

CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DE UM PROJETO HIDROVIÁRIO, VANTAGENS, ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS PARA A PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIAS TÉCNICO-AMBIENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRANSPORTE COMERCIAL DE CARGAS NAS HIDROVIAS BRASILEIRAS

Walter Aloisio Santana¹

Toshi-ichi Tachibana²

Resumo: Este artigo tem como objetivo caracterizar os elementos de projetos hidroviários e identificar vantagens, aspectos e impactos ambientais que servirão de base para a proposição de metodologias técnicas e ambientais para a elaboração e desenvolvimento de projetos hidroviários, abordando assuntos tais como as vias, as embarcações, as cargas e os terminais.

Palavras-chave: Transporte hidroviário e meio ambiente; Vantagens ambientais do transporte hidroviário; aspectos e impactos ambientais.

Abstract: The objective of this article is to characterize the elements of the waterway projects and identify environmental advantages, aspects and impacts to offer technical and environmental methodologies to create and develop waterway projects tackling some topics such as the ways, convoys, commodities and terminals of cargoes.

Key-words: Inland waterways and environment; Environmental advantages of inland barge transportation; environmental aspects and impacts.

1. INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo passou por várias transformações, o século XX foi o exemplo disso. Com as transformações vieram o aperfeiçoamento das máquinas, as tecnologias, a produção em grandes escalas. Com isso o homem passou a explorar mais os recursos da natureza, a princípio sem preocupar em repô-la ou

respeitá-la. Porém chegou um ponto em que a natureza pediu socorro.

A conscientização chegou e com ela as ONG's ambientalistas, organizações não governamentais, que praticamente policiam empresas e indústrias que supostamente degradam o meio ambiente. Muitas dessas empresas passaram a criar programas ambientais para, de alguma forma, reparar os danos causados à natureza. E para os

¹ Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da USP (wballoo@usp.br)

² Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da USP (tatibana@usp.br)

projetos novos de qualquer área passou-se a fazer o estudo dos impactos ambientais (EIA) que dão base para o relatório de impactos ao meio ambiente (RIMA). A criação dos sistemas de gestão ambiental (SGA) e das normas ISO 14000 para as empresas como forma de reconhecimento e certificado de que essas são “ecologicamente corretas” e que possuem programas voltados para a questão ambiental.

Não diferente disso, algumas hidrovias brasileiras passaram a ser “policidadas” pelas ONG’s ambientalistas. Por exemplo, as hidrovias Paraná-Paraguai e Tocantins-Araguaia. A hidrovia Paraná-Paraguai que possui trechos que cortam o Pantanal mato-grossense e a Tocantins-Araguaia que possui trechos em reservas indígenas e o EIA-RIMA foi interrompido por ordem judicial após estar sob suspeitas de omissão de dados em relatórios. Nestas hidrovias, as ONG’s estão tentando impedir a realização dos projetos hidroviários.

Entre outros aspectos ambientais, o transporte de cargas perigosas nas hidrovias é um assunto polêmico e suscetível a protestos dos ambientalistas, uma vez que o derramamento de combustíveis (derivados de petróleo e álcool) e cargas químicas nas vias navegáveis causam grandes impactos ambientais e prejuízos imensuráveis aos ecossistemas da área de influência do derramamento, além de por em risco a saúde humana por meio da contaminação do solo e das águas.

A intenção deste trabalho é caracterizar os elementos que compõem um projeto hidroviário, focando atenção às vantagens, aos aspectos e aos impactos ambientais, para que, então, nos desenvolvimentos futuros, possa desmistificar o que é um projeto hidroviário, explicá-lo desde a sua definição, concepção, implementação, operação e manutenção, abordando em seu escopo, entre outros assuntos, a

discussão do binômio uso múltiplo das águas *versus* uso e ocupação do solo e também a necessidade da incorporação de uma leitura ambiental à postura tecnicista que tradicionalmente dominou o setor, onde os terminais multimodais, embarcações fluviais, cargas e vias navegáveis são elos táticos entre a logística regional e o Desenvolvimento Sustentável.

