingas e planícies deltaicas. A condição básica para a existência de um canal reto está associada a um leito rochoso

homogêneo que oferece igualdade de resistência à atuação das águas (GUERRA & CUNHA, 1998).

Os mesmos autores dizem ainda que, os canais anastomosados se caracterizam pela subdivisão em múltiplos canais que se reencontram. Tais canais são separados por ilhas assimétricas e barras arenosas. Isso ocorre devido à grande quantidade de carga de fundo que ao se juntar com a flutuação das descargas originam ramificações. Este tipo de padrão é estabelecido pela existência de condições básicas como disponibilidade da carga do leito, a variabilidade do regime fluvial e a existência de contraste topográfico acentuado.

Mais frequentes na natureza, o padrão meândrico é encontrado em áreas úmidas com presença de mata ciliar. Nele são descritas curvas sinuosas harmônicas e semelhantes entre si. Podem ser enumeradas como causa para sua ocorrência a existência de sedimentos com granulação móvel e não soltos, escoamento regular e contínuo, carga em suspensão e de fundo em quantidade proporcional. A fisionomia meândrica indica um estado de equilíbrio no canal, entre suas variáveis hidrológicas, porém, este pode ser alterado devido a um distúrbio na área, como antropismo, por exemplo. Existem outras classificações de padrões de canais, no entanto, nada mais são que subdivisões da classificação acima descritas e que apenas a ampliam (GUERRA; CUNHA, 1998).

2.1.3.1 Hierarquia Fluvial

A hierarquia fluvial é a classificação de um determinado curso d'água na delimitação total da bacia. Em 1945, Horton *apud* Christofoletti (1980) apresentou os critérios iniciais para ordenação dos cursos d'água. Ainda conforme o autor citado acima, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e, também, os de ordem inferior; e assim sucessivamente.

Na ordenação de Horton, o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem desde a sua nascente. Para a determinação de suas ordens deve-se seguir as regras: a) partindo da jusante da confluência, estender a linha do curso d'água para montante, para além da bifurcação, seguindo a mesma direção. O canal confluyente que apresentar maior ângulo é o de ordem menor; b) se ambos os cursos possuem o mesmo ângulo, o rio de menor extensão é geralmente designado como de ordem mais baixa. O processo de refazer a numeração deve ser efetuado a cada confluência com ordem mais elevada, até que o canal de enésima ordem

se estenda desde a confluência final até a nascente do tributário mais longo.

Strahler (1952) modificou o critério introduzido por Horton. Para Strahler, os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem na confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários da ordens inferiores. E assim sucessivamente (Figura 6).

Na ordenação de Strahler (1952) é eliminado o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência. A proposição introduzida por Strahler é a mais amplamente utilizada, em virtude do caráter descritivo e do relacionamento com as leis da composição de drenagem (CHISTOFOLETTI, 1980).

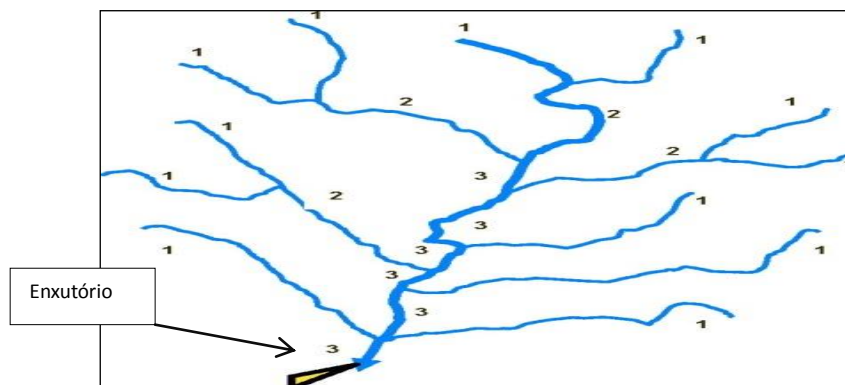


Figura 5: Exemplo de classificação das ordens dos cursos d'água em um sistema hidrográfico conforme ordenação de Strahler.
Fonte: Chistofolletti, 1980.

2.1.4 Batimetria dos projetos

Neste item será apresentado conceitos e definições importantes para dar seguimento ao presente trabalho. Esta área segmenta-se com as tecnologias de última geração, mesmo porque a coleta de dados transporta-se até via satélite para serem analisados em outros ambientes científicos.

Atualmente houve um grande aumento no interesse do meio ambiente no estudo de impacto de áreas submersas, particularmente nos rios, onde a ocupação já é notória o

crescimento das populações ribeirinhas. Diante desse contexto, se vê a necessidade de fazer estudos sobre as profundezas dos rios, a utilização da técnica de batimetria, que segundo Pereira (2008), é a ciência para determinação e representação gráfica do relevo de fundo de áreas submersas. (mares, lagos, rios). É expressa cartograficamente por curvas batimétricas que unem pontos da mesma profundidade, à semelhança das topográficas. Para executar tal prática, são necessárias uma ou duas embarcações, onde a maior deverá conter os equipamentos que serão utilizados para a medição com no mínimo dois tripulantes, e a outra embarcação movimentará o pessoal de apoio e equipamentos (RIBEIRO, 2008).

O mesmo autor ressalta ainda que, para o funcionamento existe o princípio fundamental de um ecobatímetro que é a transmissão vertical de um feixe de ondas sonoras ou ultra-sonoras por um emissor instalado na embarcação de sondagem, chamado transdutor. As ondas sonoras emitidas pelo transdutor atravessam o meio líquido e atingem o fundo. Parte da energia refletida, o eco, retorna à superfície, onde é detectada pelo transdutor, o tempo decorrente da emissão e recepção da onda sonora é então medido pelo ecobatímetro. Conhecendo-se a velocidade de propagação do som na água é possível medir a profundidade. A profundidade medida é tecnicamente conhecida como 'sondagem'.

De acordo com a Companhia de Docas do Maranhão - CODOMAR(2006), o sistema de posicionamento diferencial em tempo real, apresentado na figura 4, consiste no envio das correções pelos satélites componentes do sistema OhmniStar ao GPS (Figura 6) instalado a bordo da embarcação.

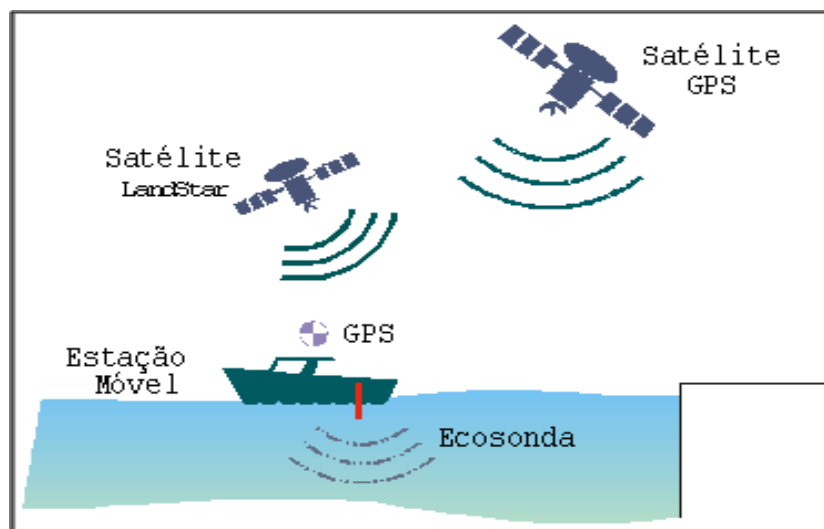


Figura 6: Esquema de funcionamento da batimetria em tempo real.
Fonte: CODOMAR, 2006.

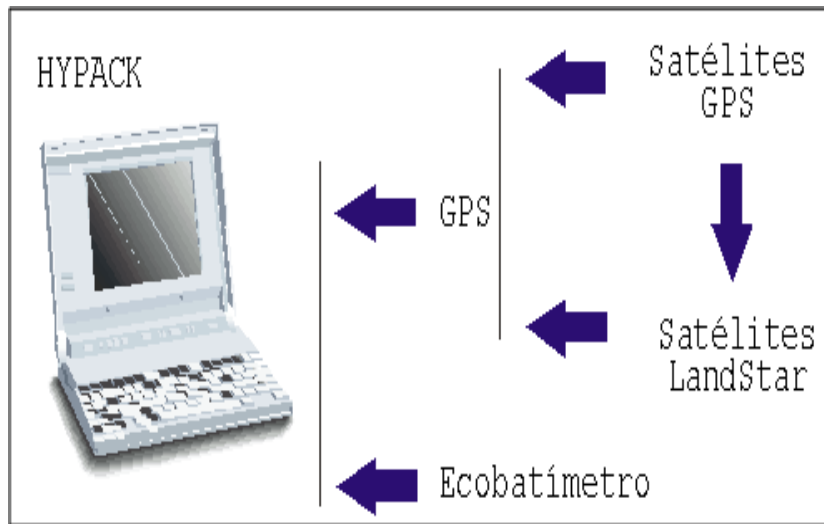


Figura 7: Esquema de Funcionamento da Estação Móvel.
Fonte: CODOMAR, 2006.

O autor citado acima relata que o seu funcionamento é na embarcação em movimento, onde o sistema de posicionamento DGPS está interligado ao ecobatímetro através do software Hypack e registra, em tempo real, a posição as profundidades num dado momento onde o barco se encontra.

Para que essa atividade seja desenvolvida, Matias (2010) explica que, a velocidade do som nos corpos aquáticos é cerca de quatro vezes a sua velocidade no ar, à 25°C é de aproximadamente 1500 m/s. A explicação para este fenômeno é que conforme aumenta a densidade do meio, aumenta a velocidade de propagação das ondas mecânicas. A densidade da água não é constante e sim dependente de três fatores, a saber: temperatura, pressão e salinidade. Assim, para minimizar a influência desses parâmetros, e para uma melhor precisão das medidas de profundidade, é necessário realizar uma calibração do ecobatímetro.

De acordo com Bolufer (2007), teve início nos anos 1872 a 1876, a expedição científica do H.M.S. Challenger, que cartografou as características do fundo do mar, em uma travessia de 98.000 milhas pelos oceanos, com exceção do Ártico, fazendo sondagens e dragagens. As medições eram feitas por 144 milhas de cordas.

O mesmo autor diz ainda que, no ano de 1912, aconteceu um segundo impulso para o desenvolvimento da batimetria, a tragédia do Titanic. No ano de 1914, no Canadá, R. Fessenden desenvolveu um equipamento que podia detectar um iceberg a duas milhas de distância, No entanto, não determinava sua direção.

As Guerras Mundiais de 1914 e 1939, desenvolveram intensamente os estudos científicos do som, a camada marinha da termoclina (a segunda camada oceânica situada entre

200m a 1000m abaixo da superfície) e a cartografia oceânica, para desenvolver a guerra submarina. Neste período aparece o Sonar (*Soundavigation And Ranking*) (BOLUFER, 2007).

2.2. Deposição de materiais nas encostas

Atualmente os solos estão sendo muito utilizados para a agricultura, pecuária e os mais variados fins. Mostrando-se a crescente importância da quantificação, no tempo e no espaço, da produção, transporte e deposição de sedimentos nas encostas das bacias hidrográficas.

Para definir os tipos de problemas que são causados pelos sedimentos tem dependência da quantidade e da natureza dos mesmos, fatores que estão ligados aos processos de produção, transporte e deposição, e que esses sedimentos ainda causam três tipos de prejuízos ao meio ambiente: em sua origem, no trecho onde transitam e no local de sua deposição (PAIVA; PAIVA & VILLELA, 1995).

A deposição dos sedimentos na calha dos rios tem seu nível elevado trazendo com isso, uma elevação dos níveis d'água, facilitando o transbordamento da calha e a inundação de áreas ribeirinhas.

De acordo com Bandeira & Aun (1989), para se conhecer a concentração de sedimentos em suspensão (massa de sedimento em suspensão na água por unidade de massa da mistura por unidade de volume) tem sua importância para que se avaliem os resultados da intervenção humana na bacia hidrográfica (erosão devido ao desmatamento, atividades agrícolas ou de mineração), no assoreamento de barragens, para o caso de estuários, no estudo do escoamento de canais de acesso e berços de atracação em portos.

O estudo dos sedimentos é o entendimento dos fatores relevantes que fazem parte do processo de erosão do solo e o processo quantitativo são importantes, pois servem como início para elaborar medidas que visem à maximização do uso dos recursos hídricos disponíveis, sem os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos para suas encostas.

A perda que ocorre no solo na área de uma bacia hidrográfica, está relacionada diretamente com o uso e manejo do solo, as origens dos sedimentos vem de um processo de erosões que ocorrem no solo por diferentes formas de ação das forças da natureza (FIGUEIREDO, 1989).

Existem vários tipos de erosão na natureza, a mais importante e que tem estudos mais aprofundados é que é consequência pela ação da água das chuvas, denominada erosão hídrica,

que existente na bacia hidrográfica, diminui a capacidade produtiva do solo e é responsável pela produção de sedimentos nesta bacia (FIGUEIREDO, 1989).

Através do arraste das partículas do solo, há o transporte de nutrientes, matéria orgânica, água, sementes, fertilizantes, etc., causando um decréscimo na produtividade das culturas, reduzindo a capacidade de armazenamento dos reservatórios de água, em consequência da sedimentação, assoreando córregos, rios entre outros (DOMINGOS, 2006).

O mesmo autor citado acima diz ainda que, o transporte de solo pela água, tem sua influencia direta na quantidade, intensidade, duração da chuva, tipo de solo, cobertura vegetal, declividade. Todos esses aspectos começam com o impacto das gotas de chuva sobre o solo, seguindo com a turbulência da água e do escoamento na superfície, isto é, a erosão é um processo que passa por três etapas; quando as gotas atingem o solo ocorre o desprendimento das partículas, o material desprendido é transportado e depositado, encerrando o processo (FIGUEIREDO, 1989).

A grande quantidade de materiais que são transportados pelas chuvas para as encostas causam diversos tipos de impactos ambientais e que é um processo natural que de certa forma tem contribuído para que o meio ambiente seja degradado (DOMINGOS, 2006).

Ano a ano, as ocupações urbanas sem controle e planejamento, a agricultura e as Indústrias estão entre os principais fatores responsáveis pela destruição das matas ciliares dos rios, que tem como consequência a erosão, o acúmulo de sedimentos e reduz a capacidade de recarga do lençol freático, fatores estes que comprometem a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas (TUCCI, 2004). Conforme argumenta Araújo (2007), qualquer interferência na bacia hidrográfica, independente da área, terá consequências diretas ou indiretas sobre os canais fluviais.

Os autores acima citados, disseram que fatores associados a ocupação desordenada das grandes cidades, influenciam diretamente sobre as bacias hidrográficas, uma vez que comprometem todo o meio ambiente local com o comprometimento da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos.

Com os rios alterados em sua calha tendem a aumentar a quantidade de depósitos de materiais e a instabilidade dos leitos. Alguns fatores afetam com uma intensidade maior o ciclo de hidrossedimentológico que são: o desmatamento, a agricultura, a urbanização, a mineração, a construção de estradas, a retificação e o barramento dos cursos d' água, o que altera a dinâmica do regime fluvial (BORDAS & SEMMELMANN, 2004).

O meio ambiente desequilibrado muitas vezes têm causa particular dentro de um conjunto de elementos que compõem a paisagem. A bacia hidrográfica, que integra tais

setores (naturais e sociais) deve ser gerenciada com esta função, para que sejam amenizados os impactos ambientais (CUNHA e GUERRA, 1996).

A bacia hidrográfica em seu processo de assoreamento, encontra-se totalmente relacionado a erosão, pois, fornece os materiais que ao serem transportados e depositados darão origem ao assoreamento. Assoreamento e erosão são dois processos diretamente proporcionais na dinâmica da bacia hidrográfica (ZIMBRES, 2011).

O estudo da Terra por meio da Geografia, ciência que estuda as relações que se estabelecem no decorrente uso da mesma pelo ser humano, sendo um importante objeto de estudo, se constituindo em um sistema complexo, onde acontecem dinâmicas e processos naturais, que incluem também os processos químicos, físicos e biológicos além da ocupação pelo homem, que faz uso dos recursos naturais oferecidos por esse sistema (BELTRAME, 1994).

Durante séculos, os habitantes do planeta Terra tinha a ideia de que a água era um recurso inesgotável. Em consequência disso não se deu a importância necessária para esse questão. Nos dias de hoje, o uso irresponsável deste recursos em diversos segmentos da sociedade como a população, indústrias e, até mesmo por órgãos estatais promoveram sua escassez.

2.3. Acúmulo de matéria orgânica nos portos

Os portos são de extrema utilidade para o transporte na Região Amazônica, mesmo porque, há uma quantidade bastante significativa de rios que servem como “estradas” para a navegação, tanto de pequeno porte como as de grande porte.

