

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HAROLDO SILVA

**CONSIDERAÇÕES SOBRE PLANEJAMENTO DE ECLUSAGENS NA
HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ**

BAURU

2015

HAROLDO SILVA

**CONSIDERAÇÕES SOBRE PLANEJAMENTO DE ECLUSAGENS NA
HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Área de concentração:

Gestão de operações e sistemas

Orientadora:

Prof^a. Dra. Bárbara Stolte Bezerra

BAURU

2015

Silva, Haroldo.

Considerações sobre planejamento de eclusagens na Hidrovia Tietê-Paraná / Haroldo Silva, 2015.
106 f.

Orientadora: Bárbara Stolte Bezerra

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2015

1. Hidrovias interiores. Hidrovia Tietê-Paraná. 2. Planejamento de eclusagens. 3. Eclusas. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE HAROLDO SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.

Aos 03 dias do mês de dezembro do ano de 2015, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Seção Técnica de Pós-graduação da FEB/videoconferência, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. BARBARA STOLTE BEZERRA do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/ Faculdade de Engenharia de Bauru, Profa. Dra. LUZENIRA ALVES BRASILEIRO do(a) Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Profa. Dra. ILZA MACHADO KAISER do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/ Faculdade de Engenharia de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de HAROLDO SILVA, intitulado "PROPOSTA DE PLANEJAMENTO DE ECLUSAGENS NA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO _____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Profa. Dra. BARBARA STOLTE BEZERRA


Profa. Dra. LUZENIRA ALVES BRASILEIRO


Profa. Dra. ILZA MACHADO KAISER



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

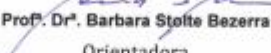
A BANCA EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DO ALUNO:
HAROLDO SILVA

DE: "PROPOSTA DE PLANEJAMENTO DE ECLUSAGENS NA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ"

PARA:

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANEJAMENTO
DE ECLUSAGENS NA HIDROVIA TIETÊ - PARANÁ

Bauru, 03 de dezembro de 2015.


Prof. Dr. Barbara Stolte Bezerra
Orientadora



Faculdade de Engenharia de Bauru – Pós-graduação
Av. Eng. Luiz Edmundo Camargo Coube, 14-01 17033-360 Bauru - SP
tel. (14) 3103-6108 spg@feb.unesp.br www.feb.unesp.br

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de estudar e aprender;

À minha família, pelo apoio incondicional;

À professora Bárbara Stolte Bezerra, pela orientação na elaboração do projeto de pesquisa e no desenvolvimento deste trabalho;

Às professoras Ilza Machado Kaiser, Regiane Máximo de Souza e Luzenira Alves Brasileiro, membros da comissão examinadora do exame geral de qualificação e da defesa de dissertação, pelas pertinentes contribuições;

Aos meus amigos e companheiros de profissão da empresa AES Tietê Energia S. A., pelo repasse de conhecimentos, que lhes são peculiares;

Aos amigos e colaboradores que participaram da pesquisa de campo, pelas contribuições que muito enriqueceram este trabalho.

RESUMO

O sistema de eclusas da hidrovia Tietê-Paraná possibilita que embarcações vençam os desníveis formados pelas barragens das usinas hidrelétricas, construídas com finalidade de uso múltiplo das águas, o que viabiliza o transporte de passageiros e mercadorias, integrando a hidrovia a um importante corredor de transporte do estado de São Paulo. Este trabalho tem como objetivo identificar as principais variáveis que impactam a eficiência do processo de eclusagem e analisar seus efeitos no desempenho da navegação. As variáveis selecionadas foram utilizadas no estudo de caso nas eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, anexas às usinas hidrelétricas de mesmo nome, para verificar, por meio de aplicação de questionário, observação e análise documental, a influência dessas variáveis no desempenho da navegação. As eclusas funcionam 24 horas por dia durante o ano todo, tendo suas operações interrompidas a cada dois anos, por um período de até 30 dias, para manutenção preventiva nos equipamentos do sistema de transposição. Essa prática tem sido muito importante para que as eclusas tenham, historicamente, alcançado índices médios de disponibilidade anual de 99%, contribuindo significativamente para a atratividade do modal. A demanda pela hidrovia, fator que contribui para a busca do equilíbrio da matriz de transportes do país, tem gerado formação de filas de embarcações em eclusas em alguns períodos do dia, fato ocorrido com frequência até o mês de maio de 2014. Após essa data, houve diminuição do fluxo de embarcações nas eclusas avaliadas devido à interrupção da navegação entre os rios Paraná e Tietê, em decorrência do baixo nível de água no reservatório da usina hidrelétrica Três Irmãos, porém permanece, nesse trecho, o transporte de cana-de-açúcar, areia e passageiros. Esse trabalho contribui com a indicação da principal causa de formação de filas em eclusas, e sugere a adoção de procedimentos sistematizados de planejamento de eclusagens, como meio para organizar o tráfego de embarcações e aumentar a produtividade das empresas que operam na hidrovia Tietê-Paraná.

Palavras-chave: Hidrovias interiores. Hidrovia Tietê-Paraná. Planejamento de eclusagens. Eclusas.

ABSTRACT

The lock system of Tietê-Paraná waterway enables vessels overcome different levels formed by the dams of hydroelectric power plants, built with the purpose of multiple use of water, which enables the transport of passengers and goods, integrating this waterway as an important transport corridor of the São Paulo state. The aim of this study is to identify the key variables that influence the operations of locking process and analyze their effects on the performance of shipping. The selected variables were used in the case study at the Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão and Nova Avanhandava's locks, attached to the hydroelectric power plants at same name, to verify through a questionnaire, observation and document analysis, the influence of these variables on the overall performance of navigation. The locks operate 24 hours a day throughout the year and have their operations interrupted every two years, for a period of 30 days to perform preventive maintenance on the equipments. This practice has been very important for locks, historically, reaching average levels of availability of 99% per year, contributing to modal attractiveness. The demand for this waterway, an important factor for the balance of the country's cargo transportation matrix, causes formation of queues of vessels at locks, in some periods of the day, actually occurred frequently until the month of May 2014. Thus, this work contributes indicating the leading cause of queuing in locks, and suggests the adoption of systematic procedures for locking process, as a means to organize the vessel's traffic and increase the productivity of companies that operates in a Tietê-Paraná waterway.

Keywords: Inland waterway. Tietê-Paraná waterway. Lock planning. Locks.

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------|--|
| AHRANA | Administradora da hidrovia do Paraná |
| AIS | <i>Automatic Identification System</i> (Sistema de Identificação Automática) |
| ANTAQ | Agência Nacional de Transporte Aquaviário |
| ANTT | Agência Nacional de Transportes Terrestres |
| DH | Departamento Hidroviário |
| DNER | Departamento Nacional de Estradas de Rodagem |
| GEIPOT | Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes |
| HTP | Hidrovia Tietê-Paraná |
| IALA | <i>International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities</i> |
| IMO | <i>International Maritime Organization</i> |
| MT | Ministério dos Transportes |
| PNIH | Plano Nacional de Integração Hidroviária |
| PNLT | Plano Nacional de Logística e Transportes |
| VTS | <i>Vessel Traffic Service</i> (Serviço de Tráfego de Embarcações) |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Conteúdo da revisão de literatura..... | 21 |
| Figura 2 – Organograma do Ministério dos Transportes..... | 24 |
| Figura 3 – Organograma da Agência Nacional de Transportes Aquaviários..... | 26 |
| Figura 4 - Transporte de cargas em vias interiores por região hidrográfica em 2013..... | 34 |
| Figura 5 – Comunicação via AIS entre embarcações..... | 36 |
| Figura 6 – Comunicação via AIS entre embarcações e estações em terra..... | 40 |
| Figura 7 - Circunscrição da Administração da Hidrovia do Paraná – AHRANA..... | 47 |
| Figura 8 – Mapa da hidrovia Tietê-Paraná..... | 48 |
| Figura 9 – Área de influência direta da hidrovia Tietê-Paraná..... | 49 |
| Figura 10 - Localização das eclusas no rio Tietê..... | 50 |
| Figura 11 - Comboio navegando na HTP..... | 51 |
| Figura 12 – Terminal multimodal de Pederneiras..... | 52 |
| Figura 13 – Canal de Pereira Barreto..... | 52 |
| Figura 14 – Comboio carregado no interior da eclusa Bariri..... | 53 |
| Figura 15 – Distâncias entre terminais e eclusas na HTP..... | 54 |
| Figura 16 - Usina hidrelétrica e eclusa Barra Bonita..... | 55 |
| Figura 17 - Usina hidrelétrica e eclusa Bariri..... | 56 |
| Figura 18 - Usina hidrelétrica e eclusa Ibitinga..... | 57 |
| Figura 19 - Usina hidrelétrica e eclusa Promissão..... | 58 |
| Figura 20 - Usina hidrelétrica e eclusa Nova Avanhandava..... | 60 |
| Figura 21 – Croqui de navegação no reservatório da eclusa Barra Bonita..... | 62 |
| Figura 22 – Comboio Tipo-Tietê..... | 63 |
| Figura 23 – Comboio Tipo Duplo-Tietê..... | 64 |
| Figura 24 – Manutenção preventiva na câmara da eclusa..... | 66 |

| | |
|--|----|
| Figura 25 – Comporta do aqueduto de enchimento da eclusa Bariri | 67 |
| Figura 26 – Manutenção na vedação da porta jusante de uma eclusa | 68 |
| Figura 27 – Mesa de comando local de uma eclusa | 70 |
| Figura 28 – Sistema de monitoramento de uma eclusa | 72 |
| Figura 29 – Embarcação no interior de uma eclusa..... | 72 |
| Figura 30 – Tela de comando remoto da eclusa Promissão | 73 |
| Figura 31 – Centro de operação da geração e eclusas | 74 |
| Figura 32 – Comportamento do fluxo atual de embarcações na HTP..... | 92 |
| Figura 33 – <i>Framework</i> de planejamento de eclusagem proposto | 94 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Vias economicamente navegadas no Brasil | 34 |
| Quadro 2 - Universo da pesquisa de campo | 43 |
| Quadro 3 - Questionário da pesquisa de campo | 44 |
| Quadro 4 - Evolução histórica da formação da hidrovia Tietê-Paraná..... | 46 |
| Quadro 5 – Características técnicas da eclusa Barra Bonita | 55 |
| Quadro 6 – Características técnicas da eclusa Bariri..... | 57 |
| Quadro 7 – Características técnicas da eclusa Ibitinga..... | 58 |
| Quadro 8 – Características técnicas da eclusa Promissão | 59 |
| Quadro 9 – Características técnicas da eclusa Nova Avanhandava | 60 |
| Quadro 10 – Comparativo por modos de operação | 75 |
| Quadro 11 – Indicadores de disponibilidade anual | 77 |
| Quadro 12 – Histórico de eclusagens | 78 |
| Quadro 13 – Comparativo de tempo por modo de operação..... | 79 |
| Quadro 14 - Variáveis que impactam o desempenho da navegação na hidrovia Tietê-Paraná | 81 |
| Quadro 15 – Número de eclusagens | 95 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Distribuição modal da matriz brasileira de transportes regionais de cargas | 31 |
| Gráfico 2 - Meta da composição da matriz de transporte de cargas brasileira em 2025 | 32 |
| Gráfico 3 - Carga transportada pela HTP | 76 |
| Gráfico 4 - Média histórica de disponibilidade | 77 |
| Gráfico 5 – Número de eclusagem | 78 |
| Gráfico 6 - Possibilidade de chegadas simultâneas de várias embarcações em uma eclusa... | 82 |
| Gráfico 7 - Local recomendado para comunicação com a eclusa | 83 |
| Gráfico 8 - Importância de informações em tempo real | 84 |
| Gráfico 9 - Utilização de rede AIS para monitoramento de embarcações | 85 |
| Gráfico 10 - Agendamento de eclusagem para evitar filas de embarcações em eclusas..... | 86 |
| Gráfico 11 – Importância da HTP para as operações | 87 |
| Gráfico 12 – Gestão dos níveis de navegação e serviços de informações na HTP | 87 |
| Gráfico 13 – Vantagens do modal hidroviário em relação a outros modais | 88 |
| Gráfico 14 – Barreiras ao desenvolvimento da hidrovía | 89 |
| Gráfico 15 – Sugestão de serviços para a HTP | 90 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 | Problema da Pesquisa | 18 |
| 1.2 | Objetivos | 18 |
| 1.3 | Justificativa | 19 |
| 1.4 | Delimitação da Pesquisa | 20 |
| 1.5 | Estruturação da pesquisa | 20 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA | 21 |
| 2.1 | Panorama da Gestão dos Modais de Transportes no Brasil | 21 |
| 2.1.1 | Modais de Transporte | 22 |
| 2.1.2 | Gestão dos Modais de Transporte no Brasil | 23 |
| 2.1.2.1 | Plano Nacional de Logística e Transportes | 27 |
| 2.1.2.2 | Plano Nacional de Integração Hidroviária | 28 |
| 2.2 | Transporte por Hidrovias Interiores no Brasil | 29 |
| 2.2.1 | A Posição do Transporte Aquaviário no Brasil | 30 |
| 2.2.2 | Características das Principais Hidrovias Navegadas Brasileiras | 33 |
| 2.3 | Sistemas de Suporte à Navegação | 35 |
| 2.3.1 | Sistema de Identificação Automática | 35 |
| 2.3.2 | Serviço de Tráfego Marítimo | 38 |
| 3 | MÉTODO DE PESQUISA | 41 |
| 3.1 | Classificação da Pesquisa | 41 |
| 4 | APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO | 45 |
| 4.1 | Hidrovia Tietê-Paraná | 45 |
| 4.1.1 | Rotas de Navegação | 50 |
| 4.2 | Eclusas do Rio Tietê | 53 |
| 4.2.1 | Eclusa Barra Bonita | 54 |
| 4.2.2 | Eclusa Bariri | 56 |
| 4.2.3 | Eclusa Ibitinga | 57 |
| 4.2.4 | Eclusa Promissão | 58 |
| 4.2.5 | Eclusa Nova Avanhandava | 59 |
| 4.3 | Eclusagem e Processo de Eclusagem | 61 |
| 4.3.1 | Processo de Eclusagem | 61 |
| 4.4 | Manutenção e Operação de Eclusas | 64 |
| 4.4.1 | Manutenção | 65 |
| 4.4.2 | Operação | 69 |
| 4.4.3 | Modos de Operação de Eclusa | 69 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 76 |
| 5.1 | Resultados Apurados Sobre os Principais Indicadores | 76 |
| 5.2 | Pesquisa de Campo | 79 |
| 5.2.1 | Processo de Comunicação na HTP | 79 |
| 5.2.2 | A importância da Manutenção da Navegabilidade na HTP | 86 |
| 5.2.3 | Como o Planejamento de Eclusagem pode Otimizar as Operações na HTP | 91 |
| 5.2.3.1 | Exemplos de Papéis e Atribuições | 93 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.2.4 | Práticas Operacionais que Influenciam o Tráfego de Embarcações..... | 96 |
| 5.2.5 | Monitoramento de Embarcações na HTP..... | 96 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 97 |
| | REREFÊNCIAS..... | 100 |

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve aumento significativo na utilização da hidrovia Tietê-Paraná (HTP), principalmente para transporte de mercadorias, que cresceu, em média, 9% ao ano no período de 2000 a 2013. Em 2013 foram transportados mais de 6 milhões de toneladas de mercadorias pela HTP, dos quais 3 milhões foram escoados pelo trecho Tietê (DH, 2015).