Tal abordagem futura deverá contemplar a eficiência, a segurança e a preocupação ambiental. A eficiência e a segurança estão relacionadas aos fatores técnicos do projeto hidroviário e, se estes podem ser executados com economicidade quanto ao uso dos insumos (veículos, equipamentos, pessoal, conhecimentos, cuidados, restrições e tecnologias). Já a preocupação ambiental está relacionada à interferência com que o meio de transporte e os seus módulos operativos vão influir, por meio de impactos, nas condições ambientais.

Portanto, a caracterização dos elementos de um projeto hidroviário, vantagens, aspectos e impactos ambientais aqui apresentados, é uma primeira fase para que em desenvolvimentos futuros possa se elaborar metodologias técnicas e ambientais para o desenvolvimento do transporte fluvial nas hidrovias brasileiras.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é caracterizar os elementos de um projeto hidroviário e identificar vantagens, aspectos e impactos ambientais que servirão de base para a proposição de metodologias técnicas e ambientais para a elaboração e desenvolvimento de projetos hidroviários, abordando assuntos tais como as vias, as embarcações, as cargas e os terminais.

A proposta do trabalho é fazer essa caracterização para preencher essa lacuna, que existe entre as normas técnicas e ambientais na interface e em torno desses elementos supracitados, afirmando que é possível, em termos de desenvolvimento do transporte hidroviário, adotar metodologias

de planejamento, de execução e de gestão que sejam tecnicamente viáveis e ecologicamente corretas.

3. METODOLOGIA

Como o assunto transporte fluvial e meio ambiente, diretamente, não possui muitas referências, apesar de polêmico, a pesquisa nesta primeira etapa será exploratória, onde o problema será estudado, explorado e analisado, utilizando-se para isso, a tentativa de obter uma extensa pesquisa de revisão bibliográfica em assuntos participantes e correlatos.

No entanto, em desenvolvimentos futuros, a pesquisa também será experimental, axiomática e normativa. Estas fases podem ser assim caracterizadas:

Experimental – onde o problema será analisado e resolvido, quando possível, por meio de hipóteses, premissas, experimentações e considerações dos aspectos relevantes.

- Axiomática – com o uso de modelos e abordagens pré-existentes para a obtenção de soluções novas para o problema.
- Normativa – do ponto de vista do estabelecimento de políticas, estratégias, metodologias e ações.

4. JUSTIFICATIVAS

As seguintes premissas servem para justificar a necessidade de complementação da infraestrutura hidroviária brasileira confrontando-as com os impactos ambientais:

- **Alto potencial de produção agrícola:**
 - O Brasil possui enorme potencial de produção de grãos no interior de seu continente (Região Centro-Oeste), e a hidrovia em sincronismo com os

outros modais, conectam as áreas produtoras com a frota oceânica;

- A produção de álcool vem aumentando com a retomada de projetos de carro a álcool (PROALCOOL);
- E também programas alternativos para a questão energética como o biocombustíveis (biodiesel).

Estes fatores só vêm somar a favor do transporte hidroviário, pois grãos, cana-de-açúcar e álcool são cargas potencialmente hidroviáveis.

- **Cenário futuro altamente favorável no mercado global:**

Os três países em desenvolvimento que estão despontando na produção de grãos são China, Índia e Brasil. Porém há um cenário desfavorável para China e Índia que terão problemas para manter suas produções por escassez de recursos hídricos. É aí que o Brasil pode assumir a liderança em condições privilegiadas.

Além disso, um projeto hidroviário é um fator de desenvolvimento para toda a bacia hidrográfica que possui uma via comercialmente navegável. Então, vale considerar outros aspectos que também servem de premissas. Segundo AHIMOC (2001), sob muitos aspectos pode-se mostrar que o modal hidroviário apresenta alguns dados notáveis.

- **Sob o aspecto econômico**

- Modal de competitividade ímpar, quando se trata de transportar grandes volumes de carga (>500.000 t/ano) a grandes distâncias (>500 km), principalmente grãos e combustíveis.
- Com poucas intervenções e investimentos, dezenas de milhares de quilômetros de malha viária ficariam disponíveis para a navegação durante todo o ano.
- Racionaliza a potência dos motores. Com 1 HP pode-se movimentar 5 toneladas por hidrovia, 0,5 a 1 toneladas

por ferrovia e somente de 0,15 a 0,20 toneladas por rodovia.

- Mobiliza maior carregamento de uma só vez.