O meio ambiente e o homem estão interligados intimamente, por isso, uma das preocupações centrais do homem moderno relaciona-se à qualidade de seu meio ambiente. Os problemas inter-relacionados com o manejo dos resíduos sólidos nas sociedades modernas são muito complexos em virtude da quantidade e natureza diversa de seus componentes formadores, do desenvolvimento espalhado das áreas urbanas, das limitações dos recursos econômicos disponíveis, dos impactos tecnológicos e das limitações que surgem para a utilização da energia dos materiais brutos (PAES, 1982).

Os principais rios da Região Amazônica são o Solimões, Amazonas, Negro, Branco, Madeira, Purus e o Juruá, os quais em conjunto com seus afluentes, braços e canais formam o único meio de acesso à quase totalidade dos municípios daquela área, isto devido à enorme falta de infraestrutura terrestre. Além disso, reforçando sua vocação para o transporte

aquaviário, a calha principal da Bacia Amazônica, que compreende os rios Solimões e Amazonas, possui capacidade para receber desde embarcações fluviais até navios oceânicos (VASCONCELOS, 2003).

Segundo Rachid (2010), a engenharia para a construção de portos, pelo seu próprio conceito, são consideradas obras especiais. Pela agressividade natural da água corrente em uma estrutura artificial; pelos critérios rigorosos regidos pela Norma Brasileira; pela mão de obra especializada; pela necessidade de manutenção constante; pelo rigor na escolha de insumos e pelas condicionantes geológicas e geotécnicas que variam de um local para outro mudando toda a concepção de uma obra deste porto.

Segundo Alban (2002), os grandes portos brasileiros foram construídos em grande parte pela iniciativa privada, através de contratos de concessão pública, e que ao longo do Ciclo de Industrialização Forçada (1950-1980), foram sendo incorporados pelo Estado. Esse processo, que visava ampliar e modernizar a capacidade portuária nacional, atingiu o seu auge durante o Governo Geisel, com a constituição da Portobrás – empresa holding controladora de todo o sistema.

Entretanto, apesar desta preocupação, nos dias atuais não há pouca ou qualquer conscientização da população, pois, uma grande maioria, principalmente a população que vive nas beiradas dos rios e igarapés não sabe o que fazer com seu lixo e dos poucos que sabem, em sua maioria, não tomam atitudes simples como, a separação correta do lixo domiciliar, o local apropriado para descarte, entre outros (RACHID, 2010).

O indivíduo tem a consciência da questão de que o lixo é mundial e relativa ao meio ambiente, de que através deste pode-se haver graves problemas de saúde, principalmente quando amontoado e depositado em locais inadequados, como por exemplo, na beira de rios; as pessoas em situações como durante a falta da coleta de lixo, não pensam nas consequências e depositam seu lixo onde acreditam ser conveniente (MELLO et al. 2002).

Todo curso d'água normalmente apresenta um equilíbrio em relação ao transporte de sedimento, seja por arrasto e saltitação junto ao leito, seja em suspensão na corrente, e existe uma tendência natural para que este seja depositado quando o fluxo natural de sedimentos ao encontrar água com menor velocidade (alteração do fluxo) começa a se depositar, conforme a maior ou menor granulação das partículas e a menor ou maior turbulência do escoamento. (CARVALHO. 1994).

O acúmulo de materiais e/ou sedimentos nos portos é rotineiro, pois, além do lixo que se joga na água, pedaços de árvores, plantas aquáticas e outros tipos de materiais orgânicos,

servem como barreiras que ficam acumuladas principalmente nas partes flutuantes, onde há embarque e desembarque de cargas e passageiros.

Devido ao acúmulo de resíduos sólidos no fundo e nas margens do rio, provoca durante a época das fortes chuvas, que são comuns no Amazonas, enchentes, destruição de propriedades, poluição, mortandade da vegetação ribeirinha e fauna local, assim como o aumento de doenças (RACHID, 2010).

Por haver grande intensidade do processamento ou manuseio de cargas em instalações portuárias, torna-se necessário adotar uma sistemática de tratamento das questões ambientais que englobe a proteção do meio ambiente no qual a instalação está inserida, promovendo o controle dos seus impactos, evitando-os quando possível, mitigando-os e compensando-os sempre que necessário. Essa sistemática deve incluir a capacidade de corrigir desvios e de recuperar os recursos degradados pela atividade portuária (ANTAQ, 2011).

2.4. Manutenção do acúmulo de materiais

Para Villas Bôas e Bueno (2007), durante o ciclo anual das cheias, o rio deposita sedimentos, ao mesmo tempo em que erode as margens, contribuindo igualmente para fertilização da várzea, adquirindo assim uma vocação para a diversidade de culturas agrícolas e fixação da população. Eventualmente pela dinâmica do rio, aliado a outros fatores geológicos e hidrológicos, esta população acaba sendo surpreendida pela erosão marginal e abatimentos de terrenos que modificam totalmente a fisiografia do local, causando acidentes de menor ou maior proporção.

Os autores acima citados, ressaltam que durante o ciclo das cheias e vazantes durante o ano na Amazônia, grande parte de sedimentos acumulam-se as margens dos rios da região, trazendo também grande quantidade de materiais sólidos que se acumulam em seus leitos.

Segundo Proint (2008-2009), durante o processo de quebra da margem (terras caídas) o rio leva os sedimentos daquela margem para outra região. A forma com a qual ele leva esses materiais depende da força do rio e do tamanho do material transportado, onde normalmente são levados para uma região mais baixa do que a região de origem. Os materiais são levados pela ação erosiva de quatro maneiras diferentes: transporte por solução, por suspensão, por saltação e arrasto. Em terras caídas os processos importantes são os transportes por suspensão, saltação e arrasto. Nesses tipos de transportes partículas atingem a margem favorecendo o intemperismo físico.

O mesmo autor diz ainda que, o rio transporta esses materiais dependendo do tamanho da partícula, sendo que os materiais menores serão transportados através de suspensão, materiais tamanhos intermediários serão levados por saltação e materiais grandes serão levados por arrasto. Na figura a seguir observa-se com detalhes os tipos de transportes importantes para o fenômeno de terras caídas.



Figura 8: tipos de transportes de materiais: (A) Transporte por suspensão: É a principal forma de transporte de materiais muito pequeno como argila; (B) Transporte por saltação: Esse é o tipo de transporte comum para partículas de média granulometria como areia. Ocorre por um movimento em que uma partícula está no fundo do rio é levantada e depositada mais adiante; (C) Transporte por rolamento (ou arrasto): Transporte que envolve materiais de grande granulometria como cascalho e seixo.

Fonte: Press et al 2006)

Segundo Dill (2002), a utilização imprópria das áreas frágeis, o desflorestamento desordenado, o preparo inadequado do solo, a destruição da matéria orgânica, as queimadas, o plantio no sentido do declive do terreno, o superpastoreio, a falta do hábito de rotação de culturas, são graves problemas que atingem boa parte da bacia hidrográfica e deverão ser resolvidos.

O autor supracitado ressalta que, o valor da floresta como regulador das nascentes e do controle da erosão é bem conhecido. Sua função hidrológica, entretanto, não é a mesma em todos os tipos de topografia; nos terrenos planos, o efeito da cobertura florestal no controle das enchentes não é tão pronunciado como nos montanhosos.

Devido ao tamanho das árvores e densidade da Floresta Amazônica, são frequentes os grandes troncos e galhadas que descem pelo rios impactando em estruturas portuárias e embarcações causando sérias avarias (DILL, 2002).

De acordo com Companhia de Docas do Maranhão (CODOMAR, 2012), com o leito do rio apresentando essa mobilidade permanente, que altera a rota das embarcações, e com margens frágeis na maioria do seu curso, a conseqüente erosão não tem poupado de solapar

também as matas ciliares, as falésias marginais, trechos urbanos e ilhas de aluvião, que são lançados todos os anos dentro do rio. Com isso o rio Madeira está se tornando a cada ano mais largo e mais raso, tendo as embarcações muita dificuldade de navegar nos períodos de vazante. Bancos de areia, pedrais e paus fincados no leito do rio próximos ao canal principal colaboram negativamente para que essas dificuldades sejam enormemente multiplicadas.

As árvores solapadas juntos com os terrenos marginais são arrastadas pela força da correnteza e descem o rio acompanhando-o no seu ponto transversal de maior velocidade, e por consequência mais profundo, que é o canal principal. Como os Terminais Hidroviários devem, obrigatoriamente, cumprirem a função de atender as embarcações tanto nos períodos de águas altas quanto nos de mínimas cotas, seus cais de atracação são implantados praticamente dentro do canal navegável, ou muitíssimo próximos a eles. Então, a descida das toras e galhadas incide, inapelavelmente, sobre esses cais flutuantes e suas estruturas de fundeio (CODOMAR, 2012).

Para DOC. (2011), No rio Madeira essa incidência de resíduos acumularem-se nos portos é muitas vezes mais acentuada do que em outros rios chamados, do mesmo modo, de novos como o Solimões, o Purus e o Juruá. A grande quantidade dessas toras, inclusive foi a responsável pela denominação do rio.

Alguns dos terminais flutuantes dos portos apresentados no presente trabalho, estão funcionando com restrições, comprometendo a segurança das operações. A Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental tem exigido que a Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (AHIMOC) mantenha um serviço permanente de retirada do material orgânico. Muitos portos ainda encontram-se em construção, porém, outros, já se encontram instalados e operando, mas vêm enfrentando, em especial no período de cheia, um problema que vem preocupando os operadores dos terminais, população e autoridades, qual seja: o acúmulo de matéria orgânica nas obras fluviais. Durante o período de enchente na Amazônia, que varia de região para região, mas ocorre aproximadamente entre dezembro e junho, com a subida do nível das águas, as margens de alguns rios tendem a desmoronar, carregando rio abaixo uma grande quantidade de sedimentos, que interferem na profundidade do rio e variação da posição do canal navegável e o arrasto de árvores, que em grande parte não são de madeira muito densa, fazendo-a flutuar na superfície da água.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO

3.1. Especificação da Problemática

O universo da pesquisa foi composto pelos terminais portuários dos municípios de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM. Com a finalidade de realizar um diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais destes terminais hidroviários. A escolha destes terminais se deu pelo fato de que, nessas áreas portuárias tem em comum, um grande acúmulo de materiais orgânicos em suas estruturas que dificultam certas atividades relacionadas embarque e desembarque de cargas e passageiros, haja vista que os portos têm grande influencia no desenvolvimento econômico e social de uma região. Faz-se necessário planejar a gestão ambiental visando ter o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas, com objetivo sempre de manter nos níveis mais baixos possíveis o grau de interferência e de poluição da área. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União. Pois o sistema aquaviário da região Amazônica é um dos maiores do Brasil e do mundo. O transporte de cargas e passageiros tornaram-se essenciais para a sobrevivência das comunidades ribeirinhas, além do transporte fluvial desempenhar um papel importante para os Municípios e, em muitos casos, ser o único meio de transporte possível. Há urgência quanto ao início da remoção dos resíduos orgânicos e reestruturação das obras fluviais, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado sérios problemas socioambientais.

3.2. Caracterização da Pesquisa

A metodologia do presente trabalho consistiu nas características dos terminais portuários dos municípios de Manacapuru, Manicoré, Parintins e Humaitá no Estado do Amazonas, bem como descrever o acúmulo de material orgânico estancados nos portos citados e, por conseguinte, a necessidade de implantação de um sistema eficaz no combate a tal situação.

Neste estudo, a abordagem metodológica utilizada é caracterizada, quanto a sua natureza, como qualitativa e exploratória, com o intuito de produzir conhecimento e gerar indagações novas acerca do objeto estudado, descrevendo e interpretando-os. Quanto aos fins foi exploratória que tem como meta proporcionar maior familiaridade com o problema, com

vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: levantamento bibliográfico e pesquisa documental.

Os métodos e as técnicas aplicadas consistem numa descrição passo a passo de como foi conduzida a pesquisa, informando; os instrumentos de pesquisa, uma descrição detalhada do método de coleta e análise de dados, mostrando as vantagens, desvantagens e limitações da metodologia, bem como das formas de contornar essas limitações que foram empregadas.

3.3. Delineamento da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com informações coletadas nos locais onde o estudo foi feito, com os dados colhidos pelos órgãos responsáveis pela manutenção dos portos citados na presente dissertação como: hidrologia dos rios em questão, batimetria e o acúmulo de resíduos nas estruturas navais dos Terminais Hidroviários.

A caracterização dos dados hidrológicos dos cursos d'água da bacia Amazônica, para obtê-los, há necessidade da instalação de uma rede de estações hidrométricas coletando, no meio fluvial, dados de nível dos rios com frequência diária e em alguns deles medindo vazões com frequência trimestral.

Os estudos hidrológicos envolvem principalmente o estudo de chuvas, eventos de chuvas intensas extremas ou ausência das mesmas em períodos longos (estiagem). Foi realizado um estudo topográfico batimétrico cadastral na área de interesse. As coordenadas estão referenciadas a dois marcos de concreto com chapas identificadoras de bronze (materializados no terreno). Sendo apresentado conceitos e definições importantes para dar seguimento ao presente trabalho. Esta área segmenta-se com as tecnologias de última geração, mesmo porque a coleta de dados transporta-se até via satélite para serem analisados em outros ambientes científicos. Atualmente houve um grande aumento no interesse do meio ambiente no estudo de impacto de áreas submersas, particularmente nos rios, onde a ocupação já é notória o crescimento da das populações ribeirinhas. Os dados foram obtidos na Agência Nacional de Águas (ANA), órgão responsável pela coordenação e disponibilização dos dados da rede hidrometeorológica nacional.

A justificativa do trabalho se deu porque na maioria dos municípios do Estado do Amazonas não possui acesso rodoviário. Alguns deles possuem um aeroporto nem sempre com boas condições de uso. A maior concepção de transporte encontra-se no modo aquaviário, tanto para o transporte de passageiros como para o transporte de carga e

abastecimento. Por esse motivo, a importância de se ter instalações portuárias adequadas para cada perfil de utilização. Esses portos movimentam uma grande quantidade de cargas e passageiros, faz-se necessário adotar medidas que visem o tratamento das questões ambientais, englobando a proteção do meio ambiente no qual a instalação está inserida, promovendo o controle dos seus impactos, evitando-os quando possível, mitigando-os e compensando-os sempre que necessário. Os portos são de extrema utilidade para o transporte na Região Amazônica, mesmo porque, há uma quantidade bastante significativa de rios que servem como “estradas” para a navegação, tanto de pequeno porte como as de grande porte.

Os principais rios da Região Amazônica são o Solimões, Amazonas, Negro, Branco, Madeira, Purus e o Juruá, os quais em conjunto com seus afluentes, braços e canais formam o único meio de acesso à quase totalidade dos municípios daquela área, isto devido à enorme falta de infraestrutura terrestre. Além disso, reforçando sua vocação para o transporte aquaviário, a calha principal da Bacia Amazônica, que compreende os rios Solimões e Amazonas, possui capacidade para receber desde embarcações fluviais até navios oceânicos (VASCONCELOS, 2003).

Segundo Rachid (2010), a engenharia para a construção de portos, pelo seu próprio conceito, são consideradas obras especiais. Pela agressividade natural da água corrente em uma estrutura artificial; pelos critérios rigorosos regidos pela Norma Brasileira; pela mão de obra especializada; pela necessidade de manutenção constante; pelo rigor na escolha de insumos e pelas condicionantes geológicas e geotécnicas que variam de um local para outro mudando toda a concepção de uma obra deste porto.

Por haver grande intensidade do processamento ou manuseio de cargas em instalações portuárias, torna-se necessário adotar uma sistemática de tratamento das questões ambientais que englobe a proteção do meio ambiente no qual a instalação está inserida, promovendo o controle dos seus impactos, evitando-os quando possível, mitigando-os e compensando-os sempre que necessário. Essa sistemática deve incluir a capacidade de corrigir desvios e de recuperar os recursos degradados pela atividade portuária (ANTAQ, 2011).

Segundo Dill (2002), a utilização imprópria das áreas frágeis, o desflorestamento desordenado, o preparo inadequado do solo, a destruição da matéria orgânica, as queimadas, o plantio no sentido do declive do terreno, o superpastoreio, a falta do hábito de rotação de

culturas, são graves problemas que atingem boa parte da bacia hidrográfica e deverão ser resolvidos.

O autor supracitado ressalta que, o valor da floresta como regulador das nascentes e do controle da erosão é bem conhecido. Sua função hidrológica, entretanto, não é a mesma em todos os tipos de topografia; nos terrenos planos, o efeito da cobertura florestal no controle das enchentes não é tão pronunciado como nos montanhosos.

Devido ao tamanho das árvores e densidade da Floresta Amazônica, são frequentes os grandes troncos e galhadas que descem pelo rios impactando em estruturas portuárias e embarcações causando sérias avarias (DILL, 2002).

De acordo com a Companhia de Docas do Maranhão (CODOMAR, 2012), com o leito do rio apresentando essa mobilidade permanente, que altera a rota das embarcações, e com margens frágeis na maioria do seu curso, a conseqüente erosão não tem poupado de solapar também as matas ciliares, as falésias marginais, trechos urbanos e ilhas de aluvião, que são lançados todos os anos dentro do rio. Com isso o rio Madeira está se tornando a cada ano mais largo e mais raso, tendo as embarcações muita dificuldade de navegar nos períodos de vazante. Bancos de areia, pedrais e paus fincados no leito do rio próximos ao canal principal colaboram negativamente para que essas dificuldades sejam enormemente multiplicadas.