Em geral, a navegação interior, embora seja lenta se comparada a outros modos de transporte, tem sua força na capacidade de carregar grandes quantidades de cargas. Assim, a navegação fluvial é adequada para todos os tipos de produtos de massa, tanto graneis líquidos como secos.

Nos últimos 50 anos, o Governo do Estado de São Paulo implantou, nos rios Tietê e Paraná, barragens equipadas com eclusas, as quais permitem às embarcações vencer os desníveis provocados pelos aproveitamentos energéticos. Concomitantemente a isso, abriu canais para melhoria das condições de navegação e sinalização da rota de navegação de todo o trecho. Consolidou-se, dessa forma, um sistema de transporte hidroviário interligado às malhas rodoviária e ferroviária. (DH, 2015).

O resultado desses investimentos foi o aumento gradativo da quantidade de comboios que utilizam o modal e, conseqüentemente, o volume de cargas transportadas, principalmente *commodities* (soja, milho, farelo de soja, madeira), que são transportadas dos centros produtores, via modo rodoviário, aos terminais intermodais de cargas, com destaque para o terminal em São Simão-GO, de onde a carga é escoada pela HTP.

Em 2013, cerca de 43 milhões de toneladas de soja em grão foram exportados utilizando-se das instalações portuárias brasileiras, apresentando um crescimento de 27% em relação ao ano anterior, o que reflete a safra recorde observada no país, que evoluiu aproximadamente 24% de 2012 para 2013 (MOREIRA NETO, 2014).

Os investimentos foram importantes porque, para que a carga chegue a seu destino, é necessário que a hidrovia esteja integrada a outros modais, como rodoviário, ferroviário e marítimo. Para Macharis e Bontekoning (2004), o transporte intermodal de mercadorias tornou-se um setor muito importante da indústria de transportes. Crainic e Kim (2005) definem o transporte intermodal como o transporte de pessoas ou mercadorias de sua origem até seu destino, por uma sequência de, pelo menos, dois modos de transporte, sendo a transferência, de um modo ao outro, realizada em um terminal intermodal.

No trecho objeto deste estudo, os comboios que transportam grãos transpõem até seis eclusas no percurso entre os terminais de origem e destino, onde ocorre nova operação de transbordo a partir do qual a mercadoria é transportada aos centros consumidores no Brasil e no exterior.

Além do transporte de mercadorias, a HTP é muito importante para o setor de turismo fluvial, com destaque para as eclusas de Barra Bonita e Nova Avanhandava. Anualmente centenas de milhares de turistas realizam passeios a bordo de embarcações, os quais têm nas eclusas seus principais atrativos.

Nesse cenário de demanda crescente pela utilização do modal, cresce também o desbalanceamento do tráfego, o que resulta, algumas vezes, em filas de embarcações, principalmente no sistema de eclusas no trecho estudado, onde estão inseridas as eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava.

Entretanto, em determinados períodos do dia, e algumas vezes durante todo o dia, as eclusas não são demandadas por embarcações, embora estejam disponíveis para operação. Esse fenômeno, que provoca filas de embarcações em alguns períodos e ausência de demanda em outros, é característico do desbalanceamento do fluxo de embarcações, não somente em eclusas, onde é possível evidenciar tal fato, mas também ao longo de toda a hidrovia.

O modal hidroviário é muito importante para o desenvolvimento de vários seguimentos da economia, entre eles o setor de produção de grãos, de transporte de mercadorias e passageiros, cuja *performance* impacta diretamente a economia das regiões no entorno dos rios que dão nome à hidrovia, onde se encontram instalados vários terminais de transbordo e eclusas, partes integrantes da HTP.

Nas últimas décadas vários estudos para solucionar problemas com ocorrência de filas em eclusas foram desenvolvidos (TING; SCHONFELD, 2001; WILSON, 1978).

A ocorrência de filas remete à hipótese de que o desbalanceamento do fluxo de embarcações acontece devido a lacunas no processo de gestão da navegação, e, de forma análoga, no controle de utilização das eclusas. Tal fato motivou uma avaliação mais detalhada das interações, práticas e procedimentos que regem as operações dos atores que movimentam a cadeia produtiva desse corredor de transporte, localizado no centro do Estado de São Paulo.

A avaliação dos processos relacionados à transposição de embarcações nas eclusas citadas, objetiva identificar variáveis que contribuem para formação de filas de embarcações. Entender o contexto da HTP, identificar pontos de melhoria e sugerir meios para resolução dos problemas são os objetivos deste trabalho.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

O presente trabalho busca identificar as possíveis causas de chegadas aleatórias de embarcações nas eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, anexas às usinas hidrelétricas de mesmo nome, localizadas no rio Tietê, parte integrante da HTP. Da mesma forma, busca-se entender o porquê de, em determinados períodos, não haver demanda pela utilização das eclusas.

Tais fatos sugerem que o fluxo de embarcações ocorre de forma desordenada, o que dificulta a previsão de demanda pelas eclusas. As práticas operacionais e atividades realizadas por operadores e usuários da hidrovia durante a transposição de embarcações nas eclusas serão os pilares da investigação.

A partir do entendimento e da análise das variáveis, serão identificadas as possíveis causas desse fenômeno, as quais podem restringir a fluidez das operações.

Admite-se neste trabalho que, de forma geral, todo processo produtivo deve ser planejado e ter seu desempenho monitorado e continuamente melhorado. Diante do contexto apresentado, surge a seguinte indagação:

Como o planejamento de eclusagens pode contribuir para aumentar a eficiência da navegação na HTP?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa foi identificar as variáveis que impactam o desempenho da navegação na HTP. Para atingir tal objetivo, foi necessário:

- Realizar uma breve descrição do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) e do Plano Nacional de Integração Hidroviária (PNIH), com ênfase no modal hidroviário (capítulo 2);
- Verificar a existência de sistemas de apoio à navegação na HTP;
- Analisar as práticas operacionais dos hidroviários e operadores durante o processo de transposição de embarcações nas eclusas na HTP;
- Apresentar os principais indicadores de desempenho (quantidade de eclusagens; cargas transportadas e percentual de disponibilidade de eclusas) disponíveis, no período de 2000 a 2014 (capítulo 5).

1.3 JUSTIFICATIVA

A HTP liga cinco dos maiores estados produtores de soja do Brasil. Começando nas cidades de Piracicaba e Conchas, ambas no estado de São Paulo, passa pelos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná. As embarcações que navegam por essa hidrovia compartilham o mesmo espaço físico, formado por canais navegáveis e eclusas, anexas às usinas hidrelétricas do rio Tietê, construídas visando ao aproveitamento múltiplo das águas (AHRANA, 2014). Segundo o Departamento Hidroviário (2014), pela HTP foram transportados seis milhões de toneladas de mercadorias em 2013, sendo, desse total, 50% escoados pelo trecho Tietê.

A construção de barragens constitui em obstáculo artificial que cria diferenças de nível de água ao longo dos rios. De acordo com Kanovic et al., (2014), as eclusas são as mais antigas estruturas de navegação utilizadas para permitir que barcos superem as diferenças de níveis de água de uma forma simples e segura.

Nos últimos anos, houve aumento gradativo na quantidade de embarcações que navegam nessa via, e conseqüentemente na quantidade de mercadorias transportadas, fato que tem gerado, algumas vezes, filas de embarcações nas proximidades das eclusas.

A ocorrência de filas obriga os navegantes a aguardarem durante horas nos pontos de espera (PE) localizados nas proximidades das eclusas, até serem autorizados a eclusar e prosseguir a viagem.

O tempo de espera de embarcações em eclusas tem como causa vários fatores, tais como a distribuição dos tempos entre chegadas de embarcações, tempos de operações, tamanhos e configurações de embarcações, tamanhos das câmaras e a disciplina na execução dos serviços (TING; SCHONFELD, 2001).

A existência de eclusas possibilita a navegação por longas distâncias, porém a demanda de várias embarcações por uma eclusa tem como consequência períodos de espera e aumento no tempo de viagem, tornando o processo menos eficiente, além de gerar custos adicionais aos armadores.

Assim, este trabalho justifica-se por contribuir para a ampliação do conhecimento acadêmico sobre o tema, realizando um diagnóstico nos processos e práticas desenvolvidos nas eclusas, a fim de identificar as principais variáveis que impactam o desempenho das operações do sistema de navegação da HTP, a qual é fortemente demandada para o transporte de mercadorias e pelo turismo fluvial.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho propõe um estudo das práticas operacionais desenvolvidas nas eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, localizadas no rio Tietê, num trecho da HTP.

A escolha do sistema de eclusas para realização da presente pesquisa deve-se à sua posição geográfica e ao fato de elas possibilitarem o escoamento de mercadorias produzidas nos principais estados produtores de grãos (soja, farelo de soja, milho, sorgo).

Ademais, concorrem pelo espaço da via o transporte regional de cana-de-açúcar - que passa pela eclusa Bariri - e o transporte de areia e de passageiros (turismo) - que utiliza a eclusa Barra Bonita.

Este estudo visa a explorar as operações de transposição nas eclusas ao longo do trecho delimitado. Cabe ressaltar que a ocorrência de filas de embarcações em eclusas tem como provável causa a inexistência de planejamento ou agendamento no uso das obras de transposição.

1.5 ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho está estruturado em sete capítulos. O capítulo 1 contém a apresentação do tema, a formulação do problema, os objetivos, a justificativa, a delimitação da pesquisa e a forma como o texto está estruturado.

O capítulo 2 apresenta uma contextualização sobre o transporte hidroviário, abordando a HTP. Além disso, nele se discorre sobre o sistema de identificação automática (*Automatic Identification System*) utilizado na navegação.

O capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos utilizados nas etapas de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, que foi concebida com recursos do aplicativo *SurveyMonkey*.

No capítulo 4, retratam-se as principais características físicas e a influência de seis eclusas do trecho em estudo do rio Tietê no desempenho da navegação na HTP.

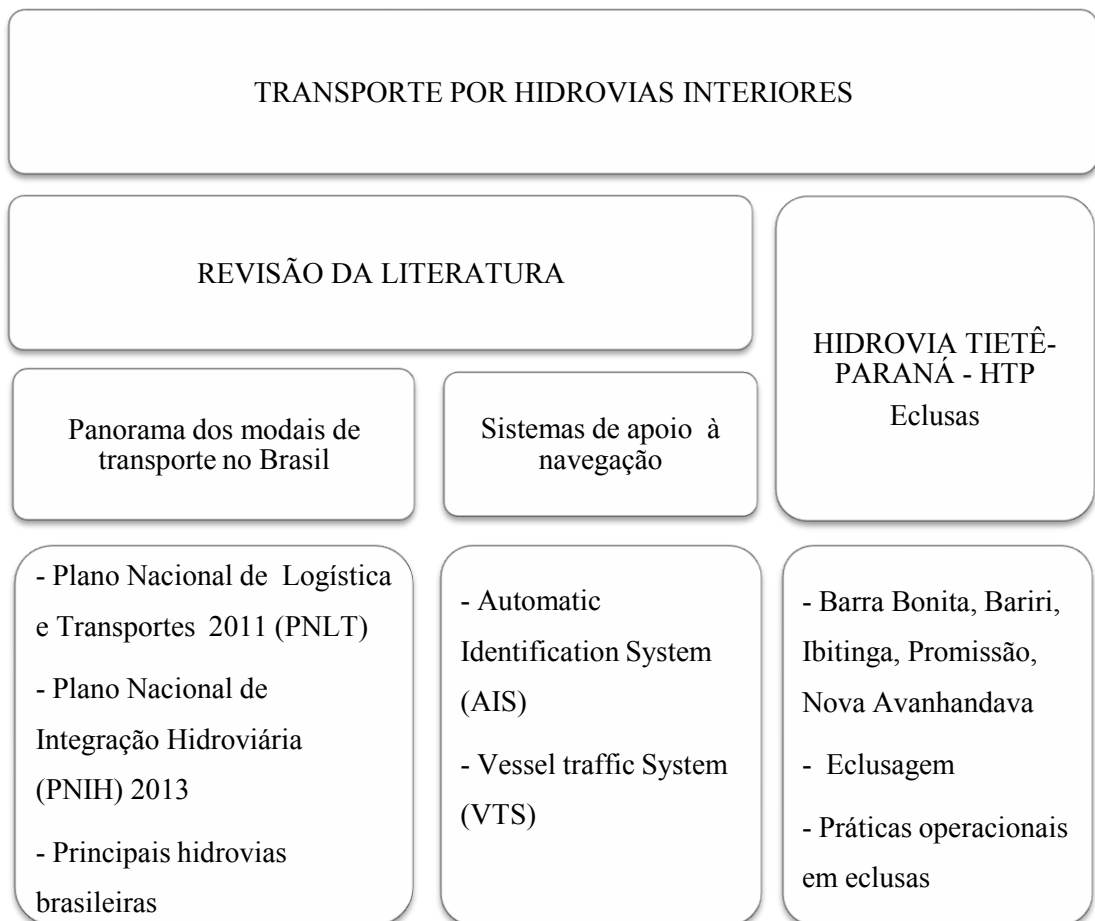
O capítulo 5 apresenta os resultados da pesquisa e de consultas a especialistas sobre as operações no corredor de navegação Tietê-Paraná.