- **Sob o aspecto econômico/ambiental**

Diminui a exaustão de recursos naturais

- Menor consumo de combustíveis
- Menor peso necessário para transportar 1 tonelada de carga útil
- Maior tempo de vida útil dos veículos
- Menor custo de implantação

- **Sob o aspecto ambiental**

Quando da operação:

- Menor poluição do ar
- Menor nível de ruído
- Menor contaminação do sítio ocupado
- Menores índices de acidentes fatais

5. ELEMENTOS DE UM PROJETO HIDROVIÁRIO

Um projeto hidroviário é composto basicamente por quatro principais elementos físicos, como já foram citados: as vias, as embarcações, as cargas e os terminais. Aqui neste trabalho serão apontadas as tecnologias para que cada um destes elementos seja e esteja funcionando com o menor nível de impactos ambientais possíveis, ou que os aspectos ambientais relacionados com cada elemento não se tornem impactos ambientais.

5.1. As vias

Com o advento de novas tecnologias de construção, de informatização, de execução de projetos é objetivo aplicá-las em:

- **Canalização**

Segundo Brighetti (2001.a), a canalização consiste na construção de represamentos

e, conseqüentemente em obras de transposição de desnível, como por exemplo, as eclusas.

- **Obras de Regularização do leito dos rios**

Segundo Brighetti (2001.a) obras de regularização de rios são obras de engenharia como diques e espigões ou, ainda a associação destas, com as seguintes funções:

- Transporte eficaz dos sedimentos em suspensão e dos depósitos do fundo;
- Estabilidade do curso d'água com mínima erosão das margens;
- Orientação da corrente líquida em determinados trechos do curso d'água;
- Profundidade suficiente e percurso satisfatório para a navegação;
- Permitir a utilização das águas para outros propósitos

- **Obras para Estabilidade e Proteção de Margens**

Segundo Brighetti (2001.b) tais obras são:

- Proteções Contínuas Flexíveis (Enrocamentos, Colchões Articulados, Enrocamentos Sintéticos e Gabiões);
- Proteções Contínuas Rígidas (Painéis de Concreto Armado, Cortinas Atirantadas e Placas Pré-Moldadas)
- Proteções Descontínuas (Espigões e Diques)

- **Dragagens e Derrocamentos de pontos específicos**

Há três tipos de dragagens segundo Torres (2000):

- Dragagem inicial - na qual é formado o canal artificial com a retirada de material virgem;
- Dragagem de manutenção - para a retirada de material sedimentar depositado recentemente, com a finalidade de manter a profundidade do canal, propiciando a

movimentação de embarcações de vários tamanhos em portos e marinas.

- Dragagem Ambiental - a qual procura remover uma camada superficial de sedimento contaminado por compostos orgânicos e inorgânicos, sem que haja a ressuspensão destes contaminantes.

- **Elaboração de cartas náuticas eletrônicas dos rios**

Uma importante ferramenta para a navegação franca, segura e de caráter comercial é elaboração de cartas náuticas dos rios. Com isso e com apoio de outras ferramentas e melhoramentos, pode-se ter navegação, diuturnamente.

- **Balizamento e sinalização dos rios**

Assim como uma estrada rodoviária, o rio também precisa de sinalização. Desta maneira o balizamento do rio consiste em delimitar a faixa, o canal de navegação, o local onde o rio apresenta as melhores condições para que uma embarcação tipo possa navegar com segurança. E isso é feito com bóias reflexivas. Outro dispositivo utilizado para a segurança da navegação é o farolete, que é implantado nas margens dos rios de maneira pontual.

- **Sistema de bóias de amarração de embarcações.**

Sistema de bóias que servem para amarrar as embarcações, quer num trecho de passagem difícil (má passagem) ou antes de uma eclusa, onde, em ambas as situações, requer desmembramentos. Ou ainda, bóias de fundeio.

5.2. As embarcações

Para as embarcações, é objetivo que se apliquem as seguintes tecnologias:

- **Utilização de Radares;**

Os radares, instrumentos que auxiliam a navegação dando-lhe mais segurança e precisão.

- **Ecobatímetro;**

Instrumento que, por meio de ondas eletromagnéticas (ressonância), identifica a distância (a altura) entre a quilha da embarcação até o fundo do rio.