Para DOC. (2011), No rio Madeira essa incidência de resíduos acumulem-se nos portos é muitas vezes mais acentuada do que em outros rios chamados, do mesmo modo, de novos como o Solimões, o Purus e o Juruá. A grande quantidade dessas toras, inclusive foi a responsável pela denominação do rio.

A maioria dos municípios amazônicos enfrentam problemas com a falta de infraestrutura portuária. Especificamente os terminais hidroviários em que há urgência quanto ao início da remoção dos resíduos orgânicos e reestruturação das obras fluviais, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado sérios problemas socioambientais.

Sendo assim, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União.

3.4. Operacionalização da Pesquisa

Quanto o desenvolvimento do estudo foi realizado à pesquisa de campo, bibliográfica e documental. Foram adotados procedimentos multicaso que proporcionaram uma melhor abrangência acerca dos resultados não limitando as informações pesquisadas. Na pesquisa bibliográfica foi feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

Diante dos objetivos que foram expostos no trabalho realizar diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, já instalados, observou-se que o sistema aquaviário da região Amazônica é uma das maiores do Brasil e do mundo. Diante disso, o transporte de cargas e passageiros tornaram-se essenciais para a sobrevivência das comunidades ribeirinhas, além do transporte fluvial desempenhar um papel importante para os Municípios e, em muitos casos, ser o único meio de transporte possível.

Entretanto, os problemas enfrentados pela grande maioria dos municípios amazônicos com a falta de infraestrutura portuária. Mas precisamente quanto aos terminais hidroviários de Parintins/AM, Humaitá/AM, Manacapuru/AM e Manicoré/AM, o que foi tratado no presente trabalho. Como se viu, há urgência quanto às obras de reestruturação dos referidos portos, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado problemas socioambientais nas cidades visitadas.

A maioria dos municípios amazônicos enfrentam problemas com a falta de infraestrutura portuária. Especificamente os terminais hidroviários em que há urgência quanto ao início da remoção dos resíduos orgânicos e reestruturação das obras fluviais, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado sérios problemas socioambientais.

Sendo assim, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União.

Há terminais flutuantes que funcionam precariamente e até mesmo sendo restritas a passageiros e que comprometem a segurança do referido terminal hidroviário. A Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental tem exigido que a Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (AHIMOC) mantenha um serviço permanente de retirada do material orgânico.

3.5. Design da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com informações coletadas nos locais onde o estudo foi feito, com os dados colhidos pelos órgãos responsáveis pela manutenção dos portos citados na presente dissertação como: hidrologia dos rios em questão, batimetria e o acúmulo de materiais nas margens dos portos.

A caracterização dos dados hidrológicos dos cursos d'água da bacia Amazônica, para obtê-los, há necessidade da instalação de uma rede de estações hidrométricas coletando, no meio fluvial, dados de nível dos rios com frequência diária e em alguns deles medindo vazões com frequência trimestral.

Os estudos hidrológicos envolvem principalmente o estudo de chuvas, eventos de chuvas intensas extremas ou ausência das mesmas em períodos longos (estiagem).

Foi realizado um estudo topográfico batimétrico cadastral na área de interesse. As coordenadas estão referenciadas a dois marcos de concreto com chapas identificadoras de bronze (materializados no terreno).

Os dados foram obtidos na Agência Nacional de Águas (ANA), órgão responsável pela coordenação e disponibilização dos dados da rede hidrometeorológica nacional.

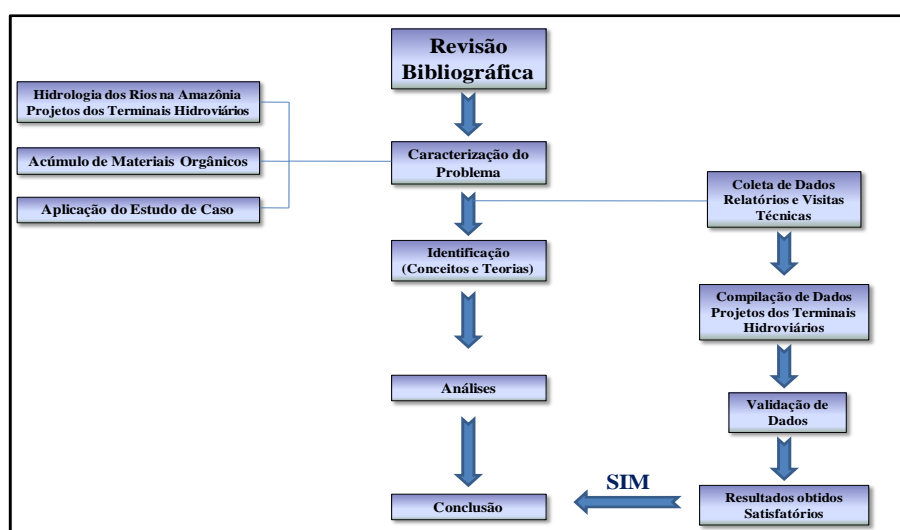


Figura 09: Fluxograma de metodologia da pesquisa.
Fonte: Primária.

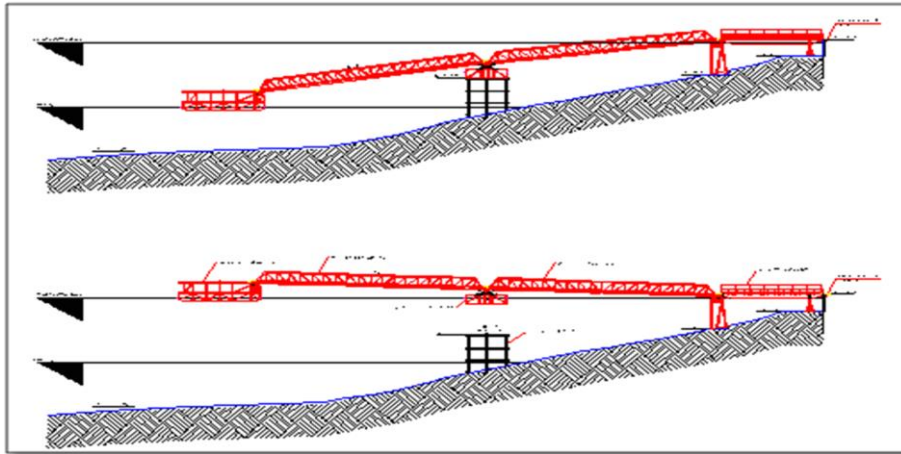


Figura 12: Vista de perfil do terminal de Manacapuru/AM.
Fonte: primária.

A figura 13, mostra material acumulado nos flutuantes intermediários do Porto de Manacapuru, problema esse, que é ocasionado por diversas fontes de materiais que se instalam na estrutura.



Figura 13: Material acumulado nos flutuantes intermediários, cabos e flutuante principal.
Fonte: primária

4.1.1 Hidrologia do Rio Solimões

O rio Solimões é o principal canal coletor de águas de um sistema fluvial complexo e que abriga em seu interior a maior rede hidrográfica do mundo. O rio Solimões no Estado do Amazonas ao modelar o relevo fluvial durante o seu percurso ao longo do perfil longitudinal influencia na vida de todos os seres vivos que dependem de suas fases (PACHECO; BRANDÃO, 2012, p. 2).

A caracterização dos dados hidrológicos dos cursos d'água da bacia Amazônica, para obtê-los, há necessidade da instalação de uma rede de estações hidrométricas coletando, no meio fluvial, dados de nível dos rios com frequência diária e em alguns deles medindo vazões

com frequência trimestral. Que é um serviço prestado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) com financiamento e gerenciamento da Agência Nacional de Águas (ANA) (FILIZOLA et al. 2006, p. 1).

Os mesmos autores citados acima explicam ainda que, as cheias anuais na Amazônia são em geral, registrados entre os meses de junho e julho de cada ano, liderados pelo regime do rio principal. No entanto, é preciso considerar que a cheia nos tributários pode ocorrer em períodos distintos, segundo o seu regime específico. No rio Madeira, por exemplo, a cheia costuma acontecer cerca de 2 a 3 meses antes da cheia no rio Solimões em Manacapuru. Diante disso, observa-se na Figura 5 todos os eventos de máxima desde o início dos registros, para a estação de Manaus, tomada aqui como exemplo, por ser esta a de maior série histórica (centenária) existente na região, juntamente com a da Óbidos no Pará. A cheia máxima registrada na região data do ano de 1953, quando a régua do rio Negro, em Manaus, atingiu o nível de 2969 cm. Evento que aparenta ter tempo de recorrência maior do que 100 anos, por não haver outro semelhante na série de dados atual. Já eventos como os de 1976 e 1989, se comportam como eventos com tempo de recorrência menor, entre 20 e 30 anos, aproximadamente.

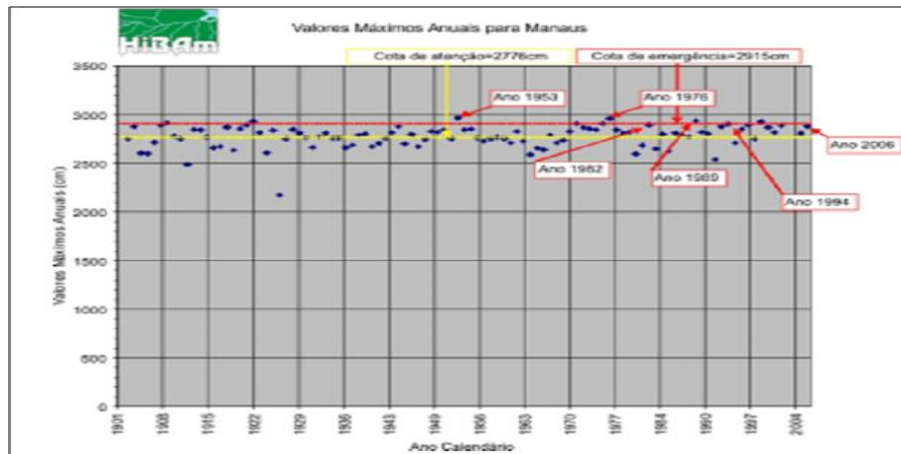


Figura 14: Cotas máximas anuais do rio Negro atingidas na estação de Manaus. Em amarelo a cota de atenção e em vermelho a de emergência.

Fonte: CPRM/ANA e Programa HIBAM. Valores de cota com RN (Referencial de Nível) arbitrário, 2006.

4.1.1.1 Batimetria

Estação: Manacapuru **Rio:** Solimões **Estado:** Amazonas

Localidade: Manacapuru

Carta N°. 4150 – Atlas Solimões (HS-A4)

4.1.1.1.1 Descrição das réguas de marés

Réguas de alumínio (Hidromec) montada em 9 seções de 8 a 22 m. A estação fica na Frigopesca, antiga Brasiljuta à jusante da cidade de Manacapuru.

Esta ficha foi compilada das F-43-4107A-001/83, F-43-4107A-003/99 e F-43-4150-002/02. Atualizada em 06/03/2006.

4.1.1.1.2. Descrição das referências de nível

RN – 2 (CPRM): Cravada na calçada do galpão da Frigopesca na parte de trás do prédio, aproximadamente 30m a ré da RN – 6. Citada a partir de 1999;

RN - 4 (CPRM): Cravada em um pilar de concreto a cerca de 5 m à esquerda de quem entrapelo portão da Frigopesca. Reimplantada em 25/09/1981;

RN – 6(CPRM): Cravada na calçada do galpão da Frigopesca, em frente à guarita da entrada da Frigopesca. Reimplantada em 11/08/1999;

RN-7(CPRM): Cravada em pilar de concreto na área em frente à Frigopesca. Citada a partir de 2002;

RN-8 (CPRM): Cravada em pilar de concreto na área em frente à Frigopesca. Citada a partir de 2002;

SAT-92732 (IBGE): Cravado em pilar de concreto na área em frente à Frigopesca. Citada a partir de 2002.

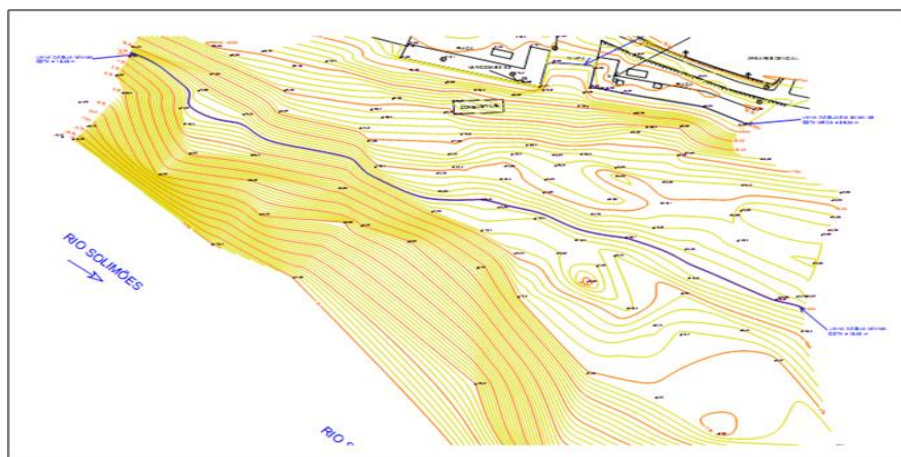


Figura 15: Batimetria do Porto de Manacapuru.
 Fonte: Pereira, 2009.

Descrição: Incluindo lances, esteios, cotas RRNN, facilidade de leitura em toda a amplitude das réguas, incluindo equipamentos e processos de medição.

- Em 09/02/03 a seção de réguas foi reinstalada a 25,60 m à montante do antigo local, devido a obras de construção do porto flutuante.
- Lances de miras, de madeiras, fixadas a estacas-suporte de madeira de lei, enterradas na margem esquerda, para leituras entre: 8/10, 10/12, 12/14, 14/16, 16/18, 18/20 e 20/22 m.
- As RN's 4 = 21,911 m e 6 = 21,955 m. Foram desativadas devido apresentarem rachaduras, instaladas as RN's 7 e 8 em 09/02/01.
- RN7 = 21,759 m (cota arbitrária), desativada em 02/10/02.
- RN8 = 21,493 m (cota arbitrária), desativada em 02/10/02.
- No dia 02/10/02, devido a obras junto as RNs 7 e 8, foram instaladas as RN's: RN9 = 20,796 m (cota arbitrária), calota de alumínio chumbada ao centro de um bloco de concreto a 10,70 m da RN10 e RN10 = 20,942 m (cota arbitrária), calota de alumínio chumbada ao centro de um bloco de concreto a 10,70 m da RN9.
- A Seção de Medição de Descarga, está localizada \pm 6 km a jusante da seção de réguas. Medição pelo Métodos dos Grandes Rios. Seção definida por PI na margem direita e PF na esquerda, distanciados entre si de 3.243,30 m.
- Horário das Observações: Diariamente às 7 e as 17 horas.

4.1.1.1.3 Informações complementares

a) Potamografia

O rio Solimões é assim chamado a partir da confluência dos rios Maranhão e Javari. Recebe pela margem direita os rios: Jandiatuba, Jutai, Juruá, Tefé, Coari e Purus e pela esquerda os rios: Içá e Japurá.

b) Características do trecho

Reto.

c) Natureza e inclinação das margens

Margem direita argilo-arenosa, com inclinação acentuada.

Margem esquerda arenosa com inclinação suave.

d) Natureza do leito

Argilo-arenoso, com afloramento rochosos.

e) Controles (tipo e localização)

Natural.

f) Posição em relação a rede

Dista aproximadamente, por via fluvial, 120 km a montante da estação em Jatuarana.

g) Estações escolhidas para controle e correlação

Jatuarana a jusante e Anamá a montante.

4.2. Terminal Hidroviário de Manicoré – AM

Compondo o Estado do Amazonas, na região norte do País, Manicoré está localizada na Mesorregião Sul amazonense, Microrregião do Madeira e na 5ª Sub – Região – Região do Madeira. Distância de Manaus cerca de 320 km em linha reta e 421 km por via fluvial, fazendo limite com os municípios de Novo Aripuanã, Apuí, Humaitá, Tapauá, Beruri e Borba, além dos Estados de Mato Grosso e Rondônia.

exterior da produção de soja do Centro-Oeste, bem como da própria região amazônica, e de vital importância para o desenvolvimento regional devido à sua posição estratégica.



Figura 18: Região portuária do município de Manicoré/AM.
Fonte: IP4, 2011.

Os abastecimentos de água de Manicoré (Figura 11) provem de poços artesianos cuja distribuição se faz por gravidades através das redes existentes. A economia local consiste, em parte, nas atividades agrícolas (plantio de frutas), extrativismo vegetal (borracha e castanha), extrativismo mineral (cassiterita), pesca esportiva e artesanato (BRASIL, 2006).