No capítulo 6 são apresentadas as principais conclusões do estudo, e no capítulo 7 estão relacionadas as referências constantes no texto.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a revisão da literatura com os principais conceitos necessários ao entendimento dos temas abordados na pesquisa, quais sejam: panorama da gestão do setor brasileiro de transporte por hidrovias interiores, principais hidrovias do Brasil, sistemas de apoio à navegação, seguida de apresentação da HTP. É apresentada também a operação de eclusagem nas eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, localizadas no rio Tietê, na HTP. Na Figura 1 são apresentados os principais conteúdos da revisão da literatura.

Figura 1 – Conteúdo da revisão da literatura



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.1 PANORAMA DA GESTÃO DOS MODAIS DE TRANSPORTES NO BRASIL

Esta seção retrata de forma breve o panorama institucional do setor de transporte no Brasil, com ênfase no modal hidroviário. Para isso, foram utilizados dados e informações

atuais de publicações oficiais sobre o tema e projeções para o setor hidroviário nacional para os próximos anos.

2.1.1 Modais de Transporte

A importância da infraestrutura no processo de desenvolvimento e crescimento econômico de um país é uma verdade inconteste. Como um dos componentes essenciais dessa infraestrutura, aparece o setor de transportes. De acordo com Rodrigues (2007), transporte é o deslocamento de pessoas e pesos de um lugar para outro.

O desenvolvimento de um país está intimamente ligado à disponibilidade de infraestrutura econômica, de tal forma que a infraestrutura de transportes tem um impacto decisivo na sustentabilidade desse processo. A infraestrutura de transportes, entretanto, deve estar disponível a custos razoáveis, de modo a viabilizar o atendimento da crescente demanda, que é impulsionada pelo próprio desenvolvimento da economia nacional (MT, 2012).

A infraestrutura de transporte é elemento fundamental para o desenvolvimento econômico e social de um país, dada a sua relação com todos os demais setores produtivos. Do seu desempenho depende o fluxo de pessoas e bens, tanto no seu território quanto para além das suas fronteiras (CNT, 2014).

O transporte de carga é um componente-chave da cadeia de suprimentos para garantir de forma eficiente a disponibilização de matérias-primas e produtos acabados ao consumidor final (CRAINIC, 2000). À utilização de mais de um modo de transporte dá-se o nome de transporte multimodal.

De acordo com Rodrigues (2007), são cinco os modos de transporte, com uma pequena variação no modal aquaviário.

Modos ou modais de transporte:

- Rodoviário: aquele feito por caminhões, carretas e treminhões;
- Ferroviário: aquele realizado nas ferrovias por trens, compostos de vagões, que são puxados por locomotivas;
- Aquaviário: abrange o modo marítimo e o hidroviário;
 - Marítimo: aquele no qual a carga é transportada por embarcações, através de mares e oceanos;
 - Hidroviário, fluvial ou lacustre: aquele no qual a carga é transportada em embarcações pelos rios, lagos ou lagoas;
- Aeroviário: aquele realizado por aeronaves;

- Dutoviário: aquele em que os produtos são transportados por meio de dutos.

Os modos de transporte são frequentemente combinados de forma a se completar, podendo ser utilizados quando há indisponibilidade ou restrição de acesso a um deles ou em função do custo do frete.

Todos os modos apresentam seus próprios custos e características operacionais, o que os torna mais adequados para certos tipos de operações e produtos. Todas as modalidades têm vantagens e desvantagens.

Os serviços de transporte intermodal e infraestrutura multimodal de transporte desempenham importante papel nos sistemas logísticos de empresas que concorrem em mercados globais no século 21 (RONDINELLI; BERRY, 2000).

As variáveis de decisão para a seleção do modal são, entre outros: natureza e características da mercadoria, tamanho do lote, restrições do modal, disponibilidade e frequência do transporte, tempo de trânsito, valor do frete, índice de faltas ou avarias nas mercadorias e nível do serviço prestado (RODRIGUES, 2007).

O transporte é fundamental para termos acesso a bens e serviços, e o custo do transporte exerce grande influência no preço do produto, o qual indiretamente determina a parcela da população que terá acesso ao produto (KAWAMOTO, 2010).

No caso brasileiro, o papel representado pelo setor de transportes é fundamental, pois, à medida que o setor se amplia e se moderniza, novas áreas passam a ter viabilidade econômica, passando a contribuir para o estímulo e incremento do desenvolvimento econômico. Além disso, as dimensões continentais do território brasileiro exigem, para a sua perfeita integração, um setor de transporte amplo e diversificado (UELZE, 1974).

2.1.2 Gestão dos Modais de Transporte no Brasil

O Ministério dos Transportes (MT) é o órgão da administração pública federal direta que tem como área de atuação a política nacional de transportes dos modais ferroviário, rodoviário e aquaviário. Além disso, atua no âmbito da marinha mercante, das vias navegáveis e dos portos fluviais e lacustres, excetuados os que estão sob a responsabilidade das Companhias Docas. O MT também possui competência para participar da coordenação dos transportes aeroviários e serviços portuários.

As ações do Ministério dos Transportes (MT, 2012) abrangem a formulação, coordenação e supervisão das políticas nacionais para o setor; a participação no planejamento

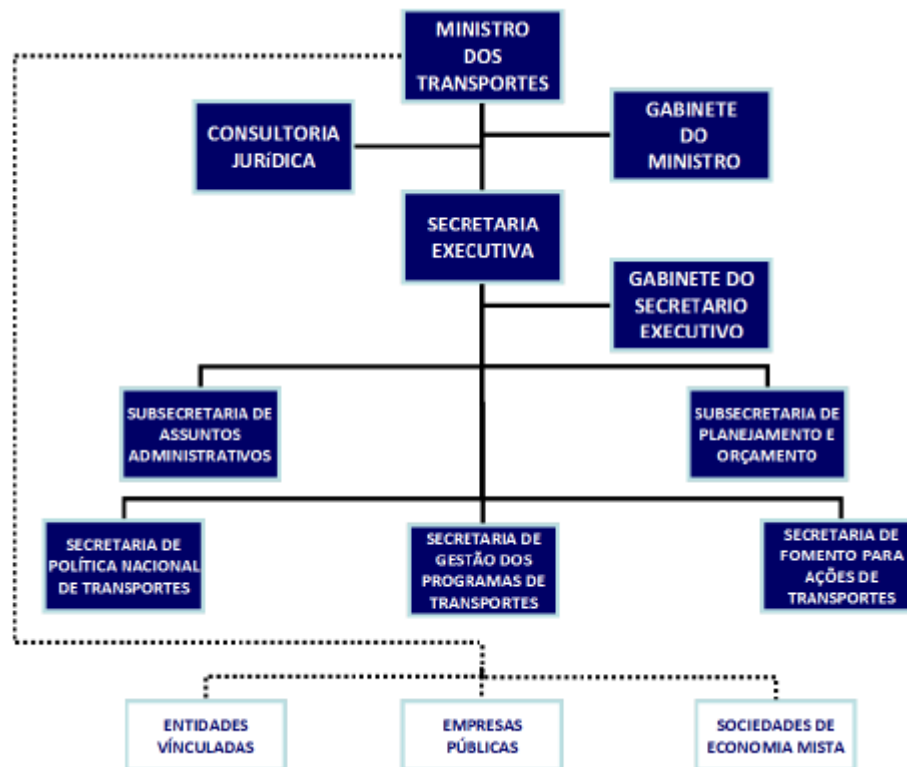
estratégico; a elaboração de diretrizes para sua implementação; e a definição das prioridades dos programas de investimentos.

O antigo arcabouço institucional do setor federal de transportes era formado por órgãos e organizações como o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), as empresas estatais que administravam e algumas que ainda administram o sistema portuário brasileiro, e, ainda, a própria organização interna do MT. A reestruturação do setor se efetivou com a edição da Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001.

O Plano Nacional de Viação, que englobava o conjunto de vias de transporte e as respectivas estruturas operacionais fundamentais ao desenvolvimento do país, foi primeiramente regulamentado pela Lei nº 5.917, de 1973.

O PNV consistiu num desenho dos sistemas de transportes do país. No sistema hidroviário, trouxe uma relação descritiva das vias navegáveis interiores como a hidrovia do rio Madeira, do São Francisco, Tietê-Paraná, Tocantins-Araguaia, Paraguai-Paraná e a hidrovia do Sul (ALLAMA, 2011). A Figura 2 retrata o organograma básico do MT.

Figura 2 - Organograma do Ministério dos Transportes, Governo Federal Brasileiro



Fonte: Ministério dos Transportes (2011).

As secretarias possuem responsabilidades de suma importância para que ações e planos do Ministério dos Transportes sejam concretizados. A seguir são apresentadas as principais competências e responsabilidades das secretarias relacionadas ao desenvolvimento do setor de transportes:

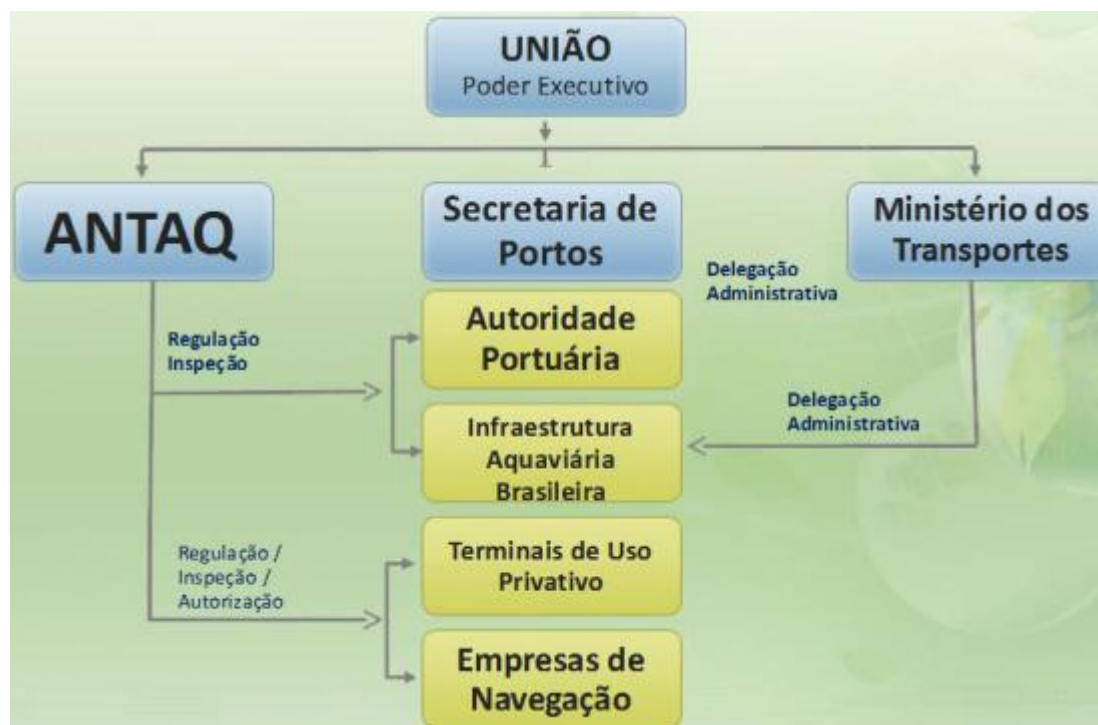
- A Secretaria de Política Nacional de Transportes (SPNT) é a responsável pelo fornecimento de subsídios para a formulação e elaboração da política nacional de transportes, de acordo com diretrizes governamentais, bem como pela articulação de políticas de transporte do Governo Federal com as diversas esferas de governo e com o setor privado;
- A Secretaria de Gestão de Programas de Transporte (SGPT) encarrega-se da coordenação e orientação dos planos, programas e ações do Ministério, do acompanhamento e avaliação da execução de programas e projetos, consolidando o modelo de gerenciamento por resultados e otimização de recursos, além de estabelecer indicadores econômico-financeiros e de qualidade;
- A Secretaria de Fomento para Ações de Transportes (SFAT) elabora e supervisiona a implantação das políticas e diretrizes para a captação de recursos e de planejamento e coordenação da arrecadação e aplicação do Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante (AFRMM), bem como das demais receitas do Fundo da Marinha Mercante (FMM).

Após sua reestruturação, o MT passou a dispor de entidades vinculadas: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) como figuras jurídicas responsáveis pela regulação e fiscalização dos serviços de transporte e de infraestrutura, inclusive pelo monitoramento e avaliação das estruturas e do desempenho das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas; e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), órgão responsável pela “implementação” da política governamental para a infraestrutura de transportes terrestres e aquaviários, envolvendo a implantação de programas e projetos públicos, inclusive o planejamento operacional e o gerenciamento de tais programas e projetos, licitações e contratações, acompanhamento e fiscalização.

A ANTAQ é uma entidade que integra a Administração Federal indireta. De regime autárquico especial, com personalidade jurídica de direito público, independência administrativa, autonomia financeira e funcional, vinculada à Secretaria de Portos da

Presidência da República – SEP/PR, foi criada pela Lei nº 10.233/2001 e instalada em 17 de fevereiro de 2002 (ANTAQ, 2015).

Figura 3 - Agência Nacional de Transportes Aquaviário na estrutura de Governo



Fonte: ANTAQ (2011).

No âmbito do transporte aquaviário, cabe à ANTAQ regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transporte e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviária, exercida por terceiros, com vistas a garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas. São também responsabilidades da ANTAQ:

- Harmonizar os interesses dos usuários com os das empresas concessionárias, permissionárias, autorizadas e arrendatárias, e os de entidades delegadas, preservando sempre o interesse público; bem como arbitrar conflitos de interesse e impedir situações que configurem competição imperfeita ou infração contra a ordem econômica;
- Supervisionar quarenta portos públicos marítimos e fluviais, dos quais 21 são administrados por sete companhias docas federais, dezoito administrados por Estados e municípios e um pela iniciativa privada;

- Regular terminais portuários privativos, tanto na costa marítima como nas vias navegáveis interiores;
- Disciplinar o transporte de cargas e passageiros, tanto nas navegações de longo curso como nas de cabotagem interior, de apoio marítimo e de apoio portuário, mediante procedimentos de autorização de funcionamento de empresas e de regulação e fiscalização das atividades desempenhadas por estas empresas.