- **DGPS (Sistema de Posicionamento Global Diferencial);**

Instrumento que dá o posicionamento da embarcação, via satélite. Este dispositivo é utilizado na hidrovia do rio Madeira.

- **Boat Thruster**

Uma pequena embarcação, que funciona como leme de proa, que é monitorada por controle remoto da cabine de comando do empurrador. Esta embarcação emite fluxo de água lateralmente, o que resulta num exponencial incremento de manobrabilidade do comboio para rios sinuosos, eliminando a ocorrência de batidas em margens e barrancos, além de diminuir significativamente o tempo de navegação;

- **Empurrador com Propulsão Azimutal**

(Maior manobrabilidade, pois os propulsores giram 360°, o que faz aumentar em 10 (dez) vezes a eficiência em relação aos lemes convencionais. Com a eliminação de eixos propulsores e lemes, também eliminou a necessidade de docagens da embarcação. Considerando o estado da via, de passos de navegação com bancos de areia, objetos flutuantes (paus e galhos), as linhas e redes de pesca, o sistema de propulsão convencional sofre sistematicamente avarias, o que obriga docagem da embarcação para reparos. Com o sistema Azimutal, basta apertar um botão que todo o conjunto propulsor pivoteia e sai fora d'água, onde os reparos podem ser efetuados com o navio flutuando e em qualquer local da hidrovia).

Estes dois últimos dispositivos são utilizados na hidrovia Paraguai-Paraná

- **Casco duplo para o transporte de cargas perigosas.**

A utilização de casco duplo nas embarcações é recomendável no caso de transporte de cargas perigosas, tais como os combustíveis e as cargas químicas. Dessa maneira, em

caso de acidentes pode-se evitar danos maiores ao meio ambiente.

- **Estratégias de tratamento da água de lastro e de incrustação em cascos de navios.**

Segundo Silva e Souza (2003), a introdução de organismos aquáticos nocivos e patogênicos é considerada uma das maiores ameaças ambientais provocadas pelo tráfego marinho. No transporte fluvial, não é tão diferente e a água usada para lastrar as embarcações, proporcionando maior manobrabilidade e estabilidade, pode introduzir espécies exóticas em habitats diferentes, com prejuízos à saúde humana, à biodiversidade, às atividades pesqueiras e de maricultura.

A incrustação em cascos, também é responsável pela introdução de espécies indesejáveis. Tais aspectos devem ser tratados.

5.3. As cargas

Os tipos de cargas a serem analisados são os graneis sólidos (grãos) e os graneis líquidos (óleos vegetais, combustíveis, cargas químicas). Do ponto de vista ambiental, o que mais impacta negativamente o meio, sem dúvida, são as cargas perigosas, com as quais deve-se tomar muito cuidado com o transporte, armazenamento e manuseio deste tipo de carga. O uso de tecnologias apropriadas, mão-de-obra especializada e a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental são os objetivos para este elemento (cargas) e essas são alternativas inteligentes para que uma empresa de transporte não venha a sofrer maiores problemas com ambientalistas e com a sociedade. No caso de acidente, por exemplo, com derramamento de óleo combustível, as tecnologias são as defensas flutuantes e os tratamentos químicos. Porém nos rios os tratamentos químicos podem impactar negativamente também o meio aquático.

ENGEVISTA, v. 6, n. 3, p. 75-85, dezembro 2004

5.4. Os terminais

Os impactos ambientais relacionados aos terminais referem-se a dois instantes: Um quanto a implantação, o outro quanto a operação.

Quanto à implantação, os impactos são aqueles relacionados ao (pequeno) desmatamento, em alguns casos, da mata ciliar, derrocamentos de margens, dragagens iniciais.

Quanto à operação, os impactos são aqueles relacionados ao abastecimento das embarcações, à lavagem dos tanques, à lavagem das barcas, ao descarregamento da água de lastro, à ocorrência de vazamento de cargas perigosas no manuseio e no transbordo, à coleta das águas residuárias e do lixo das embarcações, entre outros aspectos ambientais que podem causar impactos negativos ao meio ambiente.

A implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) pode minimizar bem tais impactos.

6. NAVEGABILIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS

De modo geral, segundo Chain Jr. (2001), a melhoria da navegabilidade dos rios ou vias navegáveis dá-se por meio de:

- Limpeza de vegetação;
- Sinalização dos canais de navegação para navegação noturna
- Definição de pontos de fundeio com colocação de bóias de amarração
- Melhoramento do leito do rio: dragagens de manutenção, derrocamentos em passos específicos que representam riscos à navegação.

Entre essas intervenções realizadas para a melhoria da navegabilidade, o melhoramento do leito e das margens dos rios é considerado o mais polêmico em termos ambientais.

Segundo AHIMOC (2001) os impactos causados pelos sistemas de transportes podem ser divididos em 3 perspectivas:

- 1- Quanto à origem (positivo ou negativo);
- 2- Quanto à natureza intrínseca (direto ou indireto, certo ou incerto, reversível ou não, e também analisado quanto ao prazo se é curto, médio ou longo);
- 3- Quanto ao setor atingido (meio ambiente ou sócio-econômico).

As perspectivas são avaliadas analisando os impactos pelas causas, que vão desde a implantação e uso da infraestrutura de transporte até as falhas do sistema de transporte sem esquecer os impactos gerados pelo uso e desgastes dos veículos. A Tabela 1 contém uma melhor apresentação da classificação dos impactos relativos aos sistemas de transporte com relação às 3 perspectivas citadas.

Para o transporte hidroviário, os impactos relevantes que devem ser considerados são:

- **Quando da implantação das obras necessárias:**

- 1- A área de influência direta é, de fato, o próprio leito do rio, que é o local onde se efetuam as principais intervenções necessárias. Uma pequena faixa da margem é utilizada para a implantação, forma pontual.
- 2- As obras, de maior impacto são a dragagem de implantação e o derrocamento.

- **Quando da operação**

- 1- Dragagem de manutenção: feita com menores volumes e monitorada ambientalmente.
- 2- Riscos de acidentes com cargas perigosas (combustíveis e cargas químicas): exigências de casco duplo para as embarcações, para minorar as

possibilidades de derramamento e aplicação de planos de emergência.

- 3- A poluição aquática, relativa ao petróleo e seus derivados e, também ao álcool e a outras cargas químicas, deve-se, principalmente, ao derramamento ocorrido em processos de carga e descarga das embarcações nos terminais, em processo de limpeza dos tanques, em acidentes no armazenamento bem como nas colisões com outras embarcações ou elementos da via como pontes, eclusas, barrancos etc

- 4- Contaminação das águas por embarcações abandonadas ou fora de uso, representando ameaças de possíveis vazamentos de cargas poluidoras, contribuindo para a deterioração ou degradação do meio ambiente, comprometendo a circulação das águas e favorecendo a proliferação de vetores. Pode-se afirmar, com segurança, que a probabilidade de presença de óleo e outras substâncias perigosas a bordo de uma embarcação é sempre alta, em particular nas embarcações de grande e médio porte. Assim, o risco de contaminação por óleo e outras substâncias perigosas, faz-se evidente devido à condição de má conservação geral da embarcação abandonada.

- 5- Contaminação de águas por lançamento de dejetos: programas de educação ambiental e controle sanitário do sistema de coleta das embarcações.

- 6- Introdução involuntária de espécies exóticas nos rios por meio da água de lastro, ameaçando a saúde pública, a biodiversidade e atividades sócio-econômicas relacionadas, por exemplo, às populações tradicionais, às indústrias da pesca e da aquicultura.

- **Impactos na área de influência indireta**

- 1- O impacto em longo prazo na área de influência indireta de uma infraestrutura de transporte é preocupação que inquieta a maioria dos estudiosos do meio ambiente.
- 2- O grande degradador dos cursos d'água é o mau uso da área da bacia de

contribuição do manancial e não o seu uso como hidrovia.

3- O controle é de responsabilidade da implantação de uma Política Institucional de Racionamento e Gerenciamento de Uso. Segundo AHIMOC (2001), nos Estados Unidos foi adotado pela Agência de Política Ambiental (EPA) o sistema “Watershed Approach Framework” para regulamentar e gerenciar o uso das bacias.

7. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Almeida e Brighetti apud Santana (2002), poucos são os cursos d'água que, em condições naturais apresentam, em trechos satisfatoriamente longos, características que possibilitem o tráfego contínuo e seguro de embarcações de porte, capazes de realizar transporte de cargas com caráter comercial.