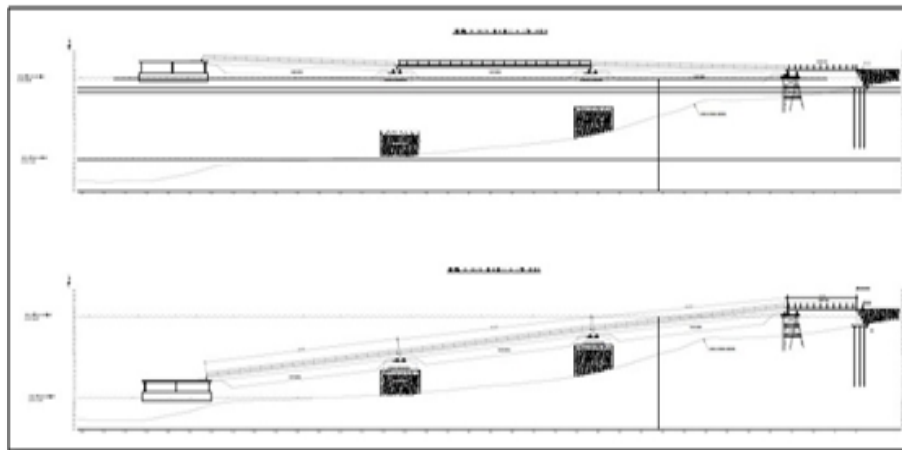


Figura 19: Vista de perfil do terminal de Manicoré/AM.
Fonte: primária.

O Município possui um terminal hidroviário, constituído de três pontes metálicas moveis e uma ponte fixa com rampa de acesso com flap móvel, dois flutuantes intermediários, dois berços de concreto para restrição de movimento de flutuante intermediário e um flutuante principal, construídos levando em consideração as diretrizes e

informações prestadas pela prefeitura local, tais como altura mínima e a máxima do rio, geografia local e melhor ponto para lançamento de rampas em relação ao canal, além da inserção urbana e malha viária existente para escoamento de passageiros e cargas provenientes das embarcações que atracarão no futuro porto. Além disto, o porto é dotado de um Prédio para Terminal de passageiros com guarita, estacionamento, Pontes e Cais Flutuante.

4.3. Hidrologia do Rio Madeira

Segundo Gonçalves (2011, p. 4), na Bacia do Madeira existe clima e relevo variados, com elevadas altitudes na região Andina (Bolívia) aproximando-se de 6400 metros, até profundos vales atingindo a planície amazônica com quase 500 metros; além das zonas de instabilidade climática, influenciados por fenômenos de circulação atmosférica e chuvas intensas determinando um alto índice de vazão, e umidade da esfera gasosa que envolve a terra.

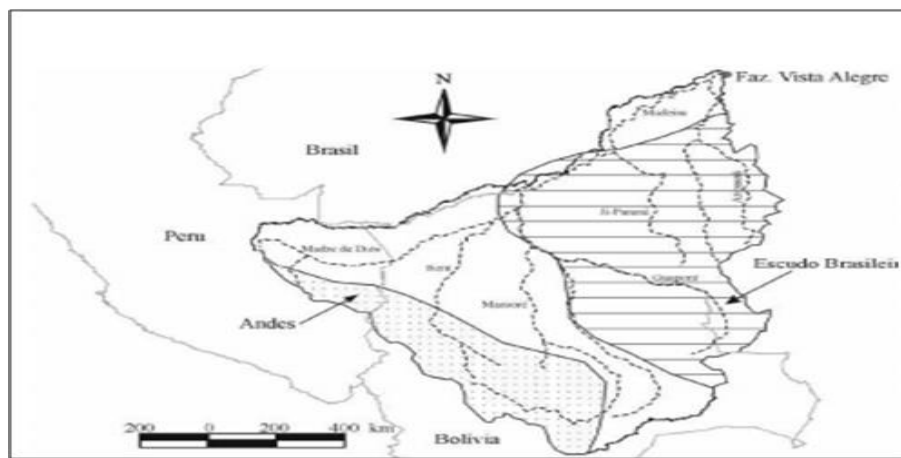


Figura 20: Localização da Bacia do Rio Madeira
Fonte, Gonçalves, 2011.

Conforme explicam Muniz e Filizola Júnior (2012, p. 1), a bacia do Rio Madeira constitui uma das 10 sub-bacias mais importantes da grande bacia Amazônica, cujo rio principal, Rio Madeira, é o maior afluente da margem direita do rio Amazonas, englobando os estados do Amazonas e Rondônia e ainda território boliviano, tendo em vista a sua grande dimensão e complexidade hidrológica.

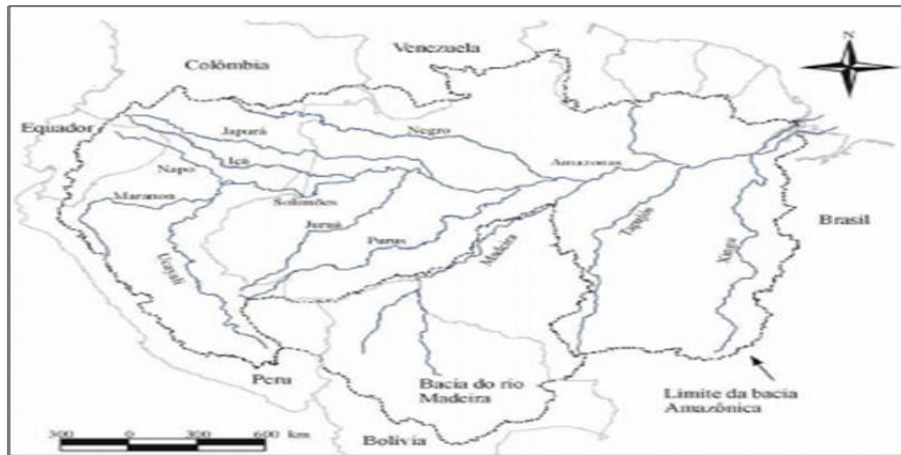


Figura 21: Bacia do Rio Madeira e seus principais rios formadores.
Fonte, Gonçalves, 2011.

De acordo com Muniz e Filizola Júnior (2012, p. 2), a Bacia do Madeira localiza-se na região amazônica, a margem esquerda do grande rio Amazonas, passando pelos Estados de Rondônia e Amazonas, sua superfície aproximada é de 1.420.000 km² e área de drenagem de 1.324.727 km². A bacia representa 23% do total da bacia Amazônica e se estende por Bolívia (51%), Brasil (42%) e Peru (7%), possuindo as seguintes unidades proporcionais: Andes (15%), planície Amazônica (44%) e território brasileiro (41%).

Os mesmos autores explicam ainda que, a bacia do Madeira possui as três unidades morfo-estruturais com a seguinte proporção: Andes (15%), planície Amazônica (44%) e escudo Brasileiro (41%). Devido a essa característica, verificam-se grandes altitudes na parte montante da bacia, vastas zonas de inundação na planície e a presença de cachoeiras no escudo brasileiro, principalmente próximo a Porto Velho. Com respeito às zonas de inundação dos rios Guaporé, Beni e Mamoré apresentam várzeas que totalizam 150.000 km de extensão, enquanto que o rio Madeira, entre a confluência dos rios Beni e Mamoré até a foz, possui 12.800 km de várzea. Devido a essa característica estrutural, verificam-se grandes altitudes na parte montante da bacia, vastas zonas de inundação na planície e a presença de cachoeiras no escudo brasileiro, principalmente próximo a Porto Velho (RIBEIRO NETO, 2006 *apud* MUNIZ e FILIZOLA JÚNIOR, 2012, p. 4).

De acordo com Andrade et al. (2008, p. 1), a bacia do rio Madeira é uma bacia transfronteiriça (sub-bacia da grande bacia Amazônica), que se estende por três países a Bolívia o Brasil e o Peru, na qual a demanda quantitativa de água é, como no resto da Amazônia, pouco significativa em relação à disponibilidade. Entretanto, não pode se esquecer que, a cada dia, são maiores os impactos ambientais que provocam alterações nos recursos naturais da bacia.

de planejamento urbano e regional, além de contribuir diretamente no estudo dos fenômenos naturais no melhor entendimento da sua física e sua dinâmica (ANDRADE,2008, p. 3).

Há semelhanças entre o clima da bacia do rio Madeira e a bacia Amazônica, caracterizando-se por um clima quente e úmido (clima equatorial) com temperatura média anual variando entre 24 e 26 °C na planície Amazônica. Nos planaltos e nos Andes a temperatura média é mais baixa, sendo que, no caso dos Andes, verifica-se inclusive precipitação em forma de neve. O rio Madeira é o mais importante tributário do rio Amazonas, na parte sul da bacia Amazônica, com uma descarga média anual de 31.200 m³(MUNIZ e FILIZOLA JUNIOR, 2012, p. 7).

Para Andrade et al. (2008, p. 8), na região da bacia alta do rio Madeira, na Bolívia, o comportamento sazonal é regular. A época de chuvas inicia-se em outubro ou novembro e termina em março ou abril, os meses de máxima precipitação são janeiro e fevereiro. A estação seca se produz no inverno nos meses de maio até julho. O processo de circulação atmosférica condiciona comportamento temporal das chuvas. Os meses de abril a setembro mostram uma diminuição de chuvas, produto dos padrões de comportamento meteorológico, enquanto os meses mais úmido estão associados ao verão compreendido entre dezembro e março. As chuvas no início das regiões Amazônicas bolivianas, no pé do monte andino podem atingir mais de 6.000 mm/ano. Na planície adjacente aos Andes, os valores vão aumentando em direção norte, desde 600 mm/ano, ao sul, até 2000 mm/ano, ao norte.

4.3.1 Batimetria

Foi realizado um estudo topográfico batimétrico cadastral na área de interesse. As coordenadas estão referenciadas a dois marcos de concreto com chapas identificadoras de bronze (materializados no terreno).

A posição da linha d'água representada nos desenhos se refere ao dia 01 de julho de 2005. A partir desta posição e das séries históricas de níveis fluviométricos da região foram definidas as cotas máximas e mínimas do nível d'água para o Porto em estudo.



Figura 23: Operação do ecobatímetro em embarcação.
 Fonte: BRASIL, Ministério da Defesa, 2005.

Para tal estudo se utilizou os seguintes recursos humanos:

- 01 engenheiro responsável;
- 02 topógrafos;
- 02 auxiliares de topografia;
- 01 auxiliar geral e
- 01 piloto de embarcação.

Também foram utilizados os seguintes equipamentos:

- 01 estação total Pentax R326;
- 01 computador portátil;
- 02 dois prismas óticos;
- 01 ecobatímetro hidrográfico;
- 01 receptor GPS;
- 01 par de rádios de comunicação e
- 01 embarcação de 5 m de comprimento.

4.3.1.1 Variação do nível d'água

A partir do tratamento estatístico dos referidos dados, pôde-se conhecer a cota de nível d'água máximo e a cota nível d'água mínimo mais prováveis (estudo estatístico) para o período de vida útil da obra. O quadro 1 abaixo apresenta estas cotas referenciadas às cotas arbitradas para o par de marcos topográficos instalados no terreno pela equipe de campo.

Quadro 1: nível d'água máximo e a cota nível d'água mínimo.

Nível d'água máximo mais provável	88,74 m	
Nível d'água no dia do levantamento	78,68 m	01 Julho 05 (registrado na planta
Nível d'água mínimo mais provável	69,80 m	

Fonte: BRASIL, Ministério da Defesa, 2005.

Como última informação sobre variações fluviométricas, é importante observar que, há consideráveis repiques na localidade (variações bruscas de nível do rio em período de poucas horas, devido a descongelamentos de cordilheiras, trombas d'água, etc), podendo chegar a 2m.

4.3.1.2 Velocidade de corrente

No entorno da área portuária, pode-se considerar, para fins de projeto, uma velocidade de corrente máxima de 7 nós (3,61 m/s).

4.3.1.3 Condições de navegabilidade na área portuária

4.3.1.3.1 Correntes

Segundo informações dos comandantes de embarcações locais, não há correntes de água (ou corredeiras) que possam dificultar o acesso ao Porto ou a atracação das embarcações – seja no período da cheia (conhecido como enchente) ou da seca.

4.3.1.3.2 Bancos submersos

Também não costumam ser formados bancos (de areia, argila ou pedras) submersos na área portuária que venham atrapalhar o acesso ao Porto ou o atraque das embarcações.

4.3.1.3.3 Dragagens

Não há histórico de ter sido realizada alguma dragagem no local.

4.3.1.3.4 Áreas de Ante-Porto

Existem áreas suficientes para manobra, fundeio e distância de parada.

4.4 Terminal Hidroviário de Parintins – AM

Parintins é um município localizado no interior do estado do Amazonas, próximo à divisa com o estado do Pará. Com uma população de 102 945 habitantes, configura-se como o segundo município mais populoso do estado. Em nível nacional, entre os municípios com população superior aos 100 000 habitantes, configura-se como o 274º mais populoso e o 139º mais populoso entre os municípios que integram o interior brasileiro, sem pertencer a alguma região metropolitana.

Sua área é de 5 952 km², representando 0,3789 % do estado do Amazonas, 0,1545 % da região Norte brasileira e 0,0701 % do território brasileiro. Deste total, 12 4235 km² estão em perímetro urbano.

Trata-se de um dos pontos turísticos mais importantes da Amazônia e de um dos principais patrimônios culturais da América Latina, devido ao Festival Folclórico de Parintins. Todos os anos acontece o tradicional festival folclórico de Parintins com a apresentação dos bois Caprichoso e Garantido. Sua padroeira é Nossa Senhora do Carmo. O festival é uma manifestação folclórica conhecida no Norte do país como Boi Bumbá. O município localiza-se à margem direita do rio Amazonas, na ilha Tupinambarana.

Em um raio de pouco mais de duzentos quilômetros do município, encontram-se algumas das principais cidades do interior do Amazonas e do Pará – Itacoatiara, Manacapuru, Maués, Manicoré, Presidente Figueiredo, Santarém, Itaituba, Oriximiná, Óbidos, Altamira, entre outras – sendo o acesso a essas cidades principalmente via transporte fluvial.



Figura 24: Localização do município de Parintins/AM
Fonte: Google Earth, 2013.

Após a elevação da cota do terminal devido ao alagamento na enchente máxima registrada, fez-se necessária a elevação da estrutura metálica que sustentava a ponte fixa e ponte móvel de 32,00 metros, de modo a aumentar consideravelmente o ângulo de inclinação da ponte móvel de acesso.

Para solucionar este problema, o porto foi reprojetoado incluindo em seu arranjo uma nova ponte de 45,00 metros, um flutuante intermediário de 19,00 metros de comprimento, por 08,00 metros de boca e 01,50 metros de pontal, e um berço metálico de 13,00 metros de largura por 9,00 metros de comprimento. Sobre este berço metálico ficará apoiado o flutuante

intermediário mencionado acima. O flutuante principal possui 150,00 metros de comprimento por 15,00 metros de boca e 2,00 metros de pontal.

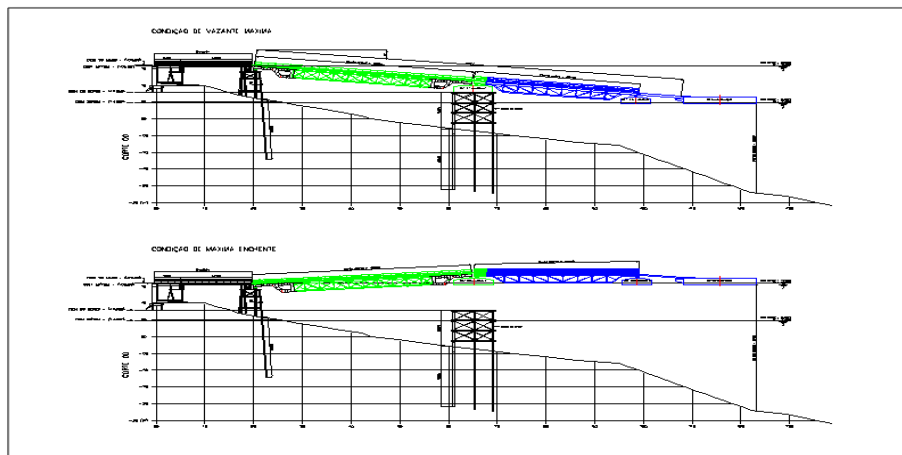


Figura 25: Vista de perfil do terminal de Parintins-AM.
Fonte: Primária.

Os tabuleiros das pontes de 32,00 metros e 45,00 metros foram projetados no banzo superior, o que cria na condição de rio cheio um obstáculo para a matéria orgânica que desce o rio Amazonas. No período de cheia, os troncos e vegetação que descem o rio acumulam-se nas pontes, flutuantes intermediários, amarras e flutuante principal, fazendo-se necessária a manutenção diária desse entulho.

Em 2011, na estação de chuvas, o terminal passou pelo primeiro teste após sua instalação e suportou as cargas aplicadas, tendo havido, entretanto, auxílio ininterrupto da equipe de manutenção.



Figura 26: Terminal portuário do município de Parintins – AM em condição de enchente.
Fonte: IP4, 2011.

4.4.1 Hidrologia do Rio Amazonas

A Bacia Amazônica é detentora da maior reserva de água doce em estado líquido do planeta e suas proporções revelam tal potencial hídrico, cobre uma superfície aproximada de 6.1 106 km² e se estende por oito países sul-americanos (FLIZOLA, 2002).