2.1.2.1 Plano Nacional de Logística e Transportes

Com o objetivo de ampliar e melhorar a navegabilidade dos rios brasileiros para diminuir o custo de frete, aumentar a segurança e planejar o crescimento da navegação pelos rios do país, o MT, por meio da SPNT, criou, em 2007, o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), que atualmente está em sua terceira revisão.

De acordo com Allama (2011) o PNLT apresenta uma visão de futuro para um Brasil em três tempos 2007, 2015 e 2025.

O principal objetivo do PNLT é formalizar e perenizar instrumentos de análise para dar suporte ao planejamento de intervenções públicas e privadas na infraestrutura e na organização dos transportes.

O PNLT também serve de base para a elaboração dos Planos Plurianuais (PPA) e como eventual subsídio para a definição da composição do portfólio de projetos integrantes do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Sendo um plano de longo prazo, busca definir um novo sistema nacional de transporte e de logística que possa melhorar e modernizar a qualidade da infraestrutura de transporte nacional, assim como redirecionar as políticas, programas e projetos de investimento. O PNLT fundamenta-se, de forma abrangente, nos seguintes aspectos:

- Racionalização da atividade logística nas diversas regiões brasileiras, com ordenamento do território a partir das potencialidades de produção e consumo;
- Fomento à multimodalidade, com aproveitamento maximizado das vantagens de cada modal de transporte, valorizando as estruturas e redes atuais;
- Promoção de ganhos socioambientais, com utilização das vantagens microrregionais e com redução dos impactos na emissão de poluentes;
- Busca permanente do desenvolvimento econômico regional, com geração de empregos e de riqueza;

- Aumento da competitividade das empresas e das regiões onde o transporte evolui de uma condição periférica para se constituir em elemento fundamental de manutenção da competitividade sustentada no longo prazo.

Segundo o MT (2012), é possível definir as seguintes ideias-força do PNLT, as quais buscam o efetivo envolvimento de todos os atores da sociedade no desenvolvimento, na elaboração e na continuidade desse processo de planejamento. São elas:

- É um plano de caráter indicativo, de médio e longo prazos, associado às demandas resultantes do processo de desenvolvimento socioeconômico do país, e não meramente um elenco de projetos e ações;
- É resultante de um processo de planejamento de transportes permanente, participativo, integrado e interinstitucional, nacional e federativo, não apenas federal;
- É um plano multimodal, envolvendo toda a cadeia logística associada aos transportes;
- Está fortemente fundamentado nos conceitos de territorialidade, segurança e ocupação do território nacional, e de desenvolvimento sustentável do país, com equidade e justiça social;
- Tem forte compromisso com a preservação do meio ambiente (zoneamento ecológico-econômico), com a evolução tecnológica e com a racionalização energética;
- Requer um processo de institucionalização, organização e gestão eficiente e eficaz, capaz de envolver todas as esferas de governo, bem como os vários órgãos e instituições públicos e privados afins e correlatos ao setor dos transportes.

2.1.2.2 Plano Nacional de Integração Hidroviária

O PNIH originou-se da necessidade institucional da ANTAQ em apresentar ao MT um Plano Geral de Outorgas para terminais hidroviários (DE QUEIROZ et al., 2013).

Segundo a ANTAQ (2013), o PNIH é a reunião de vários projetos cuja composição final agrega valor à capacidade de gestão do setor aquaviário. O plano possui quatro grandes objetos, que juntos proveem ao setor aquaviário os seguintes produtos:

- Banco de dados georreferenciado;
- Sistema de processamento de dados georreferenciado (SIGTAQ);
- Metodologia, análises de hidrovias selecionadas e o Estudo de Macrolocalização de Terminais Hidroviários no Brasil;
- Capacitação do corpo técnico da ANTAQ.

O PNIH tem dois objetivos centrais: um estudo detalhado sobre as hidrovias brasileiras e a indicação de áreas propícias para futuras instalações portuárias. O estudo de macrolocalização de terminais hidroviários no Brasil forma a análise sobre a possibilidade de exploração de instalações portuárias ao longo das hidrovias brasileiras, considerando diferentes cenários logísticos.

Os grupos de *commodities*, principalmente os granéis sólidos (minério de ferro e carvão) e sólidos agrícolas (soja e milho) foram apontados no estudo como grandes utilizadores dessa potencial malha hidroviária a ser agregada à matriz de transportes do país.

As simulações mostraram enorme potencialidade de implantação de terminais hidroviários ao longo da hidrovia Paraná- Tietê. Os carregamentos nos terminais demonstram claramente que os atuais números transportados nesse complexo hidroviário poderão ser elevados substancialmente (DE QUEIROZ et al., 2013).

Entretanto, o estudo conclui que os resultados não devem apenas ser concebidos sob a ótica econômica. Tão importante quanto os investimentos e retornos financeiros gerados pela implantação de terminais e trechos hidroviários é a possibilidade de maior acesso a determinados pontos do território que são carentes de infraestrutura de transporte.

2.2 TRANSPORTE POR HIDROVIAS INTERIORES NO BRASIL

Hidrovia interior ou via navegável interior são denominações comuns para os rios, lagos ou lagoas. Entretanto, o conceito de hidrovias não se limita à existência de um curso d'água navegável, mas deve incluir a existência de cartas de navegação e requisitos de balizamento, sinalização e ainda serviços especiais de dragagem e transposições (MT, 2014).

O conceito de hidrovia interior (COCKRANE; LEON, 1995 apud FELIPE JUNIOR, 2008) se distingue, do ponto de vista legal e operacional, do conceito de via navegável interior. Esta última possui um caráter genérico, ou seja, é um conceito amplo que se refere à navegabilidade por qualquer tipo de embarcação, sem haver rotas definidas e regularidade no transporte de mercadorias e pessoas.

Por outro lado, uma hidrovia é definida a partir da aprovação de um ato declaratório do poder público federal, estadual ou municipal. O fato de uma via aquática ser considerada como hidrovia interior significa que há uma intenção, uma deliberação explícita por parte do Estado ou órgão responsável.

As hidrovias podem se apresentar de duas maneiras: as artificiais e as melhoradas. As hidrovias interiores artificiais não eram navegáveis e adquiriram essa condição em função de

obras de engenharia. Já as hidrovias interiores melhoradas são aquelas que tiveram suas condições de navegação ampliadas.

Quanto à sua natureza e formação, as vias de navegação interiores podem ser classificadas em três classes distintas (NOVAK. et al., 1996 apud LOPES, 2011):

- Canais naturais, formados por rios, afluentes ou canais naturais não modificados por meio de engenharia;
- Rios canalizados, canais ou rios que possuem vazões regularizadas por obras de engenharia;
- Canais artificiais, canais de navegação construídos por meio de desvios de rios, bombeamentos ou barragem.

As diferentes bacias hidrográficas que cortam o território nacional são também vias navegáveis interiores, servindo para escoar mercadorias entre as diferentes regiões produtoras e consumidoras (RODRIGUES, 2007).

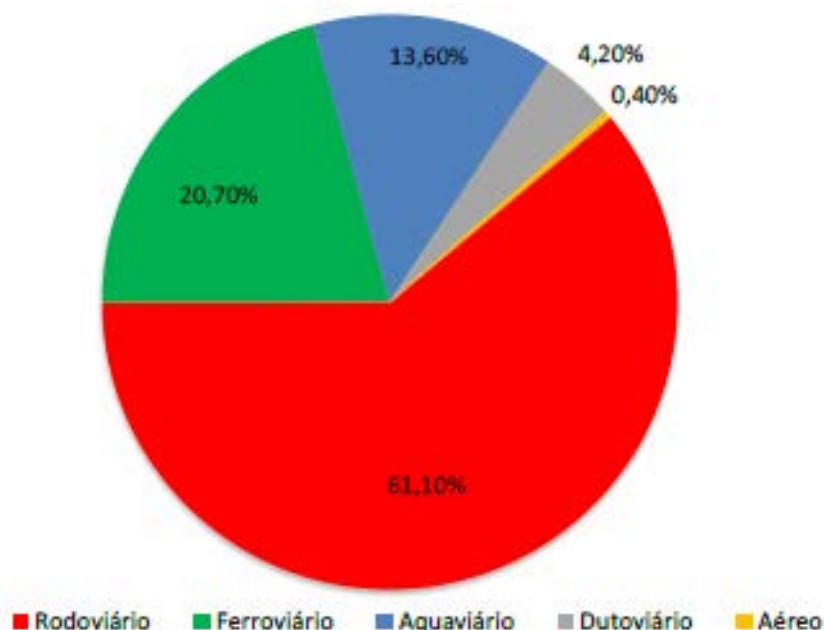
As primeiras experiências no Brasil de meios e vias de transportes mais avançados ocorreram com a construção das ferrovias e por meio da navegação fluvial e marítima a vapor. Devido à crescente demanda, os portos e seus armazéns se tornaram imprescindíveis para a exportação e importação de produtos e estocagem das cargas. Nesse contexto, atribuiu-se ênfase ao porto de Santos-SP a partir da segunda metade do século XIX, visto que ele se destacava nas exportações de café, produto oriundo, inicialmente, do Vale do Paraíba e, posteriormente, do oeste paulista (PRADO JR, 2004 apud FELIPE JUNIOR, 2008).

Segundo Rodrigues (2007), até recentemente, a imensa riqueza das vias naturais formadas pelas bacias hidrográficas e lagos brasileiros foi subutilizada para o transporte de cargas. Todas as obras de melhoria à navegação surgiam como subprodutos da construção de usinas hidrelétricas.

2.2.1 A Posição do Transporte Aquaviário no Brasil

A distribuição modal de transportes no Brasil pode ser observada no Gráfico 1, sendo os percentuais de participação de cada modal estimados em função das quantidades de toneladas-quilômetro-úteis (TKUs) de cada modal, resultantes das simulações do PNLT para o ano de 2011.

Gráfico 1- Distribuição modal da matriz brasileira de transportes regionais de cargas em 2011



Fonte: ANTAQ (2013).

Os percentuais, especialmente no caso dos modais menos representativos, podem diferir de valores obtidos em outras fontes, considerando-se as premissas adotadas e os métodos utilizados para se obterem os carregamentos na malha viária nacional (MT, 2012).

A principal meta do PNLT é a de, paulatinamente, dar maior equilíbrio à repartição modal de transportes, com racionalização do uso do modal rodoviário no atendimento de demandas com maior capilaridade e como complemento dos demais modais.

Conforme De Queiroz et al., (2013), a meta do PNLT era ter uma matriz equilibrada, tendo no modal rodoviário 30% em 2025, em detrimento dos 58% de 2013. As ferrovias e hidrovias passariam de 25% e 13% respectivamente, para 35% e 29%.

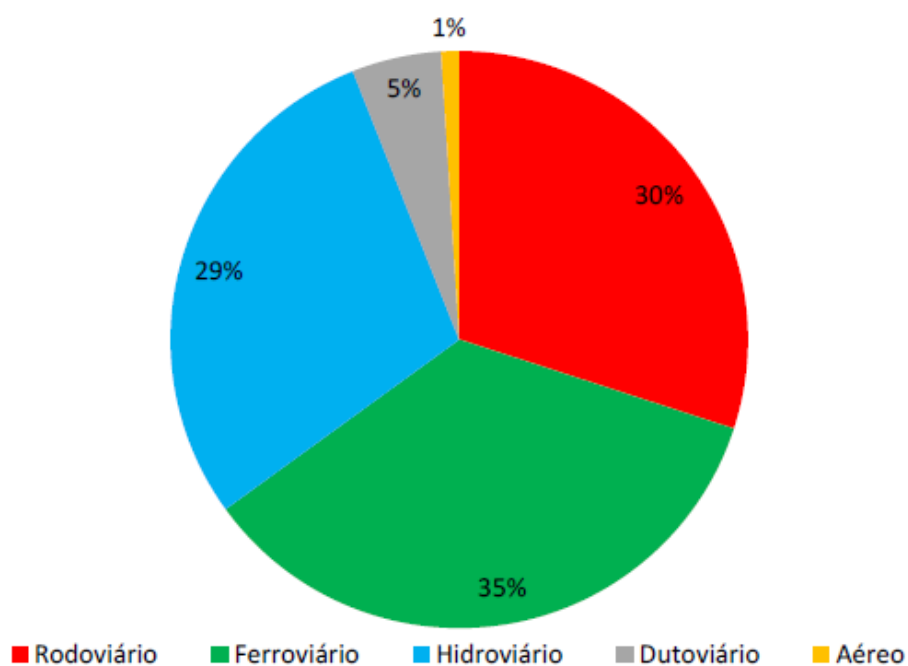
Os investimentos apontados pelo PNLT como fundamentais, e priorizados pelo PAC no que se refere à infraestrutura de transportes brasileira têm o intuito de equilibrar a participação dos diferentes modais no transporte de cargas e assim reduzir os altos custos logísticos atualmente observados.

Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2014), a navegação interior, apesar do seu elevado potencial de utilização em nosso território, apresenta uma reduzida expressão em relação à matriz total de transporte. Diversos entraves institucionais, regulatórios, de infraestrutura e de gestão conduzem a essa situação, tais como a falta de

financiamento, os baixos níveis de investimento, a deficiente manutenção/operações de dragagem, e conflitos com outras atividades, como a geração de energia e a irrigação.

O Gráfico 2 representa a meta projetada tanto pelo PNLT quanto pelo PAC para a distribuição da matriz de transportes de cargas brasileira no ano de 2025.

Gráfico 2 - Meta da composição da matriz de transporte de cargas brasileira em 2025



Fonte: ANTAQ (2013).

Na configuração da matriz de transporte brasileira esperada para 2025, observa-se que a participação do modal hidroviário deverá se elevar dos atuais 13% para quase 30%, tendo em vista os investimentos previstos para tornar esse modal mais atrativo.

Nos Estados Unidos, a participação do transporte hidroviário na matriz de distribuição modal é significativa (em torno de 30%). Esse fato deve-se em grande parte à existência do Rio Mississippi, que passa por extensas regiões de produção agroindustrial, desembocando em portos localizados em pontos estratégicos para o escoamento da produção de alimentos, tanto para o mercado interno como para o exterior (MT, 2012).

A navegação interior, em comparação com os demais modais, caracteriza-se pela grande capacidade de carregamento e pelo reduzido custo do frete por tonelada-quilômetro (TKU). Destina-se, preferencialmente, ao transporte de mercadorias homogêneas, de baixo valor agregado, não perecíveis e de grande peso específico, tipicamente granéis (CNT, 2014).