Entre as exceções mais conhecidas pode-se citar alguns dos maiores rios do mundo: Mississipi, Niger, Congo, Reno, Volga, Danúbio, Amazonas, Paraná, Paraguai, São Francisco, etc., que são navegáveis por extensões de centenas e até milhares de quilômetros.

Normalmente, porém, os rios oferecem embaraços à navegação franca sendo que, mesmo nos grandes rios citados, em certos trechos há dificuldades de tráfego. Para isso, Almeida e Brighetti (1980) distinguem três tipos de obras de melhoramentos de rios para a navegação, que podem ser utilizados concomitantemente em diversos trechos de um mesmo rio. Em ordem de complexidade e custo crescentes são: Melhoramentos Gerais, Regularização do Leito e Canalização. Os dois primeiros conservam o rio em corrente livre e o último corresponde à construção de represamentos.

A maioria dos rios brasileiros necessita de melhoramentos para uma navegação franca e de caráter comercial. Fialho

(1993) apresenta um enfoque mais econômico à questão, se lamentando com o aparente não compromisso ou mesmo descaso com que o Brasil, que possui dimensões continentais e uma significativa hidrografia, não tem desenvolvido a navegação interior como seria desejável ou poderia. O autor ainda cita as bacias hidroviárias brasileiras, caracterizando-as em termos de extensões hidroviáveis e também em termos de desenvolvimento regional.

Tanto Almeida & Brighetti (1980) como Fialho (1993), não abordaram assuntos relacionados com o meio ambiente. Chain Jr. (2001) propõe métodos para melhoria da navegabilidade dos rios ou vias navegáveis, porém entende que parte desses métodos é polêmica em termos ambientais. AHIMOC (2001) mostra os impactos ambientais importantes a considerar na elaboração de projetos hidroviários e, também, as vantagens deste tipo de transporte.

A preocupação com as questões ambientais pode ser observada em Tavares (1999), que propôs a implementação de Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para as empresas de navegação, onde esta trabalharia com times, garantindo a participação dos empregados na redução contínua dos impactos ambientais. Tal tendência fez com que Padilha *et al.* (2002) abordassem o impacto da questão ambiental nos navios da Marinha do Brasil e a importância de adequá-los à legislação ambiental. No âmbito fluvial, Camargo (2000) propôs a elaboração de um sistema de gestão ambiental em terminais hidroviários e comboios fluviais, salientando a importância disto para o desenvolvimento sustentável na região de influência das hidrovias. Este autor aplicou suas propostas para a hidrovia Tietê-Paraná, onde o intuito é maior ainda, que é a implantação efetiva do Sistema Integrado de Gestão do Desenvolvimento da Hidrovia (SIGest/H), um novo modelo de gestão, não só gerencia o sistema intermodal, mas a bacia hidrográfica em que ele se insere. Na mesma corrente de sistema de gestão ambiental, Timonsur (2003) aplicou uma

postura ecologicamente correta para a implantação do terminal fluvial de carga em Charqueada no Uruguai na lagoa Mirim, ao elaborar um projeto que contemplasse as análises ambientais do empreendimento, a descrição do meio ambiente receptor, a análise dos impactos ambientais e a contemplação do plano de gestão ambiental. Este empreendimento contou com a parceria de técnicos uruguaios e brasileiros, além de participação de pesquisadores da Universidade Federal de Pelotas.

A vertente ambiental também é preocupação para Aleixo e Tachibana (2002) ao propor um modelo para o estudo do derramamento de óleo no meio ambiente marinho. Tal modelo pode ser aplicado ao meio fluvial com as devidas considerações e adaptações das condições.

Medeiros *et al.* (2002) propuseram um programa de gerenciamento de água de lastro para os terminais de cargas, onde salientaram a introdução involuntária de espécies exóticas por este dispositivo. Espécies de microorganismos, peixes, crustáceos que são levados para lugares onde as características do habitat são diferentes e, com isso, podem causar algum impacto na área de migração. Concordando com isso, Silva e Souza (2003) apresentaram as estratégias para o tratamento da água de lastro, dizendo que qualquer tratamento a ser utilizado, precisa ser seguro, prático, tecnicamente exequível, de baixo custo e ambientalmente aceitável. No âmbito fluvial, Padovezi (2003) apresenta a junção do binômio “economia e segurança” com os aspectos de interferência ambiental e ressalta a importância em lastrar as embarcações (ou adaptá-las), em termos das vantagens de manobrabilidade e estabilidade para aumentar a segurança de navegação dos comboios de empurra, mas também adverte sobre os possíveis problemas ambientais e os problemas à saúde

humana, além da perda de capacidade de transporte com a diminuição de carga útil.