Sua superfície se estende desde 79° de longitude Oeste (Rio Chamaya, Peru) até 48° de longitude Oeste (Rio Pará, Brasil), e de 5° de latitude Norte (Rio Cotingo, Brasil) a 20° de latitude Sul (Rio Parapeti, Bolívia) FILIZOLA et al., (2002) afirmam que esta bacia continental está distribuída nas seguintes proporções: Brasil (63%), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5.8%), Equador (2.2%), Venezuela (0.7%) e Guiana (0.2%).

Dessa forma, segundo Filizola, opcit, (2002) a Bacia Amazônica é ainda bordejada a oeste pela Cordilheira dos Andes, com picos nesta região, que chegam próximo dos 7000 m: Nevado Huascarán (6768 m, Peru), Illampu (6.550 m, Bolívia).

Em território brasileiro, a Região Hidrográfica Amazônica, compreende áreas pertencentes a 7 estados da federação com uma área total de pouco mais de 4 milhões de km².

A região Amazônica é conhecida por sua grande disponibilidade hídrica, que se dá por uma densa rede de drenagem, entrecortando esta vasta região com rios, lagos e igarapés com grande variabilidade tanto na extensão quanto na largura e no volume de água transportado.

Dentre os principais e maiores cursos d'água afluentes do Amazonas destacam-se pela margem direita os rios: Javari, Juruá, Jutaí, Purus, Madeira, Tapajós e Xingu. Pela margem esquerda têm-se os rios: Içá, Japurá, Negro, Uatumã, Nhamundá, Trombetas e Jarí (FILIZOLA et al., 2002).

Genericamente, o clima da Região Hidrográfica Amazônica, no Brasil, é classificado como de úmido a super úmido, isso devido a características muito próprias, dentre outras, aquelas advindas do fato de receber uma intensidade média anual de chuva da ordem de 2460 mm (MOLINIER et al., 1996).

O volume de água doce aportado pelo Rio Amazonas ao Oceano Atlântico é calculado como sendo da ordem de 15% a 16% de todos os aportes de água de todos os rios do mundo aos oceanos (MILLIMAN e MEADE, 1983).

A vazão média de longo período estimada para o Rio Amazonas é da ordem de 133.861 m³/s (68% do total do país), considerando-se apenas as contribuições brasileiras. A contribuição de territórios estrangeiros para as vazões da região hidrográfica é de 71.527 m³/s (ANA, 2002).

Os dados foram obtidos na Agência Nacional de Águas (ANA), órgão responsável pela coordenação e disponibilização dos dados da rede hidrometeorológica nacional. A estação fluviométrica de Parintins é operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

4.4.1.1 Identificação de estação fluviométrica

Código: 16350002

Nome: Parintins

Tipo: fluviométrica

4.4.1.2 Localização

Bacia: Rio Amazonas – código: 1

Sub-bacia: Rio Amazonas, Trombetas e outros – código: 16

Rio: Rio Amazonas – código: 10001000

Estado: Amazonas – código: 03

Município: Parintins – código: 03034000

4.4.1.2.1 Entidades

Responsável: Agência Nacional de Águas - ANA

Operadora: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

4.4.1.2.2 Coordenadas

Latitude: -02:37:50

Longitude: -056:15:07

Área de drenagem: 4.447.380 km²

4.4.2 Batimetria

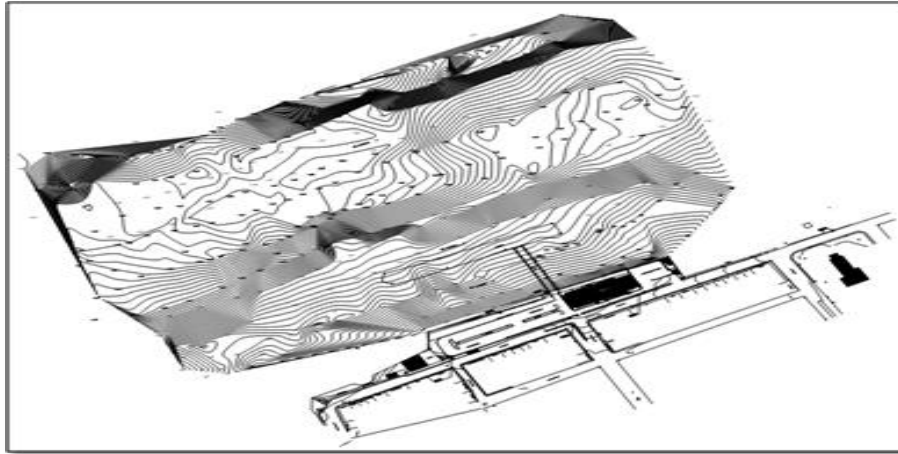


Figura 27: Planta de batimetria do Porto de Parintins.
Fonte: Pereira, 2009.



Figura 28: Subáreas do Porto de Parintins/AM.
Fonte: BRASIL, Ministério do Exército, 2009.

Na área em terra (retroporto) as duas subáreas (verde e amarelo) atualmente estão localizadas em cotas semelhantes, suscetíveis as inundações do Rio Amazonas. A subárea verde abrange o estacionamento de veículos e parte do terminal de passageiros. A subárea amarela abrange o Terminal de Cargas e o pátio de manobras do próprio terminal. Dessa forma, o propósito da implantação do projeto de readequação do Terminal Portuário de Parintins nessas duas subáreas é apresentar uma solução que permita a elevação das cotas do retroporto, na medida do possível, a fim de melhorar a sua capacidade operacional e o nível de segurança hídrica (ver figuras 26 e 27) (BRASIL, 2009).

Atualmente as duas subáreas (verde e amarelo) estão situadas num plano médio com cota variando entre 15,10 m (linha do muro de contenção) e 16,10 m (linha divisória entre o retroporto e a cidade). Assim, após a identificação das restrições construtivas inerentes ao

porto instalado, chega-se a conclusão da necessidade de se elevar as cotas das subáreas verde e amarela para platôs mais elevados (BRASIL, 2009).

Assim, a área verde poderá ser reposicionada para a cota média 15,90 m (corresponde ao nível 963 cm da régua linimétrica). A área amarela poderá ser reposicionada na cota média 17,10 m (corresponde ao nível 1083 cm da régua linimétrica). A área azul não será alterada uma vez que é destinada ao estacionamento, uso que não representa uma ocupação nobre (BRASIL, 2009).

Cabe ressaltar que a concepção adotada para a definição das elevações das subáreas do retroporto levou principalmente em consideração os fatores limitantes impostos pela arquitetura do terminal de passageiros bem como as restrições relativas ao escoamento da drenagem pluvial das ruas confluentes com a entrada principal do porto (BRASIL, 2009).

Assim, a concepção adotada eleva a subárea verde apenas 80 cm em média, pois o edifício do terminal de passageiros não comporta uma maior elevação no seu 1º piso em função da preservação de uma altura do pé-direito que atenda o mínimo exigido por norma. De forma semelhante, eleva-se a subárea amarela em 2,0 metros em média, pois assim é possível alcançar um tempo de retorno compatível com uma obra portuária ao mesmo tempo em que se equaciona o problema do esgoto sanitário (BRASIL, 2009).

Assim, as cotas calculadas na simulação estatística, representam as cotas de piso acabado de cada uma das subáreas projetadas (verde e amarelo). Dessa forma, foi possível calcular os tempos de retorno de cada uma das subáreas previstas no projeto.

A subárea verde atenderá tempos de retorno próximos aos 10 anos uma vez que há a previsão de se trabalhar com duas diferentes cotas de piso acabado. A cota 15,90 m para as áreas externas ao terminal de passageiros e a cota 16,00 m para o piso acabado dentro do próprio terminal de passageiros, atingindo um tempo de retorno de 8,6 e 9,70 anos, respectivamente. Já a subárea amarela atenderá a um tempo de retorno de 38.5 anos, cumprindo-se assim a sua função de cota representativa de obra portuária. Esse setor de cargas tem sua contenção localizada ao longo da linha de cota 17,10 m (BRASIL, 2009).

Para os níveis mínimos, a cota crítica representa a altura mínima que o cais flutuante poderá atingir, mediante a deflexão total da ponte móvel, ou seja, 4,90 m.

Todo o trabalho estatístico foi desenvolvido em função dos registros dos níveis de água estabelecidos pela estação fluviométrica e, conforme os dados da topografia realizada no local, a diferença entre duas alturas equivalentes da régua linimétrica e de uma cota localizada no Porto foi calculada em 6,27 m. A partir dessa relação, foram estabelecidas as cotas críticas do Porto de Parintins (BRASIL, 2009).

4.5 Terminal Hidroviário de Humaitá – AM

Humaitá é um município localizado ao sul do Estado do Amazonas, à margem esquerda do Rio Madeira, no entroncamento das rodovias Transamazônica e BR 319.

Por sua localização estratégica, pode ser considerado o Portal do Estado, já que é o único município que tem acesso ao restante do país por rodovia asfaltada e também o primeiro para quem chega do Centro Sul do Brasil (Figura 22).

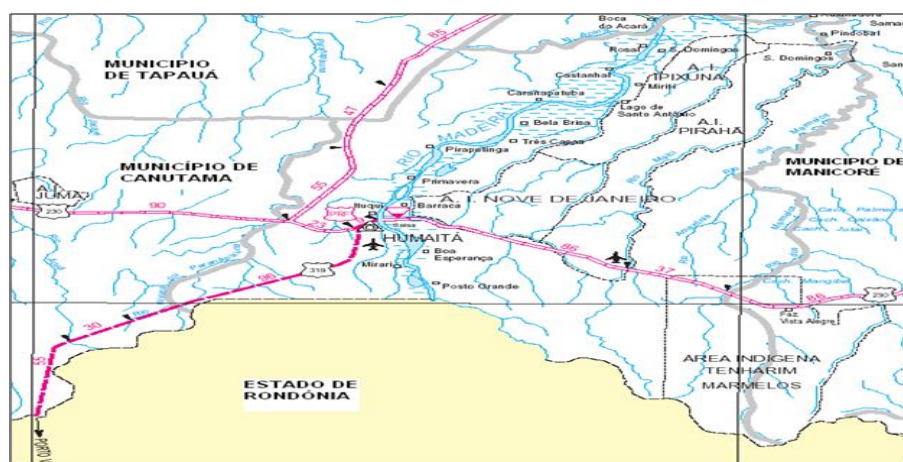


Figura 29: Localização do município de Humaitá – AM.

Fonte: BRASIL, Exército Brasileiro, 2005.

O terminal fluvial destina-se a operações de movimentação de cargas e passageiros oriundos da navegação regional da Amazônia. Sua estrutura compreende três pontes metálicas, com 45,0 metros e duas com 35,0 metros de comprimento com o tabuleiro no banzo inferior e passarelas laterais para pedestres, três flutuantes intermediários, sendo um com 17,00 metros de comprimento, 07,00 metros de boca e 01,50 metros de pontal e dois com 17,00 metros de comprimento 07,00 metros de boca e 02,00 metros de pontal, onde estes dois últimos flutuantes ficarão apoiados sobre dois berços metálicos com largura aproximada de 19,00 metros e comprimento aproximado de 09,00 metros (PETCON, 2006)

O porto possui um flutuante para atracação das embarcações e uma ponte de acesso, além de um prédio que compreende a estação hidroviária de passageiros e armazém geral, além de uma área destinada ao estacionamento de veículos. A estação hidroviária de passageiros possui uma área de aproximadamente 270 m², dando plenas condições de embarque e desembarque de passageiros (PETCON, 2006).

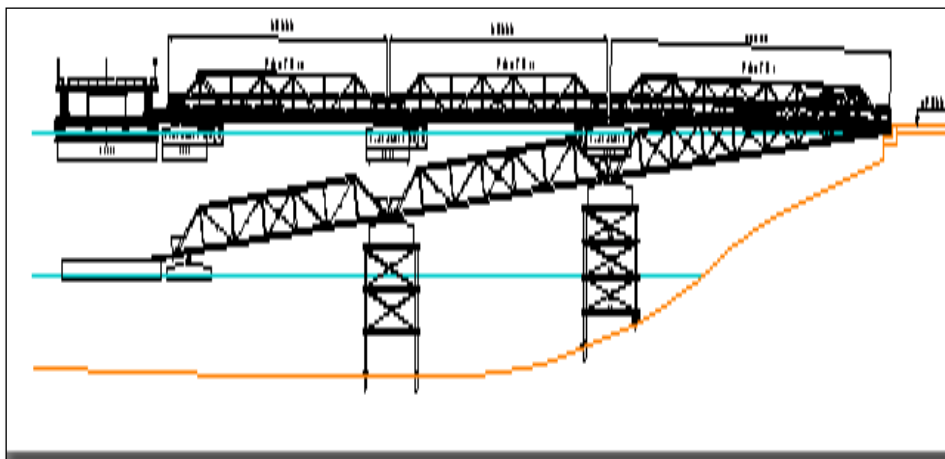


Figura 30: Vista do perfil do terminal portuário do município de Humaitá – AM.
 Fonte: DEC–Departamento de Engenharia e Construção–Exército Brasileiro, 2005

Durante o período de cheia, o terminal sofre com o acúmulo de matéria orgânica em sua estrutura fluvial, ou seja, a madeira e vegetação aquática enroscam nos cabos de ancoragem do terminal e na proa dos flutuantes principal e intermediários, forçando o sistema de ancoragem, podendo, em casos de negligência operacional somado à falta de manutenção, acarretar em acidentes graves.

A hidrovia do rio Madeira tem papel relevante no eixo de escoamento de cargas, isso devido a conexão entre as regiões Norte e Centro-Oeste a portos de grande porte, por onde a produção é escoada para outros países.



Figura 31: Terminal portuário do município de Humaitá–AM–acúmulo de madeira e vegetação nos cabos flutuantes.
 Fonte: primária.

O desenvolvimento regional do estado do Amazonas está intimamente relacionado à cooperação dos distintos modos de transporte, para maximizar a realização de uma cadeia

completa de interações sociais que dependem da mobilidade, o que para Joignaux et al. (2007), o tratamento em separado traz a marca do divórcio entre o território e suas redes, que é uma marca difícil de reverter a curto e médio prazo.

O mesmo autor ressalta ainda que novas dinâmicas territoriais emergem e elas afetam as necessidades de transporte ou, mais amplamente, o deslocamento de pessoas, bens e informações. Isso se refere à nova coordenação e interação necessária para a produção, troca e mudanças de estilos de vida e, portanto, da utilização do espaço.

A estratégia de desenvolvimento territorial baseada exclusivamente na oferta de infraestrutura pode ter apenas um efeito muito pequeno, pois o desenvolvimento é mais uma dinâmica que converge os elementos já existentes e muitas vezes intangíveis, e os que são criados (JOIGNAUX et al., 2007).

No Amazonas, o que se vê é que a utilização da hidrovia está cada vez mais incrementada, tanto na otimização das embarcações e sinalizações dos rios, quanto na tecnologia e melhoramento dos portos do interior do estado. Os rios permitem o transporte rodoviário/fluvial, onde os semirreboques de cargas naveguem sobre balsas. As cargas também podem ser transportadas sobre o convés e nos porões das balsas – cargas sólidas e líquidas, respectivamente. Uma modalidade que persiste nos rios do Amazonas são os armazéns flutuantes, com capacidade de carga de 28.000 toneladas, em comboios de 12 balsas. Em Manaus pode-se observar a intermodalidade fluvial e marítima (BERTOLINI, 2007).

4.5.1 Batimetria

4.5.1.1 Variação do nível d'água

A partir do tratamento estatístico dos referidos dados, pôde-se conhecer a cota de nível d'água máximo e a cota nível d'água mínimo mais prováveis (estudo estatístico) para o período de vida útil da obra. O quadro 2 abaixo apresenta estas cotas referenciadas às cotas arbitradas para o par de marcos topográficos instalados no terreno pela equipe de campo.

Quadro 2: Nível d'água máximo e a cota nível d'água mínimo.

Nível d'água máximo mais provável	46,73 m	
Nível d'água no dia do levantamento	36,33 m	04 Julho 05 (registrado na planta)
Nível d'água mínimo mais provável	31,06 m	

Fonte: BRASIL, Ministério da Defesa, 2005.

Como última informação sobre variações fluviométricas, é importante observar que, há consideráveis repiquetes na localidade (variações bruscas de nível do rio em período de poucas horas, devido a descongelamentos de cordilheiras, trombas d'água, etc.), podendo chegar a 2 m.

4.5.1.2 Velocidade de corrente

No entorno da área portuária, pode-se considerar, para fins de projeto, uma velocidade de corrente máxima de 7 nós (3,61 m/s).

4.5.1.3 Condições de navegabilidade na área portuária

4.5.1.3.1 Correntes

Segundo informações dos comandantes de embarcações locais, não há correntes de água (ou corredeiras) que possam dificultar o acesso ao Porto ou a atracação das embarcações – seja no período da cheia (conhecido como enchente) ou da seca.