Segundo a ANTAQ (2013), além de seu papel fundamental para o equilíbrio da matriz de transporte brasileira, o modal hidroviário mostra-se competitivo e vantajoso principalmente

nos aspectos socioeconômico e ambiental, o que justifica os investimentos previstos. Para Rohács e Simongáti (2007), o desenvolvimento sustentável tornou-se um princípio orientador das atividades humanas nos dias atuais. Nesse sentido, o transporte sustentável pode exercer um grande papel. Para que o desenvolvimento sustentável do setor de transporte ocorra de fato a participação do modal aquaviário é fundamental.

No que se refere ao aspecto econômico, os investimentos em hidrovias e infraestrutura de apoio podem ser justificados pelo seguinte:

- Elevado potencial de produção agrícola: o Brasil possui enorme potencial de produção de grãos no interior de seu continente, que é conectado com a frota oceânica. Além disso, apresenta aumento progressivo da produção de álcool e programas alternativos para a questão energética, como os biocombustíveis;
- Cenário futuro altamente favorável no mercado global: os três países em desenvolvimento que estão despontando na produção de grãos são a China, a Índia e o Brasil. Porém, há um cenário desfavorável para a China e a Índia, que terão problemas para manter suas produções devido à escassez de recursos hídricos, de modo que é possível para o Brasil assumir a liderança em condições privilegiadas.

2.2.2 Características das Principais Hidrovias Navegadas Brasileiras

No início do século XXI, o Brasil começou a delinear um novo marco de atuação na economia mundial, com maior diversificação e ampliação de mercados e aumento da escala produtiva. A exportação de *commodities* tem tido um peso relevante nas riquezas produzidas pelo país. Entretanto, de forma contraditória, esse momento não chegou acompanhado de infraestrutura de transportes adequada e necessária para sustentá-lo, principalmente no que tange à infraestrutura portuária, seja essa marítima ou interior (ANTAQ, 2013). As principais hidrovias brasileiras (Quadro 1) estão localizadas nas seis bacias hidrográficas descritas a seguir:

- Bacia do Tocantins-Araguaia;
- Bacia Amazônica;
- Bacia do São Francisco;
- Bacia do Paraguai;
- Bacia do Paraná-Tietê;
- Bacia do Sul.

Quadro 1 - Vias economicamente navegadas no Brasil

| VIAS ECONOMICAMENTE NAVEGADAS | QUILOMETRAGEM | % |
|--------------------------------------|----------------------|----------|
| Paraguai | 592 | 3 |
| Paraná-Tietê | 1.495 | 7 |
| São Francisco | 576 | 3 |
| Solimões-Amazonas | 16.797 | 80 |
| Sul | 514 | 2 |
| Tocantins | 982 | 5 |
| Total | 20.956 | 100 |

Fonte: ANTAQ (2013).

A Figura 4 apresenta o total de cargas transportadas por região hidrográfica, distribuídas por vias interiores brasileiras.

Figura 4 – Transporte de cargas em vias interiores por região hidrográfica em 2013



Fonte: ANTAQ (2013).

2.3 SISTEMAS DE SUPORTE À NAVEGAÇÃO

Nesta seção são abordadas as aplicações do sistema de identificação automática utilizadas por embarcações, para obterem informações de outros navios que navegam pelas mesmas rotas, e a utilização desses recursos por autoridades e órgãos competentes em estações equipadas com sistema de suporte à navegação localizadas em terra.

2.3.1 Sistema de Identificação Automática

Sistema de Identificação Automática, do inglês *Automatic Identification System* - AIS, é um sistema de segurança marítima e de tráfego de navios (embarcações) imposto pela *International Maritime Organization* (IMO). O sistema é um padrão internacional de comunicação entre navios, e entre navios e uma estação em terra.

O Comitê de Segurança Marítima (*The Maritime Safety Committee*, MSC) da Organização Marítima Internacional aprovou a Resolução IMO MSC.74 (69), em 12 de maio de 1998, a qual continha padrões de desempenho e de utilização para o sistema AIS. (ERIKSEN et al., 2006).

De acordo com Eriksen et al., (2006) a utilização do AIS por embarcações aumenta a segurança do tráfego, graças à troca de informações eficientes entre embarcações, proteção ao meio ambiente e serviços de apoio de estações equipadas com o sistema, responsáveis pelo serviço de controle do tráfego. O uso do AIS possibilita os seguintes requisitos funcionais: identificação do navio, posição, velocidade, direção, destino e outros dados de interesses fundamentais para a segurança da navegação.

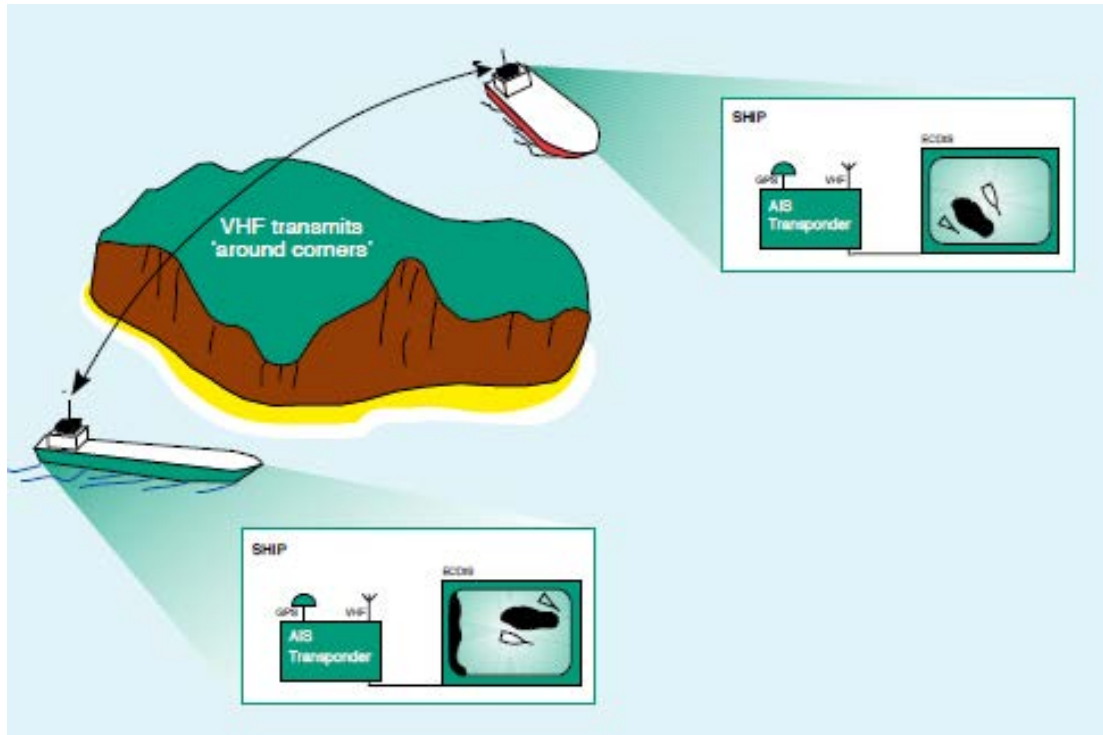
Segundo Mou et al., (2010), desde 2002 todas as embarcações marítimas de grande porte, incluindo os navios de passageiros, são obrigados a ter um sistema de identificação automática a bordo, o qual possibilita que embarcações se tornem visíveis entre si.

O sistema AIS foi desenvolvido principalmente para ser utilizado na segurança marítima, para evitar colisões entre embarcações, para uso em Serviços de Tráfego Marítimo (VTS), e como um meio de estações localizadas em terra obterem informações sobre navios que operam perto de suas costas (TETREAULT, 2005).

De acordo com Tetreault (2005), há leis e regulamentos nacionais e internacionais para o uso de equipamentos AIS a bordo dos navios. Os requisitos internacionais estão contidos no Capítulo V do Regulamento 19.2.4 da Convenção sobre Segurança da Vida Humana no Mar, ou SOLAS (*Safety of Life at Sea Convention*).

A Figura 5 ilustra a aplicação do transceptor AIS, com troca de informações em tempo real entre navios, o que auxilia os comandantes na tomada de decisão.

Figura 5 – Comunicação via AIS entre embarcações



Fonte: IALA (2010).

Segundo IALA (2010), o AIS é uma tecnologia de transmissão de dados entre navios e entre navios e estações em terra, que opera na faixa de VHF marítimo e que permite monitorar e controlar embarcações devidamente equipadas com o sistema. O objetivo é identificar efetivamente embarcações, fornecer informações adicionais, a fim de prevenir colisões e auxiliar na localização dos navios.

As informações transmitidas pela estação AIS de dentro de um navio incluem quatro conjuntos de dados, conforme IALA (2010):

- **Informações estáticas ou fixas:** inseridas na unidade AIS e somente alteradas se o navio mudar de nome, alterar o sinal de chamada, etc. Essas informações são transmitidas a cada seis minutos ou quando solicitado por uma autoridade em terra;
- **Informações referentes à viagem:** inseridas manualmente e atualizadas durante a viagem. Essas informações também são transmitidas a cada seis minutos. Para que informações do AIS sejam transmitidas corretamente a

outros navios e às autoridades em terra, a tripulação é orientada a atualizar as informações no início de cada viagem ou quando solicitado pelas autoridades competentes;

- **Informações dinâmicas:** atualizadas automaticamente pelo AIS, o que inclui dados de posição durante o percurso, tempo de viagem, status, etc;
- **Transmissão de mensagens curtas:** relacionadas com a segurança da navegação, quando necessário.

O objetivo do sistema é simplificar e promover o intercâmbio de informações automaticamente, reduzindo assim a necessidade de fazê-lo verbalmente, por exemplo, por notificação obrigatória dos navios por radiotelefonia. De acordo com a *International Maritime Organization* (1998), o AIS satisfaz os seguintes requisitos funcionais:

- Prevenção de colisões entre navios;
- Meio para que estações litorâneas obtenham informações sobre um navio e sua carga;
- Ferramenta (VTS) de gestão do tráfego, ou seja, envio de informações de embarcações para estações em terra, conforme detalhado na próxima seção.

Na HTP, o sistema AIS deverá ser utilizado por embarcações de transporte de mercadorias e de passageiros. A obrigatoriedade de uso do transceptor data de 1º de julho de 2014, conforme estabelecido pela Portaria nº 35/CFTP, de 20 de dezembro de 2013, publicada pela Capitania Fluvial do Tietê-Paraná.

As embarcações cujas dimensões e características se enquadrarem nas regras previstas na Portaria deverão manter ligado o transceptor AIS sempre que estiverem em uma das seguintes condições:

- Navegando;
- Fundeadas;
- Amarradas a uma boia;
- Com capacidade de manobra restrita;
- Sem governo;
- Encalhadas.

2.3.2 Serviço de Tráfego Marítimo

O Serviço de Tráfego Marítimo, do inglês *Vessel Traffic Service* - VTS, é definido pela resolução A.857 (20), da (IMO, 1998) como um serviço implementado por uma autoridade competente, para melhorar a segurança e a eficiência do tráfego e para proteger o meio ambiente. O serviço deve ter a capacidade de interagir com embarcações e de responder a situações de tráfego e de risco na área abrangida pelo sistema (IALA, 2010).

O VTS tem como objetivo prover a segurança e a eficiência da navegação e da vida no mar. Além disso, visa à proteção do ambiente marítimo e de áreas adjacentes em terra e no mar diante de possíveis efeitos indesejados e adversos ao tráfego marítimo.

Para Kharchenko e Vasylyev (2004), um serviço VTS melhora consideravelmente a segurança da navegação e, de uma forma mais sofisticada, a gestão do tráfego de navios, por fornecer serviço de informação, assistência à navegação e organização do tráfego.

De acordo com IALA (2010), a participação em um VTS pode ser obrigatória ou facultativa, dependendo das normas locais. Em ambos os casos, os navios que operam em uma área VTS podem utilizar os seguintes serviços:

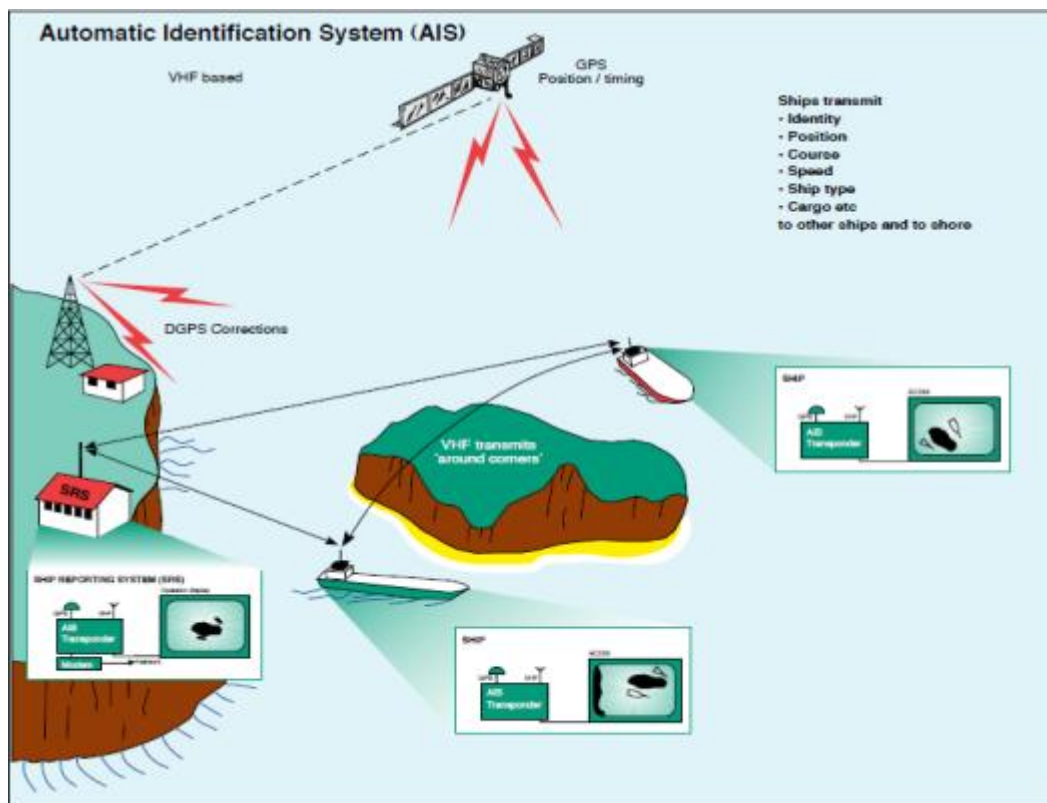
- **Serviço de informação** (*Information Service*): garantia de que a informação essencial esteja disponível em tempo hábil para apoiar a tomada de decisão a bordo de um navio. Podem ser incluídas nesse serviço informações sobre posição, identidade, intenções e destino de navios; condições meteorológicas e hidrológicas, avisos aos navegantes ou qualquer outra condição ou situação sobre a hidrovia que poderia afetar o tráfego de um navio;
- **Serviço de organização do tráfego** (*Traffic Organization Service*): prevenção de situações de perigo ao tráfego marítimo, segurança e eficiência à circulação de navios em áreas abrangidas pelo serviço. A organização do tráfego diz respeito ao planejamento da navegação para manter a segurança e a eficiência das embarcações. Esse serviço pode incluir alocação de espaço em água, criação e funcionamento de um sistema de autorizações de tráfego, e gestão do tráfego em torno de determinados navios com capacidade de manobra limitada, estabelecendo rotas e limites de velocidade que devem ser observados, ou quaisquer outras medidas que possam ser consideradas necessárias e apropriadas pelo VTS;