Frega e Muniz (2002) preocupados com a preservação ambiental apontaram em seus estudos a importância do gerenciamento de embarcações abandonadas ou fora de uso, uma vez que não há exigências normativas para isso e, uma embarcação em estado de abandono, pode apresentar muitos problemas, tais quais: sua estrutura, em particular as anteparas de tanques, pode-se encontrar em estado avançado de corrosão, levando a vazamentos ou a contaminação devido a alagamentos indesejáveis de tanques diversos; suas redes, tubulação, válvulas e acessórios, podem estar comprometidas, o que também pode causar vazamentos; e sua pouca garantia de integridade estrutural, torna toda e qualquer operação requerida de transbordo de óleo ou substância perigosa, uma manobra delicada e arriscada sob o ponto de vista da segurança ambiental.

Segundo a Revista PESQUISA-FAPESP (2004), um programa criado para prevenir o impacto de acidentes ecológicos na bacia do rio Solimões, a terceira maior fonte de petróleo do país, tornou-se um celeiro de pesquisas e de informações sobre a Amazônia. O Projeto PIATAM (Potenciais Impactos Ambientais no Transporte Fluvial de Gás Natural e Petróleo na Amazônia) foi iniciado em 1999 pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam), para reduzir riscos de acidentes na exploração petrolífera às margens do rio Urucu e no transporte de petróleo e gás ao longo do (rio) Solimões. A Petrobrás abraçou o projeto, que mobiliza pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), entre outros.

8. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Pode-se concluir que este artigo é uma importante revisão de conceitos e da literatura sobre transporte hidroviário, onde

foram abordados: as premissas que servem para justificar a necessidade de complementação da infraestrutura hidroviária brasileira; as vantagens do transporte fluvial sob os aspectos econômico e ambiental; os elementos que compõem um projeto hidroviário, ou seja, as vias, as embarcações, as cargas e os terminais de cargas; e, os aspectos e os possíveis impactos ambientais em cada elemento estudado.

Com base nessas informações, a proposta é criar, nos desenvolvimentos futuros, uma sistemática (um modelo) que contemple metodologias técnicas e ambientais para o desenvolvimento do transporte fluvial no Brasil e que possa contribuir para o saber e também para um melhor entendimento entre uso e ocupação do solo e o Desenvolvimento Sustentável das bacias hidrográficas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHIMOC. Impacto Ambiental e Econômico na Implantação de Hidrovias no Brasil. In FÓRUM NACIONAL DE HIDROVIAS,1., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IBC, 2001. 1 CD-ROM.

ALEIXO, L. A . G; TACHIBANA, T Modelo Matemático para o Estudo do Derramamento de Óleo no Meio Ambiente Marinho. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES MARÍTIMOS, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 19., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2002. 1 CD-ROM

ALMEIDA, C. E & BRIGHETTI, G. **Navegação Interior e Portos Marítimos**. Notas de Aula PHD 523. São Paulo: EPUSP, 1980. 147p.

BRIGHETTI, G (2001.a) - **Obras de Regularização de Leito**. Notas de Aula PHD 5023 - Obras Fluviais. São Paulo: EPUSP, 2001.a. 27 p.

BRIGHETTI, G (2001.b) **Obras Fluviais**. Notas de Aula PHD 5023 – Obras Fluviais. São Paulo, SP: EPUSP, 2001.b. 71 p.

CAMARGO Jr., A. **Sistema de Gestão Ambiental em Terminais Hidroviários e Comboios Fluviais: Contribuições para o Desenvolvimento Sustentável na Hidrovia Tietê-Paraná**. Rio Claro, SP: IGCE/UNESP, 2000. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2000. 109 p

CHAIN Jr., M. Hidrovia Paraguai-Paraná e seus Aspectos Sócio-Econômico-Ambiental In: FÓRUM NACIONAL DE HIDROVIAS,1., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IBC, 2001. 1 CD-ROM

FIALHO, G. O. M. **Navegação no Brasil**. Notas de Aula. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 1993. 19 p.