4.5.1.3.2 Bancos submersos

Na época da estação seca, quando o nível d'água abaixa, aparece um afloramento de rochas do leito fluvial a jusante da área escolhida para construção do porto (500 m de distância do mesmo), porém não interferem no projeto. Também não costumam ser formados bancos (de areia ou argila) submersos na área portuária que venham atrapalhar o acesso ao Porto ou o atraque das embarcações.

4.5.1.3.3 Dragagens

Não há histórico de ter sido realizada alguma dragagem no local.

4.5.1.3.4 Áreas de Ante-Porto

Existem áreas suficientes para manobra, fundeio e distância de parada.

CAPÍTULO V – GESTÃO AMBIENTAL DOS TERMINAIS HIDROVIÁRIOS

5.1 Limpeza manual e mecanizada

5.1.1 Porto de Humaitá / AM

O Porto de Humaitá localiza-se no rio Madeira, que é considerado atualmente uma das mais importantes hidrovias do país. Por ela passam as balsas graneleiras que dão escoamento à produção de grãos do Centro Oeste brasileiro e de Rondônia para Itacoatiara e Belém e seguem destas cidades para o exterior.

Segundo informações locais, o nome “Madeira” originou-se devido aos troncos de árvores que são arrancadas de suas margens nas cheias e são transportadas ao longo da calha do rio. Suas águas são barrentas porque seu leito ainda está em formação, o que provoca inclusive o fenômeno das “terras caídas”, que são pedaços de barranco que ele leva consigo.

O Porto de Humaitá foi construído para atender o grande número de embarcações que diariamente atracam para embarque de cargas e passageiros. Antes da construção, o porto apresentava dificuldades para o acesso de passageiros, estivadores e demais usuários. O porto foi inaugurado em março de 2010.

O Porto de Humaitá não suportou a força da correnteza do rio Madeira quando atingiu seu nível máximo e deslocou-se. Nas Figuras 31 e 32 pode-se observar o Porto de Humaitá/AM.



Figura 32: Porto de Humaitá/AM.
Fonte: DOC, 2011.

5.1.1.1 Problemas identificados

- ✓ Acúmulo de material orgânico nos cabos, fazendo pressão (tensão) causando instabilidade;



Figura 33: Flutuantes e sistema de ancoragem no Porto de Humaitá/AM.
Fonte: DOC.

- ✓ Instabilidade no Cais (atracadouro) e flutuantes, devido ao acúmulo de material vegetal (árvores, galhos, etc), causando pressão nos cabos;



Figura 34: Acúmulo de material vegetal nos cabos – Porto de Humaitá/AM.
Fonte: Adm. Porto Humaitá.

- ✓ Caso apenas um galho fique preso, é o suficiente para o acúmulo de vários materiais orgânicos e até resíduos sólidos como plásticos (PET);



Figura 35: Acúmulo de material vegetal nos cabos – Porto de Humaitá/AM
Fonte: Adm. Porto Humaitá.

- ✓ Dificuldades na limpeza, visto que a retirada desse material vegetal atualmente é feita de maneira manual, comprometendo a segurança dos operadores (Figuras 27, 28 e 29). É necessário amarrar o material orgânico (troncos, etc), em seguida, com o auxílio de embarcações (Figura 29), desloca-se esse material até a calha do rio, permitindo o seu fluxo normal;



Figura 36: Retirada do material vegetal – Porto de Humaitá/AM .
Fonte: Adm. Porto Humaitá.



Figura 37: Retirada do material vegetal – Porto de Humaitá/AM.
Fonte: Adm. Porto Humaitá.



Figura 38: Embarcação auxiliando na remoção do material vegetal.
Fonte: Adm. Porto Humaitá.



Figura 39: Dificuldades na retirada do material – Porto de Humaitá/AM.
Fonte: Adm. Porto Humaitá.

Segundo a administração do Porto de Humaitá, ainda existem dificuldades no que se refere à limpeza que tem que ser diária, visto que, pouco tempo após a retirada do material vegetal, volta-se a acumular novamente;

- ✓ No Porto de Humaitá também foi identificado o transporte de sedimentos nas margens do rio (Figuras 30 e 31), acompanhada de erosão fluvial em alguns pontos isolados. Este processo é natural, porém deve ser controlado para não prejudicar a estabilidade do porto;

Depois da remoção, os fragmentos sólidos (detritos), independentemente das suas dimensões, podem ser levados para outros locais, a maiores distâncias, como ocorre no Porto de Humaitá.

5.1.2 Porto de Manacapuru - AM

O Porto de Manacapuru localiza-se à margem esquerda do rio Solimões, o município situa-se no encontro dos rios Solimões e Manacapuru.



Figura 40: Porto de Manacapuru/AM.
Fonte: DOC, 2011.



Figura 41: Flutuante do Porto de Manacapuru/AM.
Fonte: DOC.

O Porto de Manacapuru desabou após o rompimento dos cabos de sustentação do flutuante, como pode ser observado na Figura 41. Atualmente, o porto ainda enfrenta problemas, como acúmulo de material orgânico, que tem comprometido a segurança e a estabilidade das pontes.



Figura 42: Incidente ocorrido no Porto de Manacapuru/AM.
Fonte: <http://canalitacoatiara.com.br>.

5.1.2.1 Problemas identificados

- ✓ Acúmulo de material orgânico nos cabos, fazendo pressão (tensão) e causando instabilidade;



Figura 43: Porto de Manacapuru/AM.
Fonte: DOC, 2011.



Figura 44: Porto de Manacapuru/AM.
Fonte: DOC.

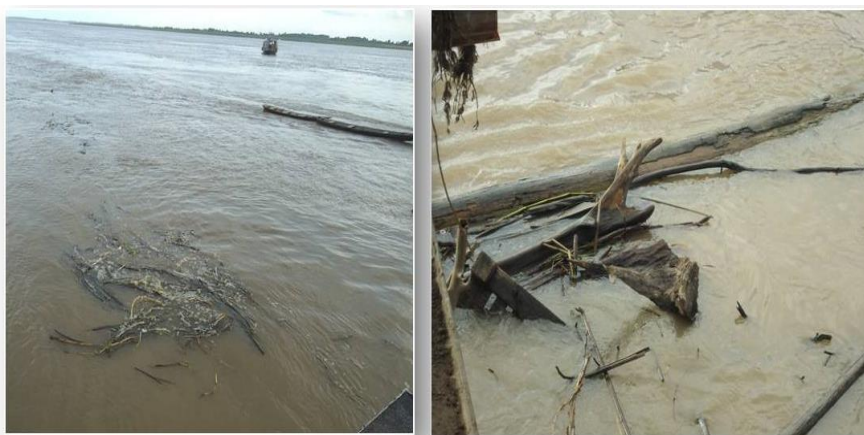


Figura 45: Material vegetal que desce pelo rio Solimões e atinge o Porto de Manacapuru/AM
Fonte: SMA/DPatr.

- ✓ Instabilidade no Cais (atracadouro) e flutuantes, devido ao acúmulo de material vegetal (árvores, galhos, etc), causando pressão nos cabos;



Figura 46: Porto de Manacapuru/AM.
Fonte: DOC, 2011.

- ✓ Sistema de Ancoragem: todas as linhas de ancoragem apresentam-se danificadas;



Figura 47: Linhas de ancoragem danificadas – Cais instável.
Fonte: SMA/DPatr.



Figura 48: Ancoragem do Porto de Manacapuru/AM.
Fonte: DOC.

- ✓ Problemas estruturais graves: estrutura da plataforma do porto encontra-se numa situação crítica:
- ✓ A estrutura sofreu deformação e necessita de recuperação (Figuras 25 e 26). Observa-se que o Porto de Manacapuru apresenta, atualmente, riscos no que se refere à segurança. Reitera-se a necessidade de vistoria detalhada em toda a estrutura das pontes, de forma que através de um laudo técnico obtenha-se a dimensão exata dos pontos a serem recuperados;

5.2.3 Porto de Parintins/AM

O Porto de Parintins (Figuras 48 e 49) é o segundo maior terminal hidroviário do Amazonas, localizando-se à margem do rio Amazonas. Dispõe de uma área de 7.500 metros quadrados, a abrigar um cais com ponte flutuante que acompanha a vazante e enchente do rio, dotado de um sistema de amortização de choque para atracação de transatlânticos (www.casacivil.am.gov.br).

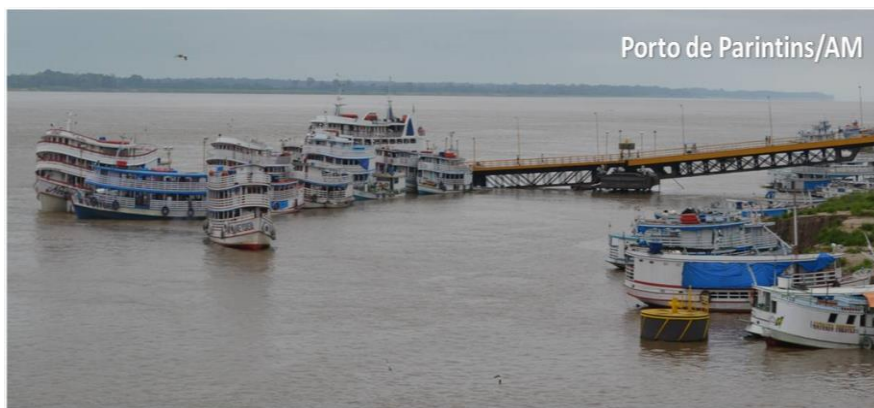


Figura 49: Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC.



Figura 50: Atracadouro no Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC.

A reforma do porto elevou a estrutura do local para evitar alagamentos, aumentou a capacidade de atracação para 100 embarcações e estendeu a passarela da estrutura para 45 metros de comprimento. Segundo a Administração, o porto tem capacidade para 2,5 mil toneladas.

Com a reforma, o terminal passou a contar com salas de embarque e desembarque climatizadas, elevador para portadores de necessidades especiais, área para lojas e restaurantes (Figura 50).



Figura 51: Novo Porto de Parintins/AM.
Fonte: SMA/DPatr.

O Porto de Parintins também apresenta problemas com o acúmulo de grande quantidade de matéria orgânica (paliteiro, galhada, troncos e vegetação), que fica represada na estrutura dos flutuantes intermediários, principais e nas pontes de acesso. Este acúmulo aumenta os esforços nas estruturas do porto, comprometendo a segurança e a estabilidade das pontes, podendo chegar ao colapso. Além da segurança, reitera-se que tal fato prejudica o acesso de passageiros e a operação do porto.

5.2.3.1 Problemas identificados

- ✓ O Porto de Parintins possui a estrutura das pontes com treliças dimensionadas abaixo do pavimento de acesso. Desta forma, quando o nível do rio está em sua cota máxima ou o nível atinge as treliças, cria-se uma barreira que provoca o acúmulo de material vegetal (Figuras 51 e 52);



Figura 52: Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC, 2011.



Figura 53: Flutuante do Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC, 2011.

- ✓ Acúmulo de material orgânico nos cabos, fazendo pressão (tensão) causando instabilidade;
- ✓ Instabilidade no Cais (atracadouro) e flutuantes, devido ao acúmulo de material vegetal (árvores, galhos, etc), causando pressão nos cabos;

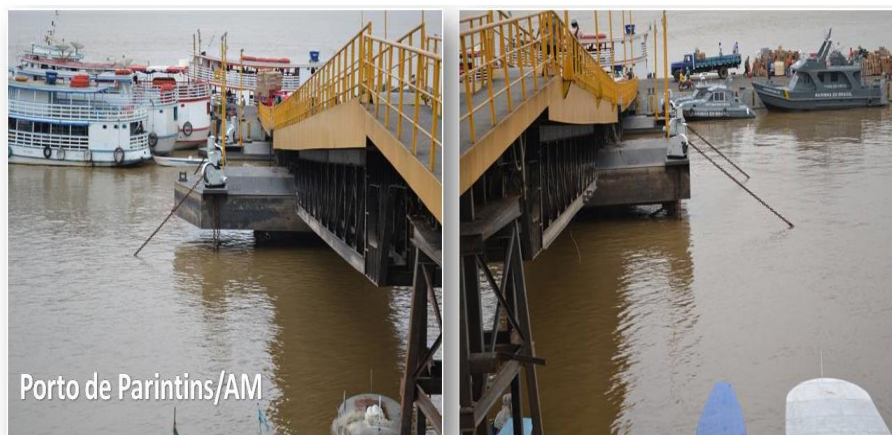


Figura 54: Estrutura do Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC.2011.

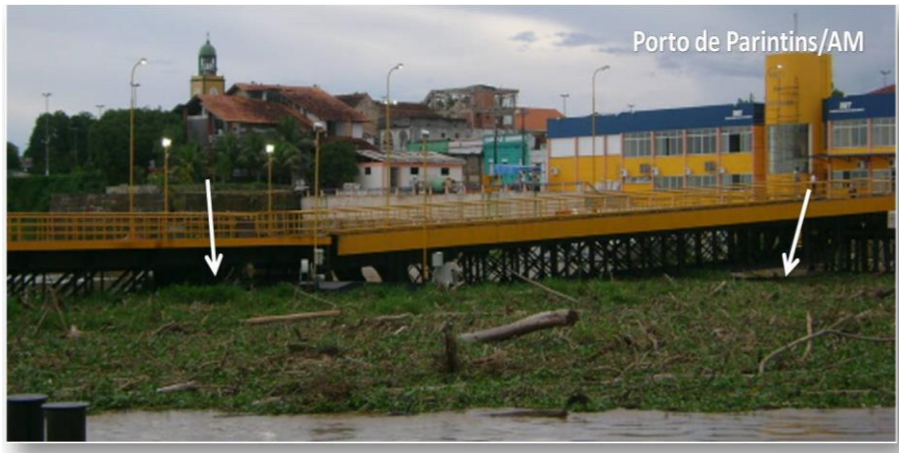


Figura 55: Acúmulo de materiais orgânicos no Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC.



Figura 56: Materiais acumulados no Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC.

- ✓ Lançamento de efluentes (esgoto/águas pluviais), causando erosão nos taludes;



Figura 57: Lançamento de efluentes (erosão) – Porto de Parintins/AM.
Fonte: DOC, 2011.



Figura 58: Lançamento de efluentes (erosão) – Porto de Parintins/AM.
Fonte: SMA/DPatr.

5.2.4 Porto de Manicoré - AM

Segundo o Ministério do Exército (2005), a Cidade se localiza à margem direita do Rio Madeira, a uma altitude de aproximadamente 50 m e em coordenadas próximas de 05° 50' latitude Sul e 61° 19' longitude Oeste. O Município se limita ao Norte pelos municípios de Beruri e Borba; a Leste pelo Município de Novo Aripuanã; ao Sul pelo Estado de Rondônia e a Oeste pelos municípios de Humaitá e Tapauá.

Possui aproximadamente 42000 habitantes, sendo que 40% destes se concentram na zona urbana (sede do Município), enquanto os demais se dividem por 135 comunidades rurais.



Figura 59: Cidade de Manicoré/AM.
Fonte: ME, 2005.

5.2.4.1 Problemas identificados

- ✓ Há pontos de lançamentos de esgotos pluviais e/ou de águas servidas que vêm causando

intensa erosão, além de lançamentos de lixo no talude mesmo com a forte campanha contra despejos de lixo organizada pela Prefeitura Municipal. Esta erosão é intensificada pela veloz corrente do Rio Madeira, pelos frequentes choques das diversas embarcações constantemente amarradas ao barranco e por outras ações do homem;

- ✓ A proximidade do centro da cidade, se não é o critério mais importante, é um dos mais importantes. Diz-se isto baseado na análise dos hábitos da maioria dos usuários do porto. Maioria esta constituída por passageiros (com carga acompanhada) cujo centro geométrico de seus destinos vem a ser o próprio centro da cidade.

Os Andes exportam anualmente cerca de 500 milhões de toneladas de sedimentos. Desse total, cerca de 60 % ficam na região da bacia de “antepaís”, ou seja, a planície no sopé dos Andes. O restante segue pelos rios, dentre eles, o rio Madeira é um dos principais.

Ao entrar no Brasil, o rio Madeira, na localidade de Vilabela (Nova Mamoré), possui um fluxo global de material de 270 milhões de toneladas/ano. Desse total 15% é material dissolvido e 85% é material particulado (sedimento em suspensão e de fundo). Do material particulado cerca de 2% é material de leito (transporte de sedimento por saltitação e/ou arraste), o restante é transportado em suspensão. A granulometria média (d₅₀) está em torno de 0,11 mm, 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.

No município de Manicoré a descarga de sedimentos tem provocado a formação de bancos areno-argilosos, dificultando a navegação regional, fato que ocasiona assoreamento do rio em frente à cidade, e vem aumentando, de maneira descontrolada, nos últimos cinco anos (dados levantados pela Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Manicoré).

Através de levantamentos realizados sobre a origem do problema, verificou-se que esse fenômeno é decorrente do efeito da barra da “enchente de baixo”, o qual, na altura da sede do município de Manicoré, reduz drasticamente a velocidade das águas do rio Madeira, gerando uma "cortina de sedimentação" e o conseqüente assoreamento.