- **Serviço de suporte à navegação** (*Navigational Assistance Service*): suporte na tomada de decisões a bordo de um navio e de monitoramento de seus efeitos. Pode incluir o monitoramento de um navio em trechos onde há perigos em pontos específicos, auxiliar na escolha de rotas, ou ajudar a identificar a posição de um navio. A assistência à navegação pode ser fornecida a pedido de um navio ou quando considerado necessário pelo operador de VTS;
- **Serviços compartilhados de suporte** (*Support of Allied Services*): os VTS são muitas vezes estreitamente alinhados a agências governamentais ou serviços portuários comerciais e de grande utilidade para os navios entrarem em contato entre si ou se comunicarem com representantes de suas respectivas empresas. Esses serviços podem se beneficiar de informações confiáveis e oportunas dos navios, como posições, movimentação, destinos e previsão de chegada aos destinos. Ademais, podem melhorar sua própria eficiência e ao mesmo tempo planejar a utilização de seus recursos.

Como o VTS é realizado por operadores localizados em terra, eles costumam fazer uso de vários sistemas de apoio à tomada de decisão para ser capazes de monitorar o tráfego e fornecer informações confiáveis aos navegantes. Apesar da utilização de várias ferramentas computacionais no domínio VTS, como pode ser visto na Figura 6, ainda há espaço para melhorias e implantação de novas funcionalidades (PRAETORIUS; LUTZHOFT, 2011).

Internacionalmente, há uma tendência recente de que o VTS evolua para a gestão do tráfego de navios, pois o conceito global de VTS tem se expandido para uma estrutura de meios e serviços para melhorar a segurança da navegação, a eficiência em segurança no transporte e a proteção do ambiente marítimo (LEE; PARK, 2014).

Figura 6 – Comunicação via AIS entre embarcações e centros VTS



Fonte: IALA (2010).

Segundo Praetorius e Lutzhoft (2011), a questão mais premente identificada é a incoerência estrutural do VTS como um serviço regulado internacionalmente, mas implantado em âmbito nacional. Outro problema é a eventual falta de domínio do idioma pelos usuários estrangeiros em países que oferecem serviços em estações VTS, e a ausência de padrão de serviços oferecidos.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Nesta seção é apresentado o método utilizado na pesquisa para que os objetivos propostos fossem alcançados. Também é retratado o delineamento de cada etapa do trabalho para busca de respostas condizentes ao problema da pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para este trabalho, optou-se por uma pesquisa de abordagem qualitativa, cujo objetivo é exploratório. Para Gil (1991), uma pesquisa exploratória visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso.

A estratégia para realização desta pesquisa é o método de estudo de caso. Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2005).

Ao se definir um método de pesquisa para o trabalho a ser realizado, buscam-se fundamentos científicos adequados para abordar de forma coerente as questões de pesquisa apresentadas, em conjunto com métodos e técnicas para seu planejamento e condução (MIGUEL, 2007).

De acordo com Yin (2005), o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método abrangente, que trata da lógica de planejamento, das técnicas de coleta de dados e das abordagens específicas à análise dos mesmos.

Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se têm informações para solucioná-lo (SILVA; MENEZES, 2005).

A presente pesquisa buscou identificar como o planejamento de eclusagem pode contribuir para evitar filas em eclusas e aumentar o desempenho da navegação na HTP, limitando-se a analisar as operações de eclusagens nas eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, inseridas em um trecho entre os centros produtores de grãos e de terminais de transbordos de cargas.

Com base nas diretrizes estabelecidas, realizou-se consulta à literatura e, posteriormente, conduziu-se pesquisa de campo com aplicação de questionário a respondentes com conhecimentos específicos sobre o tema em estudo.

A consulta à literatura contribuiu para demonstrar o estado da arte sobre o tema. Para fundamentar a pesquisa, foram visitadas bases de dados científicas em busca de periódicos, artigos e autores. O processo de busca e identificação de *papers* incluiu pesquisa em base de dados internacionais, como *Scopus e ISI Web of Science* e as editoras *Elsevier, Wiley, Emerald e Taylor & Francis*, e bases de dados nacionais, como a editora *Gestão e Produção e sites* oficiais relacionados ao setor de transporte por hidrovias, como os do Ministério dos Transportes, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários, da Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo, da Administração da Hidrovia do Paraná, da AES Tietê Energia S.A., e da Companhia Energética de São Paulo (CESP).

Para a realização da pesquisa de campo, foram elaboradas questões fundamentadas no material pesquisado na revisão de literatura. Inicialmente, aplicou-se um teste-piloto, conforme orienta Yin (2005), com a finalidade de certificar se os resultados iniciais estavam condizentes com o objetivo proposto.

O questionário-piloto foi enviado por correspondência eletrônica a uma amostra de quinze pessoas, das quais nove o responderam, o que representa 60% da amostra. Após a análise das respostas, houve necessidade de ajustes no questionário, visando-se a melhorar o alinhamento entre as questões formuladas e o problema de pesquisa formulado.

No Quadro 2 é apresentada a estrutura do questionário final. Foram identificadas na revisão da literatura duas temáticas importantes para a programação das eclusagens: a comunicação e a manutenção dos ativos (infraestrutura da via) da HTP. Com base nessas temáticas, nas Normas de Tráfego da Hidrovia Tietê-Paraná e seus Canais (2012) e no resultado das entrevistas do questionário-piloto, foram elaboradas as questões. O questionário final encontra-se no Apêndice.

Quadro 2 - Questionário da pesquisa de campo

| Temática | Questões de pesquisa | Fonte |
|-------------------------------------|--|--|
| Comunicação | <ul style="list-style-type: none"> • Qual a probabilidade de uma embarcação fazer contato no PCO enquanto a eclusa encontra-se ocupada por outra embarcação? • Na sua opinião, em qual ponto da via os comandantes deveriam informar ao operador da eclusa a intenção de eclusar? • O quanto é importante para sua empresa obter informações de localização de embarcações em tempo real? • Se uma rede "AIS" estivesse disponível aos usuários da hidrovia, você a utilizaria? • Qual a probabilidade de um serviço de agendamento de eclusagem organizar o tráfego ao longo da via e evitar filas de embarcações em eclusas? | Normas de Tráfego da Hidrovia Tietê-Paraná e Seus Canais |
| Manutenção da navegabilidade da HTP | <ul style="list-style-type: none"> • Qual a importância da hidrovia Tietê-Paraná para as operações da empresa que você representa? • Qual dos serviços você considera ser importante para o desenvolvimento da hidrovia? • Há vantagens em utilizar a hidrovia em comparação com outros tipos de modais, como o ferroviário e o rodoviário? • Há barreiras ao desenvolvimento da hidrovia? • Qual o grau de importância você atribui as opções? Criar regras para que embarcações informem o operador a intenção de eclusar antes de deixar o terminal de origem; Implantar um sistema de informações <i>online</i> para agendamento de eclusagens; Estabelecer políticas para gestão permanente dos níveis de navegação; Implantar pontos de apoio aos navegantes ao longo da HTP; Implantar serviços <i>online</i> com informações sobre obras e condições da hidrovia. | Pesquisa de campo |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram convidados a participar da pesquisa de campo representantes de instituições com conhecimentos sobre o tema (Quadro 3) e que pudessem contribuir qualitativamente para a pesquisa por conhecerem profundamente as variáveis que impactam o desempenho de suas respectivas operações, com efeitos em cascata para os resultados das operações da HTP.

Quadro 3 - Universo da pesquisa de campo

| Pesquisa de campo | Representantes de instituições que foram convidados a participar da pesquisa | Número de respondentes |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| Questionário | Armadores | 51 |
| | Setor de turismo fluvial | |
| | Instituições de ensino | |
| | Operadoras de eclusas | |
| | Sindicatos | |
| | Órgãos legisladores | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na etapa final da pesquisa de campo, utilizou-se o aplicativo *SurveyMonkey* (versão gratuita). O aplicativo possibilitou a elaboração, o envio e a coleta em plataforma única de dados. O questionário foi enviado a 92 pessoas das quais 51 contribuíram com a pesquisa, representando estes últimos 55% dos convidados.

O aplicativo possibilitou a consolidação dos dados de cada questionário finalizado pelo respondente. Com informações atualizadas, pôde-se monitorar o nível de aderência à pesquisa, a qual ficou disponível entre 30 de agosto e 19 de setembro, data esta em que a pesquisa foi finalizada.

A análise dos dados da pesquisa de campo é apresentada no capítulo 5 (Resultados e Discussões), seguida das constatações oriundas da pesquisa bibliográfica e de dados obtidos em documentos disponibilizados pelas instituições pesquisadas.

4 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo das práticas operacionais tem como cenário as eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, localizadas no rio Tietê, num trecho da HTP.

As eclusas possibilitam que embarcações vençam o desnível formado por uma obra de engenharia. No caso em estudo, elas foram construídas anexas aos aproveitamentos hidrelétricos na cascata do rio Tietê. As eclusas exercem grande influência no desempenho das operações de transporte de mercadorias, ocorrendo parte do fluxo de cargas entre o terminal multimodal em São Simão no Estado de Goiás (GO) e o porto de Santos (SP).

4.1 HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ

A HTP pertence à região hidrográfica do Paraná. O rio Paraná e seus afluentes são administrados pela AHRANA. Em 2008, foi assinado um convênio de apoio técnico e financeiro para a gestão das hidrovias e dos portos interiores nacionais com o DNIT. O objetivo do convênio é descentralizar, mediante a transferência do DNIT à Companhia de Docas do Maranhão (CODOMAR), a execução das atividades de administração das hidrovias e dos serviços de infraestrutura portuária e hidroviária (AHRANA, 2012).

No rio Tietê, compete ao DH, dentre outras atribuições, planejar e implantar a infraestrutura hidroviária, efetuar a manutenção do balizamento das rotas de navegação na sua área de competência, monitorar as operações de transporte hidroviário no sistema, fiscalizar o cumprimento das normas operacionais, intermediar conflitos entre usuários e operadores e incentivar a utilização da via como modal de transporte (DH, 2013).

O transporte pelos rios Tietê e Paraná, até meados do século XX, era difícil devido às condições naturais, inclusive a topografia acidentada. O escoamento de alimentos e mercadorias durante o período colonial entre diferentes povoados acontecia em curtas e médias distâncias, pois os desníveis impediam a navegação por trechos mais longos (BARAT, 1978 apud FELIPE JUNIOR, 2008).

Foi graças ao aperfeiçoamento técnico e às obras de engenharia que os rios puderam ser mais bem aproveitados para navegação. Durante a segunda metade do século XX, várias obras foram realizadas visando à produção de energia elétrica e ao transporte de cargas (FELIPE JUNIOR, 2008).

Na literatura especializada em transportes, constam as vantagens de se movimentarem mercadorias, em trechos de longas distâncias, pelo modal aquaviário. Entre elas, destacam-se as vantagens econômicas, sociais e ambientais.

O transporte fluvial é um modo de seguro, confiável, econômico e ambientalmente correto com capacidades ainda inexploradas e com grande potencial de crescimento (UNECE, 2015).

Entretanto, esse modal de transporte depende das condições físicas da via navegável. Uma dessas condições é a existência de sistemas de engenharia que superem obstáculos naturais e os barramentos. Esses sistemas são conhecidos como eclusas, as quais permitem a superação desses impedimentos, o que, por sua vez, garante o uso das águas para fins de transporte (De QUEIROZ; GIANNINI, 2010; KAVONIC et al., 2014).

Na década de 1950, para o aproveitamento múltiplo das águas, foi idealizada a ligação do rio Tietê com o rio Paraná por meio do canal Pereira Barreto, sendo considerada desnecessária à época a construção de eclusas no aproveitamento da barragem de Ilha Solteira. O trecho do município de Conchas (SP) até o encontro com as águas do Rio Paraná tornou-se navegável, com extensão de 573 quilômetros. O Quadro 4 apresenta a evolução histórica da HTP.