FREGA, A. F; MUNIZ, G. L. B. Levantamento das Embarcações Abandonadas na Baía de Guanabara. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES MARÍTIMOS, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 19., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2002. 1 CD-ROM

MEDEIROS, D. S; AZEVEDO, C. E; LOPES, S. A. Programa de Gerenciamento de Água de Lastro do Terminal de Ponta Ubu. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES MARÍTIMOS, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 16., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 1999. 1 CD-ROM

PADILHA, R. S; MELLO, M. V; SANTANNA, A. V; CÂMARA, M. C. Adequação dos Navios da Marinha do Brasil à Legislação Ambiental – Estágio Atual. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES MARÍTIMOS, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 19., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2002. 1 CD-ROM

PADOVEZI, C. D. **Conceito de Embarcações Adaptadas á Via Aplicado á Navegação Fluvial no Brasil**. São Paulo,

SP: EPUSP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2002. 215 p.

PESQUISA FAPESP. Revista mensal. **Ciência e Ecologia em Simbiose**. São Paulo, SP. n 97.p.13. mar. de 2004.

SANTANA, W. A. **Avaliação do Potencial de Transporte da Hidrovia Tietê-Paraná**. São Paulo, SP: EPUSP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2002. 330 p.

SILVA, J.S.V da; Souza, R.C.L de. Evolução das Estratégias de Tratamento da Água de Lastro. In: SEMINÁRIO DE MEIO AMBIENTE, 4., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2003. 1 CD-ROM

TAVARES, M. Sistemas de Gestão Ambiental para Empresas de Navegação.

In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES MARÍTIMOS, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 19., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2002. 1 CD-ROM

TIMONSUR. **Terminal de Carga La Charqueada**. Montevideo, Uruguai: TIMONSUR. S. A. – Companhia Fluvial Lacustre Oriental, 2003. 57p. (folheto especial)

TORRES, R. J. **Uma Análise Preliminar dos Processos de Dragagem do Porto de Rio Grande, RS**. Rio Grande, RS: FUFGRG, 2000. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2000. 180p.

Tabela 1 – Classificação dos Impactos Relativos aos Sistemas de Transportes

Perspectiva 1	Tipo de Impacto (Pos ou Neg)	Perspectiva 2				Perspectiva 3
		Direto/Indireto	Certo/Incerto	Prazo	Reversível	
Causado pela implantação da infraestrutura de transporte	Ocupação de espaço (-)	Direto	Certo	Longo	Não	Meio Ambiente
	Efeitos de Alargamento (-)	Direto	Certo	M / L	Não	Meio Ambiente
	Intrusão visual (-)	Direto	Certo	Curto	Não	Meio Ambiente
	Estética (-)	Direto	Incerto	Curto	Sim	Meio Ambiente
	Acessibilidade (+)	Direto	Certo	Curto	-	Sócio-Econômico
	Crescimento Econômico (+) Lazer/Atividades Sociais (+)	Indireto Indireto	Incerto Incerto	M / L C / M	- -	Sócio-Econômico Sócio-Econômico
Causado pelo uso da infraestrutura de transporte	Danos na infraestrutura (-)	Direto	Certo	M/ L	Não	Meio Ambiente
Gerado pelo uso e desgaste dos veículos de transporte	Exaustão de recursos (-)	Direto	Certo	Médio	Não	Meio Ambiente
	Ruídos e Vibrações (-)	Direto	Certo	Curto	Sim	Meio Ambiente
	Poluição (a, w, g...)* (-)	Direto	Certo	C / M	Sim	Meio Ambiente
	Impactos (homem, fauna, flora (-)	Indireto	Certo	M / L	S / N	MA / SE MA / SE
Causados pelas falhas do sistema de transportes	Acidentes (-)	Indireto	Incerto	C / M	Não	MA / SE
	Congestionamentos (-)	Indireto	Incerto	C / M	Sim	MA / SE

* Poluição: a= água; w=água; g= terra.