Durante o período de cheia, os terminais portuários de Humaitá, Manacapuru, Parintins e Manicoré sofrem com o acúmulo de matéria orgânica em suas estruturas fluviais, isto é, a madeira e vegetação aquática enroscam nos cabos de ancoragem do terminal e na proa dos flutuantes principal e intermediários, forçando o sistema de ancoragem, podendo, em casos de negligência operacional somado à falta de manutenção, acarretar em acidentes graves.

No período de cheia, os troncos e vegetação que descem o rio acumulam-se nas pontes, flutuantes intermediários, amarras e flutuante principal, fazendo-se necessária a remoção diária desse entulho.

A seguir algumas figuras ilustram os danos ambientais causados por acúmulo de materiais sólidos:



Figura 60: Acúmulo de madeira e vegetação nos cabos e flutuantes.
Fonte: IP4, 2011.



Figura 61: Material acumulado no flutuante intermediário.
Fonte: IP4, 2011.



Figura 62: Embarcação realizando o trabalho de remoção do entulho.
Fonte: IP4, 2011.

O fenômeno em questão ocorre com a subida do nível das águas, as margens de alguns rios tendem a desmoronar, carregando rio abaixo uma grande quantidade de sedimentos, que interferem na profundidade do rio, na variação da posição do canal navegável, outro fenômeno comum é o arrasto de árvores, que em grande parte não são de madeiras muito densas, fazendo-as flutuar na superfície da água. Esses materiais, ao depararem com os cabos dos flutuantes e partes que ficam sobre o rio ficam presos, gerando um esforço nas suas estruturas, não previsto em projeto, ocasionando assim os danos.



Figura 63: Avaria no mancal de apoio devido ao acúmulo de entulho.
Fonte: IP4, 2011.



Figura 64: Colapso na estrutura do mancal.
Fonte: IP4, 2011.

A manutenção mais intensa é feita durante o período da cheia que vai de novembro a março. Os mecanismos utilizados para a limpeza dos portos é manual e mecanizada. no ano de 2011 foram inaugurados doze terminais Hidroviários no Estado do Amazonas e na atividade de operação observou-se que em quatro, principalmente os localizados as margens

do rio Madeira e durante o período de cheia, o imenso acúmulo de matéria orgânica (paliteiro, galhada, troncos e vegetação) em suas estruturas metálicas fluviais. A madeira e vegetação aquática enroscam nos cabos de ancoragem dos terminais e na proa do flutuante principal e intermediários, forçando assim o sistema de ancoragem e podendo, em caso de negligência operacional juntamente com a falta de manutenção, acarretar em acidentes graves, conforme figura 64.



Figura 65: Acúmulo de material na estrutura do Terminal de Parintins/AM



Figura 66: Pontes Metálicas do Terminal de Manacapuru/AM foram deslocadas devido ao acúmulo de Matérias.

Outro problema enfrentado pela administração dos Terminais é em relação à limpeza desse material vegetal que atualmente é realizada de maneira manual, comprometendo a segurança dos operadores (figura 67). Ocorre com a amarração do material e em seguida utiliza-se o auxílio de embarcações que deslocam esse material orgânico até a calha do rio, permitindo o seu fluxo normal. Essa limpeza é realizada diariamente, visto que, pouco tempo após a retirada do material vegetal, volta-se novamente o acúmulo.



Figura 67: Retirada manual do material vegetal no Terminal de Humaitá/AM.

Diante deste contexto, os terminais que apresentam este dano ambiental, ficam impossibilitados de operar no período de cheia dos rios o que causa sérios transtornos socioeconômicos. Os projetistas não se atentaram para, na confecção dos projetos, as características dos rios da região do Amazonas que estão em plena formação, pois não está identificado nos memoriais descritivos e nem nos manuais de operação tal situação de manutenção.



Figura 68: Terminal de Parintins - Condição de enchente.
Fonte IP4, 2011.



Figura 69: Matéria orgânica na proa do flutuante principal.
Fonte IP4, 2011.



Figura 70: Troncos e vegetação presos na treliça da ponte.
Fonte: ERIN, 2011.



Figura 71: Equipe de limpeza do terminal de Parintins/AM.
Fonte: ERIN, 2011.

A maioria dos municípios amazônicos enfrentam problemas com a falta de infraestrutura portuária. Especificamente os terminais hidroviários em que há urgência quanto ao início da remoção dos resíduos orgânicos e reestruturação das obras fluviais, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado sérios problemas socioambientais.

Sendo assim, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União.

CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES

Diante dos objetivos que foram expostos no trabalho realizar diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, já instalados, observou-se que o sistema aquaviário da região Amazônica é uma das maiores do Brasil e do mundo. Diante disso, o transporte de cargas e passageiros tornaram-se essenciais para a sobrevivência das comunidades ribeirinhas, além do transporte fluvial desempenhar um papel importante para os Municípios e, em muitos casos, ser o único meio de transporte possível.

Entretanto, os problemas enfrentados pela grande maioria dos municípios amazônicos com a falta de infraestrutura portuária. Mas precisamente quanto aos terminais hidroviários de Parintins, Humaitá, Manacapuru e Manicoré, o que foi tratado no presente trabalho. Como se viu, há urgência quanto às obras de reestruturação dos referidos portos, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado problemas socioambientais nas cidades visitadas.

A maioria dos municípios amazônicos enfrentam problemas com a falta de infraestrutura portuária. Especificamente os terminais hidroviários em que há urgência quanto ao início da remoção dos resíduos orgânicos e reestruturação das obras fluviais, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado sérios problemas socioambientais.

Sendo assim, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União.

Há terminais flutuantes que funcionam precariamente e até mesmo sendo restritas a passageiros e que comprometem a segurança do referido terminal hidroviário. A Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental tem exigido que a Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (AHIMOC) mantenha um serviço permanente de retirada do material orgânico.

6.1 Possíveis soluções propostas

1. Normatização técnica específica para a construção de terminais hidroviário fluviais no Amazonas;
2. Controle ambiental específico para terminais hidroviários fluviais no Amazonas;
3. Projetos dos Terminais Hidroviários específicos para cada região do Estado do Amazonas;
4. Estudos aprofundados dos locais de instalação dos terminais hidroviários fluviais no Estado do Amazonas;
5. Regularização dos Terminais Hidroviários na Amazônia;
6. Soluções viáveis para a problemática de acúmulo de materiais orgânicos nos Terminais Hidroviário no Estado do Amazonas.

REFERÊNCIAS

ALBAN, M. **O Contencioso EADI Salvador, TECON Salvador e a Regulação Portuária: análise do problema do ponto de vista econômico-institucional**, EADI Salvador, Mimeo, 2002.

ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, Volume 33. Minas Gerais, 2003.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Caderno de Recursos Hídricos Navegação Interior e sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos**, 2005. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 03/05/2013.

ANDRADE, Claudia Daza; AZEVEDO, José Paulo Soares de; FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos de. **Análise pluviométrica da bacia transfronteiriça do Rio Madeira**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2008.

ANTAQ - Agência Nacional de Transporte Aquaviário. **Relatório Técnico**, fevereiro de 2013.

BANDEIRA, J. V.; AUN, P. E. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo: ABRH, 2v, 1989.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed., Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo: 2001.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas**. Modelos e Aplicação. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 1994.

BERTOLINI, I. Transporte fluvial na Amazônia. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE HIDROVIAS**. 2007. Manaus. Anais... Manaus: ANTAQ, 2007. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/PalestraBertolini.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

BOLUFER, P. **Batimetria consumergible autónomo**. Barcelona, 2007. Artigo. Instituto Químico de Sarriá. Disponível em http://www.mappinginteractivo.com/plantilla3ante.asp?id_articulo=1421. Acesso em 20 set. 2013.

BORDAS, M. P.; SEMMELMANN, F. R. Elementos de Engenharia de Sedimentos. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia. Ciência e aplicação**. 3. edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Decisão 875/2002-TCU-Plenário (TC 005.178/2002-8)**. Ministro-Relator Marcos Vinicius Vilaça. Ata 25/2002-Plenário, Sessão de 17/07/2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Anteprojeto de reestruturação 07:** Porto de Manacapuru, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Anteprojeto de reestruturação 08:** Porto de Manacapuru, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Anteprojeto de reestruturação 06:** Porto de Parintins, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Anteprojeto de reestruturação 10:** Porto de Huimaitá, 2005.

BRASIL, ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Plano Nacional de Integração Hidroviária:** Desenvolvimento de Estudos e Análises das Hidrovias Brasileiras e suas Instalações Portuárias com Implantação de Base de Dados Georreferenciada e Sistema de Informações Geográficas. Relatório Executivo. Laboratório de Transportes e Logística – LABTRANS/UFSC, 2013.

BRITO, Eliane Gomes de. **Transporte hidroviário interior de passageiros na região amazônica:** metodologias aplicáveis ao cálculo do valor da tarifa. Dissertação apresentada à Coordenação de pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Junho, 2008.

CALLEDE, Jacques; GUYOT, Jean Loup; RONCHAIL, Josyane; MOLINIER, Michel; OLIVEIRA Eurides de. 2002: L'Amazone à Óbidos (Brésil): étudestatistique des débits et bilan hydrologique, **Hydrological Sciences Journal**, 47:2, 321-333

CARDOSO, Christiany Araújo; CARLOS, Herly Teixeira Dias; PEDRO, Carlos Boechat Soares; VENÂNCIO, Sebastião Martins. Caracterização Morfométrica da bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo/RJ. **Revista Árvore Viçosa**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CARVALHO, N. Erosão Crescente na Bacia do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia**, Caderno de Recursos Hídricos. Vol. 13, Nº 2, Dezembro/1994.

COELHO NETO, Ana L. **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia**. São Paulo, 2001.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. Editora Edgard Blucher, 2., edição, São Paulo: 1980.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DOC, **Acúmulo de matéria orgânica na estrutura dos portos**, 2011.

DOMINGOS, Jocival Luiz, **Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma bacia hidrográfica**. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Geografia, 2006. Disponível em: http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese_Site/monografia_jocival.pdf, acesso em 29 set. 2013.

EDWARD, J. Anthony, Antoine Gardel, Christophe Proisy, François Fromard, Erwan Gensac, Christina Peron, Romain Walcker, Sandric Lesourd. The role of fluvial sediment supply and river-mouth hydrology in the dynamics of the muddy, Amazon-dominated Amapá-Guianas coast, South America: A three-point research agenda. **Journal of South American Earth Sciences xxx** (2012) 1e7.

FARIAS, Eliana Marinho Branches. CARNEIRO, Deize de Souza. Alterações geomorfológicas no Rio Amazonas. Eixo temático: geomorfologia e cotidiano. UFOPA - Universidade Federal do Oeste do Pará, **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.72 – 79, 2012.

FIGUEIREDO, A. G. Análise da produção e transporte de sedimentos nas bacias do rio do Peixe e rio Aguapéí. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo: ABRH, 2v, 1989.

FILIZOLA, Naziano; SANTOS, Ana Maria Cadeira dos; SILVA, Agenor Vicente da; OLIVEIRA, Marco Antonio. Cheias e secas na Amazônia? Breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo. **T&C Amazônia**, Ano IV, Número 9, Agosto de 2006.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Hidrologia**. 2. ed. Rev. e atual. - São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, Anderson sene. **Estudos dos efeitos das mudanças globais na bacia do rio madeira**. Relatório final de projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPQ/INPE), 2011.

GUERRA, A.T.; GUERRA A.J.T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro: 1997.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro: 1998.

GRIBBIN, John E. **Introdução à Hidráulica**, Hidrologia e Gestão de Aguas Pluviais. Tradução Glaucio Peres Dama, São Paulo: Cengage Learning, 2009.

JOIGNAUX, G.; BERION, P.; LANGUMIER, J. F. **L'évaluation socioéconomique des infrastructures de transport: enrichir les approches du développement territorial**. Revue d'Economie Régionale et Urbaine, Armand Colin, n. 4, p. 1-34, 2007.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo: 2000.

MACHADO, Ana Lúcia S.; PACHECO, Jesuete Bezerra. Serviços ecossistêmicos e o ciclo hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazônica. **Revista Geonorte**, Vol.01, N.01, Ano 01, p. 71-89, 2010.

MARCO JUNIOR, Wesley. **Gestão ambiental portuária**: estudo de caso do monitoramento da qualidade das águas superficiais do Porto de Belém e do Terminal Petroquímico de Miramar. Universidade Federal do Pará. Núcleo de Meio Ambiente. Programa de Formação Interdisciplinar em Meio Ambiente - PROFIMA. Trabalho de monografia, Belém/PA, 2012.

MARINHO, Rogério Ribeiro; MELO, Edileuza. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4765-4772.

MATIAS, L. **Como Funciona o Sonar**: Medição da Velocidade do Som na Água. Centro de Geofísica, Universidade, de Lisboa. Portugal. Disponível em <<http://www.cgul.ul.pt/lmatias/fisica-geologia/Praticas/sonar-s.pdf>> acesso em 16 nov. 2013.

MELLO, Aghata Sena Farias de ; Bianca Sá Freire Bastos; Agnes Flávia Sena Farias de Mello; Ana Paula Sá Freire Bastos. **LIXO E IMPACTOS AMBIENTAIS: A RELAÇÃO ENTRE A SAÚDE E O MEIO AMBIENTE APÓS O ASSOREAMENTO DO RIO CAPIVARI EM XERÉM NO MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS – RJ**, 2002. DISPONÍVEL EM: <http://meioambientepocos.com.br>, ACESSO EM 27 set. 2013.

MINISTÉRIO DA DEFESA EXERCITO BRASILEIRO. DEC - Departamento de Engenharia e Construção - Diretora de obras de cooperação. **Construção do porto de Manicoré/AM**. Projeto de infraestrutura. Brasília, 2006.

MINISTÉRIO DA DEFESA. EXÉRCITO BRASILEIRO. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO - DIRETORIA DE OBRAS DE COOPERAÇÃO (Sv O Fort Ex/1946). **Relatório de estudos hidrológicos**: Análise dos níveis do rio Madeira para a implantação do Porto de Manicoré/AM. Volume 11, Outubro de 2006.

MINISTÉRIO DA DEFESA EXERCITO BRASILEIRO. DEC - Departamento de Engenharia e Construção - Diretora de obras de cooperação. **Especificações técnicas de ampliação do porto de Parintins**. Projeto de infraestrutura. Brasília, 2006.

MUNIZ, Luciana da Silva Muniz; FILIZOLA JÚNIOR, Naziano Pantoja. Proposta de metodologia de análise dos padrões de cotas fluviométricas da bacia do rio madeira-Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 1242-1254, 2012.

NOBRE, A. Det al. **Relação entre Matéria Orgânica e Mineral em uma Topossequência Latossolo-Podzol na Bacia do rio Curiaú, Amazônia Central**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus: INPA, 2004.

OLIVEIRA, Carlos Tavares. **Modernização dos Portos**. 2. Ed., São Paulo: Aduaneiras, 2000.

PACHECO, Josuéte Brandão; BRANDÃO, Jose Carlos Martins. Geomorfologia fluvial do Rio Solimões / AM: estratégias do povo varzeano do sudoeste do Careiro da Várzea. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.542 – 554, 2012..

PAES, Francilio. **Engenharia do Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1982.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D.; VILLELA, S. Avaliação hidrossedimentométrica do trecho não revestido do canal adutor do projeto de transposição das águas do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia**, Caderno de Recursos Hídricos. Vol. 13 , Nº 2, Dezembro/1995.

PETCON - Planejamento em transporte e consultoria Ltda. Brasília/DF. **Elaboração de projeto executivo de engenharia do porto do município de Humaitá/AM**. 1º. Relatório de andamento - RA 01. Agosto/2006. Companhia Docas do Maranhão - CODOMAR.

PEREIRA, J. P. G; et al 3 **Ecobatimetria: Teoria e Prática**. Gráfica Agenda. Campina Grande: 2008.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto, Alegre: Bookman, 2006.

PROINNT, **Desmoronamento de margens na região amazônica: Terras caídas**, 2008/2009.

RACHID, Marcus do Nascimento. **As condicionantes para construção de pequenos portos fluviais na Amazônia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento Militar), Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2010.

RAMALHO, E. E.; MACEDO, J.; VIEIRA, T. M.; VALSECCHI, J.; CALVIMONTES, J.; MARMONTEL, M.; QUEIROZ, H. L. **Ciclo hidrológico nos ambientes de várzea da reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá - Médio Solimões**, Período de 1990 a 2008. UAKARI, v.5, n.1, p. 61-87, jun. 2009.

RIBEIRO, S. R.A.; CENTENO, J.A.S.; KRUEGER, C. P. **Estimativa de Profundidade a Partir de Levantamento Batimétrico e Dados IKONOS II Mediante Redes Neurais Artificiais**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba,

RODRIGUES, Maria do Socorro Costa; FILHO SOUZA, Luciano Moreira. Pecém: **Uma trajetória portuária**. Fortaleza; Sebrae/Ce, 2007. 198p.

RODRIGUES, Cleide; ADADI, Samuel. **Técnicas Fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas -Praticando a Geografia: técnicas de Campo e Laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, pp. 147 -166.