Quadro 4 - Evolução histórica da HTP

| Ano | Histórico da hidrovia |
|------------|--|
| 1955 | Lei nº 3329, do Estado de São Paulo, de 30 de dezembro de 1955, dispondo sobre os serviços estaduais de energia elétrica. Estabelece que, nos projetos destinados à expansão de suprimentos de energia elétrica, passariam a ser levados em conta, com especial interesse, a regularização da vazão do rio e o estabelecimento de vias de navegação. |
| 1973 | Início da operação, nos fins de semana, da eclusa Barra Bonita. |
| 1979 | Início da operação diária da eclusa Barra Bonita. |
| 1981 | Inauguração da “hidrovia do Álcool”, do remanso de Barra Bonita até a barragem de Ibitinga, com 273 Km de extensão. |
| 1984 | Financiamento do BNDS – Banco Nacional de Desenvolvimento Social para a conclusão do tramo norte da hidrovia. |
| 1985 | Decreto Federal nº 91795 delega ao Estado de São Paulo, mediante concessão, a administração e exploração do rio Paraná, no trecho entre a foz do Tietê e a barragem de Jupia. |
| 1986 | Entrada em operação das eclusas de Ibitinga e Promissão, aumentando a extensão da hidrovia do Álcool de 273 km para 438 km, compreendendo o trecho entre a barragem de Barra Bonita a barragem de Nova Avanhandava. |
| 1988 | Decreto nº 28.874, de 14 de setembro de 1988 estabelece competências para planejamento, implantação, administração e operação da HTP e |

| | |
|------|--|
| | institui seu comitê-diretor. |
| 1990 | A Constituição do Estado de São Paulo prevê na articulação com a União, quando da exploração dos serviços e instalações de energia elétrica e do aproveitamento energético dos cursos d'água em seu território, que o Estado levará em conta os usos múltiplos e o controle das águas, drenagem, a correta utilização das várzeas, a flora e a fauna aquáticas e a preservação do meio ambiente. |
| 1991 | Inauguração do canal Pereira Barreto. Inauguração das eclusas de Nova Avanhandava. Criada a Diretoria de Hidrovias e Desenvolvimento Regional na CESP. |
| 1992 | A Lei nº 7815, do Estado de São Paulo, de 23/04/1992, institui o dia 22 de setembro como o “dia do rio Tietê”. |
| 1997 | Aprovação da 1ª Norma da HTP. |

Fonte: DHN (1999).

A HTP compreende três tramos ou trechos distintos, integrados entre si. O ponto comum de integração dos trechos situa-se na entrada de jusante (lado da foz) do canal Pereira Barreto, no reservatório da usina hidrelétrica de Três Irmãos (DHN, 1999).

O percurso da HTP abrange os estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Goiás, sofrendo influência socioeconômica dos estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e Goiás (AHRANA, 2012). A Figura 7 representa a área sob a responsabilidade da AHRANA.

Figura 7 - Circunscrição da Administração da Hidrovia do Paraná - AHRANA



Fonte: ANTAQ (2013).

De acordo com Costa (1998 apud AHRANA, 2013) as principais vias navegáveis que compõem a HTP são:

O rio Paraná é um rio de planalto com declive representativo, interrompido por uma série de cachoeiras e corredeiras que dificultam a livre navegação. Ele nasce na Serra do Espinhaço e desemboca no estuário do Prata, na Argentina. Tem cerca de 2.800 quilômetros, dos quais pouco mais de 600 localizam-se em território nacional. Existem nele quatro barragens destinadas ao uso energético, a saber: Itaipu, Porto Primavera, Jupia e Ilha Solteira. As barragens de Itaipu e Ilha Solteira não possuem eclusas, o que impede a navegação. Entretanto, existem projetos para sua construção, visando à efetivação da hidrovia do Mercosul, que ligaria a zona produtora de grãos à Argentina e ao Uruguai.

O rio Tietê nasce na Serra do Mar, em Salesópolis - SP e tem extensão de 1.150 quilômetros. Existem nele seis barragens, todas com eclusas, possibilitando a navegação em seu curso. São elas: Três Irmãos, Nova Avanhandava, Promissão, Ibitinga, Bariri e Barra Bonita. A Figura 8 apresenta a localização das usinas hidrelétricas do rio Paraná no tramo sul, rio Paranaíba, ao norte, e o rio Tietê, com as seis barragens e eclusas anexas, configurando a HTP.

Figura 8 - Barragens e eclusas da HTP



Fonte: ANTAQ (2013).

A HTP está inserida em uma região bastante rica, com economia diversificada, próxima aos principais centros consumidores, aeroportos internacionais, e Porto de Santos, um dos principais do país. Somados, o Produto Interno Bruto (PIB) desses cinco estados representaram, em 2009, 51% do PIB brasileiro. Em 2010, os cinco estados abrigaram 40% da população brasileira, quase 77 milhões de pessoas (IBGE, 2011 apud ANTAQ 2013).

Estudos realizados pela ANTAQ e UFSC (LabTrans), a partir dos rios pertencentes à circunscrição da AHRANA definiram a área de influência direta da bacia do rio Paraná-Tietê (Figura 9) composta pelas suas microrregiões no entorno da hidrovia.

Figura 9 – Área de influência da bacia do Paraná-Tietê



Fonte: ANTAQ (2013).

A área de influência da HTP centra-se em São Paulo e estende-se pelos estados vizinhos, incluindo parte considerável de Minas Gerais, Paraná e Mato Grosso do Sul, além de trechos menores em Goiás e Santa Catarina (ANTAQ, 2013).

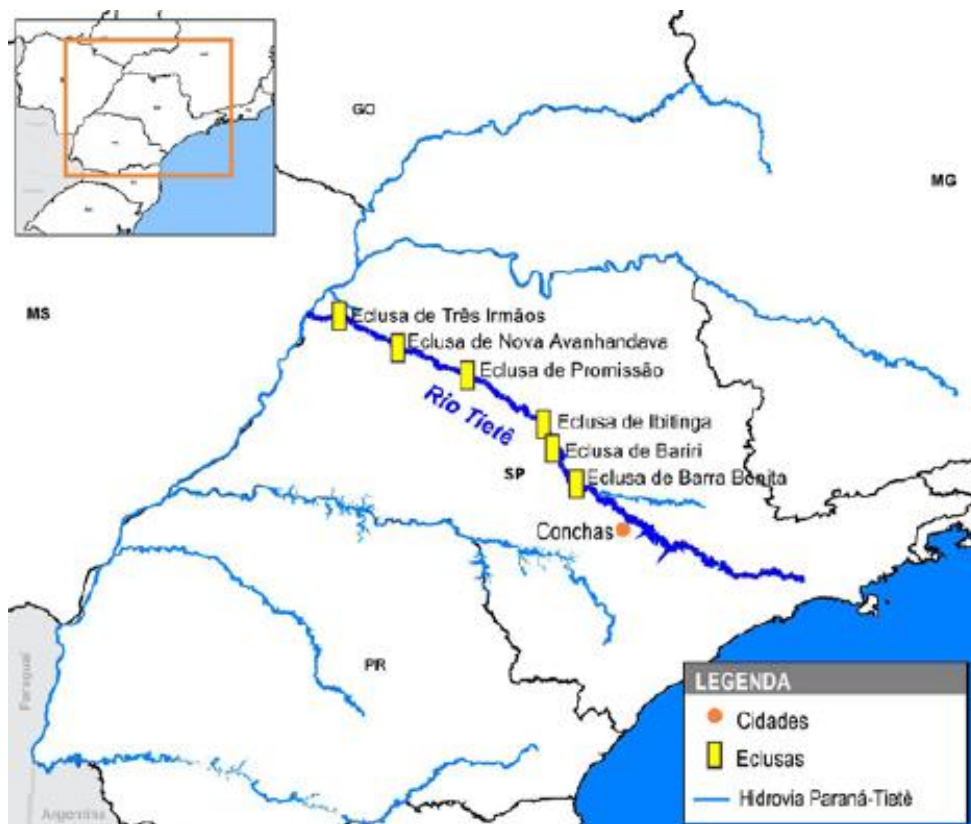
Considerada a mais desenvolvida do país, em função dos investimentos em infraestrutura e tecnologia, a HTP integra as regiões produtoras de grãos, cana-de-açúcar e etanol ao alto Tietê, a partir de onde a carga tem acesso, por rodovias, ferrovias e dutos, aos centros consumidores e aos portos marítimos (ANTAQ, 2010).

As usinas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava no rio Tietê são operadas pela concessionária AES Tietê (Figura 10). A usina de Três Irmãos, no

mesmo rio, foi operada pela Companhia Energética de São Paulo (CESP) até o final de 2014. Atualmente a operação das eclusas de Três Irmãos estão sob a responsabilidade do consórcio Novo Oriente.

Os comboios que transportam soja entre o terminal de São Simão-GO até o terminal de Pederneiras, Conchas e Anhembi-SP navegam de São Simão até o rio São José dos Dourados, no reservatório de Ilha Solteira, acessam o Canal Pereira Barreto no reservatório de Três Irmãos, até o Tietê.

Figura 10 – Localização das eclusas do rio Tietê



Fonte: ANTAQ (2013).

4.1.1 Rotas de Navegação

Nos últimos dois anos, o volume de cargas transportadas pela navegação interior apresentou-se estável, em torno de 27,7 milhões de toneladas. Mais da metade da carga transportada no período de 2010 a 2014 refere-se ao granel sólido, distribuindo-se entre agrícola (soja 16%, milho 7% e farelo de soja 3%) e não agrícola (minério de ferro 20% e areia 11%). Todavia, essa distribuição não é verificada no dado regionalizado (ANTAQ,

2015). As hidrovias apresentam diferentes tendências de transporte de acordo com a sua localização geográfica.

Valente et al., (2008, p. 117) discorrem que no Brasil o perfil do embarcador na hidrovia é o do empresário da agroindústria, principalmente da soja, que em razão da pequena margem obtida no processo industrial, necessita dominar toda a cadeia de transporte, desde o campo até o porto, logrando resultados econômicos em consequência dos grandes volumes comercializados.

A navegação na HTP possibilita que toneladas de mercadorias, principalmente *commodities*, sejam transportadas por comboios (Figura 11) dos terminais de distribuição aos centros consumidores no Brasil e no exterior.

Figura 11 – Comboio navegando na HTP



Fonte: DH (2015).

Os principais produtos transportados na HTP são soja, farelo de soja, milho e cana-de-açúcar. As cargas têm como principais origens São Simão-GO, no rio Paranaíba, Três Lagoas-MS e Terminais do Paraguai, no rio Paraná; sendo os principais destinos os terminais de Presidente Epitácio e Panorama no rio Paraná, e Anhembi, Pederneiras (Figura 12) e Santa Maria da Serra nos rios Tietê e Piracicaba (DH, 2015).

Figura 12 – Terminal multimodal de Pederneiras-SP



Fonte: DH (2015).

Administrado pela Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo (STSP), através do DH, a interligação entre os trechos sul e norte da hidrovia do rio Paraná tem seu percurso iniciado na usina hidrelétrica Engenheiro Souza Dias (UHE-Jupiá). Percorre o reservatório dessa usina e entra pelo Rio Tietê até a usina de Três Irmãos, de onde segue pelo Canal de Pereira Barreto (Figura 13), onde encontra o Rio São José dos Dourados, prosseguindo até sua foz, e retoma o Rio Paraná (AHRANA, 2011).

Figura 13 – Canal de Pereira Barreto (SP)



Fonte: DH (2015).

O transporte de cana-de-açúcar na eclusa Bariri e de areia e passageiros na eclusa Barra Bonita movimentam a rota regional de navegação da HTP. As embarcações compartilham a passagem pelas eclusas com comboios de transporte de grãos e pequenas embarcações destinadas à prática de esporte e lazer.

A safra de cana ocorre entre os meses de março e novembro de cada ano. A eclusa Bariri situa-se na rota de comboios de cana (Figura 14) e utilizam as eclusas para vencerem o desnível formado pela barragem da hidrelétrica.

Figura 14 - Comboio carregado no interior da eclusa Bariri



Fonte: AES Tietê (2012).

4.2 ECLUSAS DO RIO TIETÊ

Nesta seção serão apresentadas as eclusas Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, que compõem o cenário do presente estudo. Serão abordadas as principais características físicas e a localização geográfica das eclusas, bem como os principais tipos de cargas e passageiros que se utilizam das eclusas para viabilizar seus respectivos processos operacionais.

As eclusas mencionadas acima estão localizadas no trecho paulista da HTP, a qual possui 800 quilômetros de vias navegáveis, em dez reservatórios, dez barragens, 23 pontes, dezenove estaleiros e 30 terminais intermodais de cargas. A infraestrutura da HTP é

administrada pelo DH, subordinado à Secretaria de Logística e Transportes, que transformou o modal em uma alternativa econômica para o transporte de cargas, além de propiciar o reordenamento da matriz de transportes da região centro-oeste do Estado e impulsionar o desenvolvimento regional de cidades como Barra Bonita e Pederneiras (DH, 2013).

Foram implantadas, progressivamente, eclusas nas barragens, assegurando-se, com o término das eclusas de Jupia e Porto Primavera no final dos anos 90, a atividade hidroviária ao longo de mais de 2.400 km de vias fluviais navegáveis, interligando cinco estados brasileiros - Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo. A Figura 15 apresenta as distâncias entre terminais e eclusas da HTP.