SANCHES, Ricardo Almeida. **Projeto de Portos no Amazonas**. Projeto de pesquisa apresentado à Universidade Luterana do Brasil – CEULM/ULBRA, Manaus. Comunidade Evangélica Luterana “São Paulo” CGC: 88.332.580/0024-51 Decreto de 26 de março de 2001. Art. 2.º Diário Oficial - seção 1 - n.º 60-E Coordenação de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, 2008.

SEINF - Secretaria de Estado de Infraestrutura. **Estudo para replanilhamento do contrato de recuperação e melhoria do porto de Manacapuru/AM**. Governo do Estado do Amazonas, Outubro/2008.

SOUZA, C.R.G. Suscetibilidade e morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 6, n. 1, São Paulo: 2005.

TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica local. **Revista UNIARA**, n. 20, 2007.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas**, Guanhães, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TUCCI, Carlos, E. M. **Hidrologia. Ciência e aplicação**. 3. edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS,/ABRH, 2004.

VASCONCELOS, Adriano Dutra de. **Metodologia para projetos de estruturas portuárias flutuantes na Amazônia**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2003.166 p.

VILLAS BÔAS, José Moura; Bueno, Rafael Fernandes. **Relatório de vistoria do evento saracura/costa da água município de Parintins Estado do Amazonas, 2007**

VILLELA, S. M., MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 245p., 1975.

ZIMBRES, E. **Assoreamento**. 2011. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/baia/assor.htm/>>. Acesso em: 20 set 2013.

ANEXOS

ACÚMULO DE MATERIAIS ORGÂNICOS NAS ESTRUTURAS NAVAIS DOS TERMINAIS HIDROVIÁRIOS DE MANICORÉ, PARINTINS, MANACAPURU E HUMAITÁ NO ESTADO DO AMAZONAS

ALESSANDRA GUIMARÃES HARTZ¹; RONALDO LOPES RODRIGUES MENDES¹;
DR. GILBERTO DE MIRANDA ROCHA¹; JANDECY CABRAL LEITE²
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA; 2 – INSTITUTO DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO
GALILEO DA AMAZÔNIA – ITEGAM, MANAUS – AMAZONAS
alehartz@hotmail.com; rmendes@ufpa.br

Resumo - o presente trabalho teve como objetivo principal realizar diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, já instalados e operados pela Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (AHIMOC). Isto ocorre em virtude dos projetos das obras em questão não levarem em consideração o sistema hídrico fluvial e a geografia da região. Alguns desses terminais estão em fase de construção, e outros já se encontram instalados e operando, porém, vêm enfrentando, em especial no período de cheias, um problema que está preocupando os operadores dos terminais, a população e as autoridades, qual seja: o acúmulo de matéria orgânica nas obras fluviais e seus efeitos sobre a estrutura destes. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho foi à pesquisa bibliográfica e documental com estudo de caso. Diante deste contexto, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a união.

Palavras-chave: Terminais Hidroviários. Acúmulo de Matérias. Danos Ambientais.

Abstract - This study aimed to report some environmental damage it has caused failures in naval structures Waterway Terminals in some municipalities of Amazonas, resulting from the accumulation of organic residues. This occurs because the designs of the works in question does not take into consideration the inland water system and the geography of the region. Many of these terminals are under construction, and others are already installed and operating, however, are facing, particularly in the period of flooding, a problem that is worrying the terminal operators, the population and the authorities, namely: the accumulation of organic matter in the river works. The methodology used for the development of this work was the literature and documents. Given this context, the authorities should seek to designers with efficient solutions to the environmental damage caused by the accumulation of organic materials in the structures of the terminals. Should also alert to future projects to be executed in such problematic faced. An immediate, efficient and low financial impact solution is required the Union.

Keywords: Waterway Terminals. Accumulation of Materials. Environmental Damage.

I. INTRODUÇÃO

Entre os modais de transporte de carga pesada, a hidrovia, além de constituir-se na de menor relação custo-benefício, é a que, tradicionalmente, apresenta menor nível de alteração ambiental, o que vem a agregar às suas vantagens de ordem econômico-financeiras outras de ordem ecológico-ambientais. Isso se deve, na sua maioria, ao fato de o caminho já estar “naturalmente definido”: o leito do rio. Não havendo necessidade de se “rasgar” o ambiente, como acontece com uma rodovia ou ferrovia, o custo ambiental do transporte hidroviário tende a ser bastante compensador (BRASIL, TCU, 2002).

A engenharia para a construção de portos, pelo seu próprio conceito, é considerada obras especiais. Pela agressividade natural da água corrente em uma estrutura artificial; pelos critérios rigorosos regidos pela Norma Brasileira; pela mão de obra especializada; pela necessidade de manutenção constante; pelo rigor na escolha de insumos e pelas condicionantes geológicas e geotécnicas que variam de um local para outro mudando toda a concepção de uma obra deste porto, Rachid (2010).

As árvores solapadas juntos com os terrenos marginais são arrastadas pela força da correnteza e descem o rio acompanhando-o no seu ponto transversal de maior velocidade, e por consequência mais profunda, que é o canal principal. Como os Terminais Hidroviários devem, obrigatoriamente, cumprir a função de atender as embarcações tanto nos períodos de águas altas quanto nos de mínimas cotas, seus cais de atracação são implantados muito próximos aos canais navegáveis. Então, a descida das toras e galhadas incide, inapelavelmente, sobre esses cais flutuantes e suas estruturas de fundeio (PETCON, 2012).

A justificativa do trabalho se deu porque na maioria dos municípios do Estado do Amazonas não possui acesso rodoviário. Alguns deles possuem um aeroporto nem sempre com boas condições de uso. A maior concepção de transporte encontra-se no modo aquaviário, tanto para o transporte de passageiros como para o transporte de carga e abastecimento. O presente trabalho teve como objetivo principal realizar diagnóstico das causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM,

Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, e suas consequências nestes terminais.

II. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do presente trabalho consistiu na descrição das características dos terminais portuários dos municípios de Manacapuru, Manicoré, Parintins e Humaitá no Estado do Amazonas, bem como na descrição do acúmulo de materiais orgânicos estancados nos portos citados e, por conseguinte. De posse das análises destes dados, discutiu-se a necessidade de implantação de um sistema eficaz no combate a tal situação.

A pesquisa foi desenvolvida com informações coletadas nos locais onde o estudo foi feito, com os dados colhidos pelos órgãos responsáveis pela manutenção dos portos citados no presente trabalho (AHIMOC e Exército Brasileiro) como: hidrologia dos rios em questão, batimetria e o acúmulo de materiais nas margens dos portos.

III. RESULTADOS

Os resultados apresentam a acumulação da matéria orgânica nas estruturas dos terminais hidroviários de Manicoré, Parintins, Manacapuru e Humaitá no estado do Amazonas, bem como os efeitos de tais acumulações sobre as referidas estruturas.

Verificou-se o acúmulo de material orgânico vegetal (árvores, galhos, etc.) nos cabos, fazendo pressão (tensão), causando instabilidade no Cais (atracadouro) e flutuantes.



Figura 1 - Incidente ocorrido no Porto de Manacapuru/AM
Fonte: DEC – Departamento de Engenharia e Construção - Exército Brasileiro, 2005.

Caso apenas um galho fique preso na estrutura, isto já é suficiente para o acúmulo de vários materiais orgânicos e até resíduos sólidos como plásticos (PET).

As amarras saem de sua posição de vante e são arrastadas por imensas árvores para debaixo do cais e dos flutuantes intermediários de apoio à ponte de acesso. As amarras passavam por momentos críticos de tensão, sendo necessário “soltar” os guinchos, na tentativa de fazer desprender as toras (Figura 2). Se essa operação não lograr êxito, a operação do porto é totalmente interdita.

A alta velocidade do rio Madeira, somado à regular descida de toras e galhadas nos períodos de enchente, forçam demasiadamente os cabos de aço, chegando a eliminar quase que totalmente as catenárias formadas entre os guinchos e as poitas.



Figura 2 - Acúmulo de material vegetal nos cabos – Porto de Humaitá/AM
Fonte: Adm. Porto Humaitá.

Os problemas estruturais identificados nos portos em estudo são graves. O exemplo mais contundente é o Porto de Manacapuru, que atualmente apresenta riscos no que se refere à segurança, de forma que a estrutura como um todo foi relocada (Figura 1).

O Porto de Parintins possui a estrutura de suas pontes com treliças dimensionadas abaixo do pavimento de acesso, quando o nível do rio está em sua cota máxima ou o nível atinge as treliças, cria-se uma barreira que provoca o acúmulo de material vegetal (Figura 3).

Neste sentido, este trabalho chama a atenção para a necessidade de vistorias detalhadas em todas as estruturas das pontes dos portos pesquisados, de forma que através de um laudo técnico obtenha-se a dimensão exata dos pontos a serem recuperados.



Figura 3 - Acúmulo de materiais orgânicos no Porto de Parintins/AM

Os Andes exportam anualmente cerca de 500 milhões de toneladas de sedimentos. Desse total, cerca de 60 % ficam na região da bacia de “antepaís”, ou seja, a planície no sopé dos Andes. O restante segue pelos rios, dentre eles, o rio Madeira é um dos principais.

Ao entrar no Brasil, o rio Madeira, na localidade de Vilabela (Nova Mamoré), possui um fluxo global de material de 270 milhões de toneladas/ano. Desse total 15% são materiais dissolvidos e 85% é material particulado (sedimento em suspensão e de fundo). Do material particulado cerca de 2% é material de leito (transporte de sedimento por saltitação e/ou arraste), o restante é transportado em suspensão. (ANA – Agência Nacional de Águas, 2012).

Dificuldades na limpeza, visto que a retirada desse material vegetal atualmente é feita de maneira manual, comprometendo a segurança dos operadores. É necessário amarrar o material orgânico (troncos, etc), em seguida, com o auxílio de embarcações, desloca-se esse material até a

calha do rio, permitindo o seu fluxo normal. Segundo a administração do Porto de Manicoré, ainda existem dificuldades no que se refere à limpeza que tem que ser diária, visto que, pouco tempo após a retirada do material vegetal, volta-se a acumular novamente (Figura 4).

Depois da remoção, os fragmentos sólidos (detritos), independentemente das suas dimensões, podem ser levados para outros locais, a maiores distâncias, como ocorre no Porto de Humaitá.



Figura 4 - Embarcação realizando o trabalho de remoção do entulho no Porto de Manicoré/AM. Fonte: IP4, 2011.

IV. DISCUSSÃO

A partir da identificação do acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manicoré, Parintins, Manacapuru e Humaitá no Estado do Amazonas, e seus efeitos sobre as referidas estruturas, discutem-se ações que visem à redução ou eliminação desses materiais por meio de medidas que permitam evitar ou minimizar os problemas causados.

Durante o período de cheia, os terminais portuários de Humaitá, Manacapuru, Parintins e Manicoré sofrem com o acúmulo de matéria orgânica em suas estruturas fluviais, isto é, a madeira e vegetação aquática enroscam nos cabos de ancoragem do terminal e na proa dos flutuantes principal e intermediários, forçando o sistema de ancoragem, podendo, em casos de negligência operacional somado à falta de manutenção, acarretar em acidentes graves.

No período de cheia, os troncos e vegetação que descem o rio acumulam-se nas pontes, flutuantes intermediários, amarras e flutuante principal, fazendo-se necessária a remoção diária desse entulho.

O fenômeno comum é o arrasto de árvores, que em grande parte não são de madeiras muito densas, fazendo-as flutuar na superfície da água. Esses materiais, ao depararem com os cabos dos flutuantes e partes posicionadas sobre o rio ficam presos, gerando um esforço extra em suas estruturas, não previsto em projeto, ocasionando assim os danos.

A manutenção mais intensa é feita durante o período da cheia que vai de novembro a março. Os mecanismos utilizados para a limpeza dos portos é manual e mecanizada. No ano de 2011 foram inaugurados doze terminais Hidroviários no Estado do Amazonas e na atividade operação observou-se que em quatro, principalmente os localizados as margens do rio Madeira e durante o período de cheia, o imenso acúmulo de matéria orgânica (paliteiro, galhada, troncos e vegetação) em suas estruturas metálicas fluviais.

Outro problema enfrentado pela administração dos Terminais é em relação à limpeza desse material vegetal que atualmente é realizada de maneira manual, comprometendo a segurança dos operadores. Ocorre com a amarração do material e em seguida utiliza-se o auxílio de embarcações que deslocam esse material orgânico até a calha do rio, permitindo o seu fluxo normal. Essa limpeza é realizada diariamente, visto que, pouco tempo após a retirada do material vegetal, volta-se novamente o acúmulo.

Diante deste contexto, os terminais que apresentam este dano ambiental, ficam impossibilitados de operar no período de cheia dos rios, o que causa sérios transtornos socioeconômicos. Os projetistas não se atentaram para, na confecção dos projetos, as características dos rios da região do Amazonas que estão em plena formação, pois não está identificado nos memoriais descritivos e nem nos manuais de operação tal situação de manutenção.

A maioria dos municípios amazônicos enfrentam problemas com a falta de infraestrutura portuária. Especificamente os terminais hidroviários em que há urgência quanto ao início da remoção dos resíduos orgânicos e reestruturação das obras fluviais, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado sérios problemas socioambientais.

Sendo assim, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União.

Diante da problemática apresentada de acúmulo de materiais para os terminais propõe-se em promover medidas de controle de carregamento de material para os cursos d'água; estabelecer um programa de monitoramento e controle para esses materiais; controlar e estabilizar entre corte e aterro; retirar os materiais orgânicos cumprindo todas as exigências legais indispensáveis, incluindo-se o plano de recuperação ambiental das áreas; promover o programa de recuperação das áreas degradadas; coleta seletiva de lixo regular; executar sistema de coleta seletiva utilizados na manutenção e funcionamento de maquinários; promover o descarte do esgoto retido feito por empresa especializada; implantar barragens na área adjacentes desses terminais para reter filmes de óleos lançados continuamente por embarcações, nas atividades de atracamento e evitar contaminação em ecossistemas adjacentes.

V. CONCLUSÃO

Diante dos objetivos que foram expostos no trabalho, diagnosticar as causas do recorrente problema de acúmulo de material orgânico nas estruturas navais dos terminais hidroviários de Manacapuru/AM, Humaitá/AM, Parintins/AM e Manicoré/AM, já instalados, observou-se que o sistema aquaviário da região Amazônica é uma das maiores do Brasil e do mundo. Diante disso, o transporte de cargas e passageiros tornou-se essencial para a sobrevivência das comunidades ribeirinhas, além do transporte fluvial desempenhar um papel importante para os Municípios e, em muitos casos, ser o único meio de transporte possível.

Como visto, há urgência quanto às obras de reestruturação dos referidos portos, bem como na remoção dos resíduos orgânicos, uma vez que os problemas apresentados nos mesmos têm provocado problemas nas cidades visitadas.

Sendo assim, as autoridades devem buscar junto aos projetistas soluções eficientes para o dano ambiental provocado pelo acúmulo de materiais orgânicos nas estruturas dos terminais. Deve também alertar aos futuros projetos a serem executados da tal problemática enfrentada. É necessária uma solução imediata, eficiente e de baixo impacto financeiro a União.

Há terminais flutuantes que funcionam precariamente e até mesmo sendo restritas a passageiros e que comprometem a segurança do referido terminal hidroviário. A Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental tem exigido que a Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (AHIMOC) mantenha um serviço permanente de retirada do material orgânico.

VI. AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM).

VII. REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas. **Caderno de Recursos Hídricos Navegação Interior e sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos**, 2005. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 03/05/2013.
- ANDRADE, Cláudia Daza; AZEVEDO, José Paulo Soares de; FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos de. **Análise pluviométrica da bacia transfronteiriça do Rio Madeira**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2008.
- BORDAS, M. P.; SEMMELMANN, F. R. Elementos de Engenharia de Sedimentos. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia. Ciência e aplicação**. 3. edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.
- BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Decisão 875/2002-TCU-Plenário (TC 005.178/2002-8)**. Ministro-Relator Marcos Vinicius Vilaça. Ata 25/2002-Plenário, Sessão de 17/07/2002.
- CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- PAES, Francilio. **Engenharia do Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1982.
- PROINT, **Desmoronamento de margens na região amazônica: Terras caídas**, 2008/2009.
- PETCON - Planejamento em transporte e consultoria Ltda. Brasília/DF. **Elaboração de projeto executivo de engenharia do porto do município de Humaitá/AM**. 1º Relatório de andamento - RA 01. Agosto/2006. Companhia Docas do Maranhão - CODOMAR.
- RACHID, Marcus do Nascimento. **As condicionantes para construção de pequenos portos fluviais na Amazônia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento Militar), Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2010.
- SANCHES, Ricardo Almeida. **Projeto de Portos no Amazonas**. Projeto de pesquisa apresentado à Universidade

Luterana do Brasil – CEULM/ULBRA, Manaus. Comunidade Evangélica Luterana “São Paulo” CGC: 88.332.580/0024-51 Decreto de 26 de março de 2001. Art. 2.º Diário Oficial - seção 1 - n.º 60-E Coordenação de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, 2008.

TUCCI, Carlos, E. M. **Hidrologia. Ciência e aplicação**. 3. edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.