Figura 15 – Distâncias entre terminais e eclusas da HTP

| TERMINAL CONCHAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|--------------|-------------------|------------------------------|------------------------|-----------------|--------------------|
| 21 | TERMINAL ANHEMBI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 2 | TERMINAL TORQUE ANHEMBI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | 89 | 87 | ECLUSA BARRA BONITA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 138 | 117 | 115 | 28 | TERMINAL USINA DIAMANTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 140 | 119 | 117 | 30 | 2 | TERMINAL QUINTELLA PEDERNEIRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 142 | 121 | 119 | 32 | 4 | 2 | TERMINAL TORQUE PEDERNEIRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 170 | 149 | 147 | 60 | 32 | 30 | 28 | ECLUSA BARIPI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 242 | 221 | 219 | 132 | 104 | 102 | 100 | 72 | ECLUSA IBITINGA | | | | | | | | | | | | | | | |
| 347 | 326 | 324 | 237 | 209 | 207 | 205 | 177 | 105 | ECLUSA PROMISSÃO | | | | | | | | | | | | | | |
| 396 | 375 | 373 | 286 | 258 | 256 | 254 | 226 | 154 | 49 | ECLUSA NOVA AVANHANDAVA | | | | | | | | | | | | | |
| 434 | 413 | 411 | 334 | 296 | 294 | 292 | 264 | 192 | 87 | 38 | TERMINAL ARAÇATUBA | | | | | | | | | | | | |
| 513 | 492 | 490 | 403 | 375 | 373 | 371 | 343 | 271 | 166 | 117 | 79 | CANAL PEREIRA BARRETO (INÍCIO TIETÊ) | | | | | | | | | | | |
| 535 | 514 | 512 | 425 | 397 | 395 | 393 | 365 | 293 | 188 | 139 | 101 | 22 | ECLUSA TRÊS IRMÃOS | | | | | | | | | | |
| 566 | 545 | 543 | 456 | 428 | 426 | 424 | 396 | 324 | 219 | 170 | 132 | 53 | 31 | FOZ DO RIO TIETÊ | | | | | | | | | |
| 617 | 596 | 594 | 507 | 479 | 477 | 475 | 447 | 375 | 270 | 221 | 183 | 104 | 126 | 157 | CONFLUÊNCIA RIOS GRANDE/PARANAÍBA | | | | | | | | |
| 697 | 676 | 674 | 587 | 559 | 557 | 555 | 527 | 456 | 350 | 301 | 263 | 184 | 206 | 237 | 80 | BARRAGEM ÁGUA VERMELHA | | | | | | | |
| 777 | 756 | 754 | 667 | 639 | 637 | 635 | 607 | 535 | 430 | 381 | 343 | 264 | 286 | 317 | 160 | 240 | TERMINAIS SÃO SIMÃO | | | | | | |
| 585 | 564 | 562 | 475 | 447 | 445 | 443 | 415 | 343 | 238 | 189 | 151 | 72 | 50 | 19 | 176 | 256 | 336 | ECLUSA JUPIÁ | | | | | |
| 666 | 645 | 643 | 556 | 528 | 526 | 524 | 496 | 424 | 319 | 270 | 232 | 153 | 131 | 100 | 257 | 337 | 417 | 81 | TERMINAL PANORAMA | | | | |
| 730 | 709 | 707 | 620 | 592 | 590 | 588 | 560 | 488 | 383 | 334 | 296 | 217 | 195 | 164 | 321 | 401 | 481 | 145 | 64 | TERMINAL PRESIDENTE EPITÁCIO | | | |
| 854 | 833 | 831 | 744 | 716 | 714 | 712 | 684 | 612 | 507 | 458 | 420 | 341 | 319 | 288 | 445 | 525 | 605 | 269 | 188 | 124 | ECLUSA PORTO PRIMAVERA | | |
| 1.094 | 1.073 | 1.071 | 984 | 956 | 954 | 952 | 924 | 852 | 747 | 698 | 660 | 581 | 559 | 528 | 685 | 765 | 845 | 509 | 428 | 364 | 240 | TERMINAL GUAÍRA | |
| 1.268 | 1.247 | 1.245 | 1.158 | 1.130 | 1.128 | 1.126 | 1.098 | 1.026 | 921 | 872 | 834 | 755 | 733 | 702 | 859 | 939 | 1.019 | 683 | 602 | 538 | 414 | 174 | BARRAGEM DE ITAIPU |

Fonte: DH (2015).

4.2.1 Eclusa Barra Bonita

A eclusa Barra Bonita é uma estrutura integrada à usina hidrelétrica Barra Bonita (Figura 16). Localiza-se no rio Tietê, na região centro-oeste do Estado de São Paulo. Na margem direita da barragem/eclusa encontra-se o município de Barra Bonita, e na margem esquerda, o município de Igarapé do Tietê.

O reservatório de Barra Bonita estende-se por 122,2 km, desde a barragem da usina hidrelétrica, a jusante, até a ponte Anhumas, que liga as cidades de Conchas e Piracicaba, a montante (DHN, 1999).

Figura 16 – Usina hidrelétrica e eclusa Barra Bonita



Fonte: DH (2015).

A eclusa Barra Bonita foi inaugurada em 1973. O Quadro 5 apresenta as principais características técnicas da eclusa.

Quadro 5 – Características técnicas da eclusa Barra Bonita

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
|---------------------------------|-----------|
| Localização | Rio Tietê |
| Finalidade | Navegação |
| Inauguração | 1973 |
| Número de Câmaras | 01 |
| Comprimento | 142,00 m |
| Largura | 12,00 m |
| Desnível | 25,5 m |

Fonte: DH (2015).

As principais cargas transportadas na hidrovia com passagem pela eclusa são o calcário, areia, soja e farelo de soja. Além do transporte de mercadorias, a eclusa é demandada por embarcações de transporte de passageiros.

4.2.2 Eclusa Bariri

A eclusa Bariri é uma estrutura integrada à usina hidrelétrica Bariri (Figura 17). Localiza-se no rio Tietê, na região centro-oeste do Estado de São Paulo. Na margem direita encontra-se o município de Bariri, e na margem esquerda, o município de Boraceia.

Figura 17 – Usina hidrelétrica e eclusa Bariri



Fonte: DH (2015).

O reservatório de Bariri estende-se por 60 km, desde a barragem da usina hidrelétrica Bariri, a jusante, até a barragem da usina hidrelétrica Barra Bonita, a montante (DHN, 1999).

As principais cargas transportadas na navegação fluvial com passagem pela eclusa são cana de açúcar, soja, farelo de soja, milho e madeira. O Quadro 6 apresenta as principais características técnicas da eclusa.

Quadro 6 - Características técnicas da eclusa Bariri

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
|---------------------------------|-----------|
| Localização | Rio Tietê |
| Finalidade | Navegação |
| Inauguração | 1968 |
| Número de Câmaras | 01 |
| Comprimento | 142,00 m |
| Largura | 12,00 m |
| Desnível | 24 m |

Fonte: DH (2015).

4.2.3 Eclusa Ibitinga

A eclusa Ibitinga é uma estrutura integrada à usina hidrelétrica Ibitinga. Localiza-se no rio Tietê, na região centro-oeste do Estado de São Paulo. Na margem direita encontra-se o município de Ibitinga, e na margem esquerda, o município de Iacanga. A Figura 18 apresenta a eclusa anexa à usina.

Figura 18 – Usina hidrelétrica e eclusa Ibitinga



Fonte: DH (2015).

O reservatório de Ibitinga estende-se por 72 km, desde a barragem da usina hidrelétrica Ibitinga, a jusante, até a barragem da usina hidrelétrica Bariri, a montante (DHN, 1999). As principais cargas transportadas na navegação fluvial com passagem pela eclusa são soja, farelo de soja, milho e madeira. O Quadro 7 apresenta as principais características técnicas da eclusa.

Quadro 7 - Dados técnicos da eclusa Ibitinga

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
|---------------------------------|-----------|
| Localização | Rio Tietê |
| Finalidade | Navegação |
| Inauguração | 1986 |
| Número de Câmaras | 01 |
| Comprimento | 142,00 m |
| Largura | 12,00 m |
| Desnível | 24,3 m |

Fonte: DH (2015).

4.2.4 Eclusa Promissão

A eclusa de Promissão é uma estrutura integrada à usina hidrelétrica Promissão. Está localizada no rio Tietê, na região-oeste do Estado de São Paulo, distante cerca de 450 km da cidade de São Paulo. Na margem direita da barragem/eclusa, encontra-se o município de Ubarana, e na margem esquerda, o município de Promissão. A Figura 19 apresenta a eclusa anexa à usina.

Figura 19 – Usina hidrelétrica e eclusa Promissão



Fonte: DH (2015).

O reservatório de Promissão estende-se por 106 km, desde a barragem da usina hidrelétrica Promissão, a jusante, até a barragem da usina hidrelétrica Ibitinga, a montante (DHN, 1999). As principais cargas transportadas com passagem pela eclusa são soja, farelo de soja, milho e madeira. O Quadro 8 apresenta as principais características técnicas da eclusa.

Quadro 8 – Características técnicas da eclusa Promissão

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – ECLUSA DE PROMISSÃO | |
|---|-----------|
| Localização | Rio Tietê |
| Finalidade | Navegação |
| Inauguração | 1986 |
| Número de Câmaras | 01 |
| Comprimento | 142,00 m |
| Largura | 12,00 m |
| Desnível | 27,50 m |

Fonte: DH (2015).

4.2.5 Eclusa Nova Avanhandava

A eclusa Nova Avanhandava é uma estrutura integrada à usina hidrelétrica Nova Avanhandava. Está localizada no rio Tietê, na região-oeste do Estado de São Paulo. Na margem direita da barragem/eclusa, encontra-se o município de Buritama, e na margem esquerda, o município de Brejo Alegre. A Figura 20 apresenta as eclusas superior e inferior interligadas por um canal artificial, o canal intermediário. Nela, além do transporte de mercadorias, há demanda por embarcações de transporte de passageiros.

Figura 20 – Usina hidrelétrica, eclusas e canal intermediário de Nova Avanhandava



Fonte: DH (2015).

O reservatório de Nova Avanhandava estende-se por 50 km, desde a barragem da usina hidrelétrica Nova Avanhandava, a jusante, até a barragem da usina hidrelétrica Promissão, a montante (DHN, 1999). As principais cargas transportadas na navegação fluvial com passagem pela eclusa são soja, farelo de soja, milho e madeira. O Quadro 9 apresenta as principais características técnicas da eclusa.

Quadro 9 – Características técnicas da eclusa Nova Avanhandava

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
|---------------------------------|-----------|
| Localização Rio Tietê | Rio Tietê |
| Finalidade | Navegação |
| Inauguração | 1991 |
| Número de Câmaras | 02 |
| Comprimento | 142,00 m |
| Largura | 12,00 m |
| Desnível | 32,6 m |
| Canal intermediário | 1 |

Fonte: DH (2015).

4.3 ECLUSAGEM E PROCESSO DE ECLUSAGEM

Eclusagem é a operação realizada na eclusa para que embarcações vençam o desnível criado pela barragem e naveguem de um lado ao outro.

A sequência de manobras de uma eclusagem, considerando-se a embarcação no interior da eclusa, ocorre conforme abaixo:

- Sentido jusante para montante. A embarcação entra na eclusa pelo lado jusante e se posiciona em local demarcado por faixas de segurança, atraca-se aos cabeços/amarradouros flutuantes. A porta de jusante é fechada e as comportas de adução (enchimento) são abertas, provocando a elevação do nível de água da câmara e da embarcação, até atingir o nível montante do reservatório (lado superior do rio). Com o nível da câmara e de montante equalizados (no mesmo nível), a porta montante é aberta, possibilitando à embarcação desatracar, sair da eclusa e prosseguir viagem;
- Sentido montante para jusante. A embarcação entra na eclusa pelo lado montante, se posiciona no interior da câmara em local demarcado por faixas de segurança, atraca-se aos cabeços flutuantes. A porta montante é fechada e as comportas de descarga são abertas, provocando a diminuição (esvaziamento) do nível da água da câmara até atingir o nível jusante do reservatório. Com o nível do interior da câmara e de jusante da eclusa equalizados, a porta jusante é aberta, possibilitando à embarcação desatracar, sair da eclusa e prosseguir viagem.

4.3.1 Processo de Eclusagem

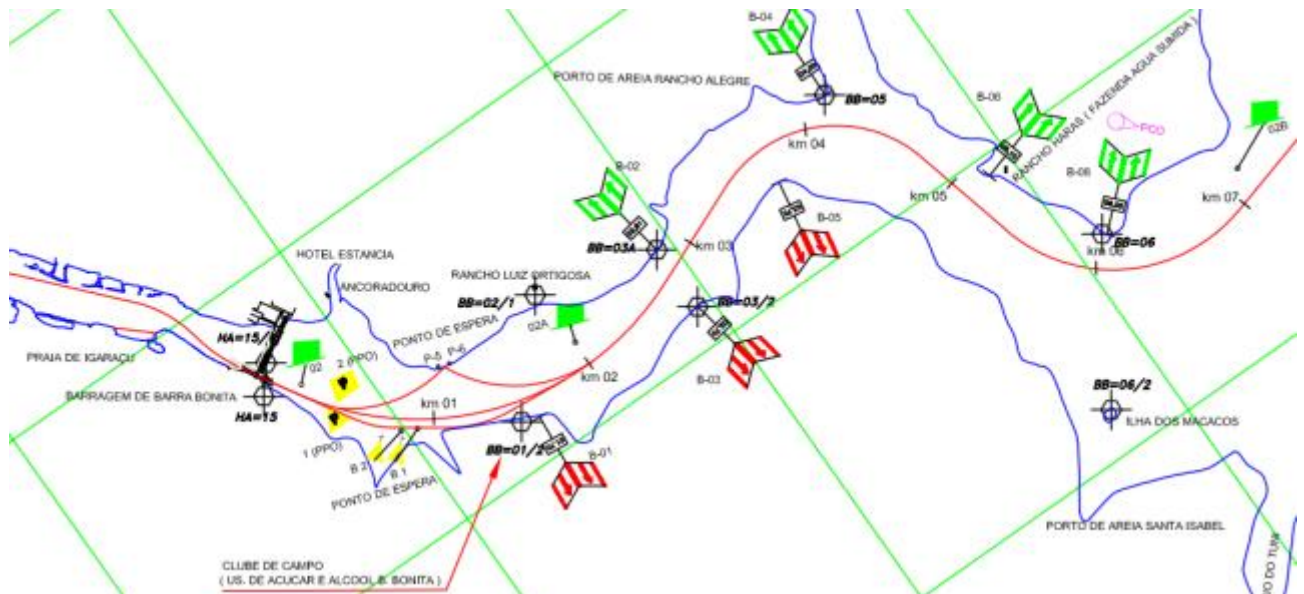
A coordenação do processo de eclusagem é de responsabilidade do operador da eclusa, e a responsabilidade pela condução da embarcação e por tudo o que ocorrer durante a viagem é de responsabilidade de seu condutor, denominado de comandante da embarcação.

O processo de eclusagem tem início a partir do instante em que, tendo sido dada autorização pelo operador, a embarcação adentra a área de segurança, que é a área fluvial navegável a partir do ponto de parada obrigatória (PPO) até a eclusa, demarcados por boias ou por placas de margem, incluindo-se a eclusa e/ou o canal. Tal processo será considerado concluído quando a embarcação deixar a área de segurança pelo lado oposto ao da entrada da eclusa (DH, 2012).

A característica fundamental de uma hidrovia é o fato de existir sinalização por toda sua extensão, abrangendo placas de canais navegáveis, vãos de pontes, margem e boias flutuantes, que demarcam o canal de navegação, tornando segura a navegação de embarcações por todo o trajeto.

Nas proximidades das eclusas, existem sinalizações, denominados de ponto de comunicação obrigatório (PCO), ponto de parada obrigatório (PPO) e ponto de desmembramento e/ou ponto de espera (PD/ PE) em ambos os lados da eclusa, que servem de apoio para embarcações Tipo Duplo-Tietê durante manobras de desmembramentos e, também, para embarcações em fila de espera, que aguardam até que a eclusa esteja disponível. O croqui de navegação (Figura 21) demonstra a rota de navegação e sinalização no entorno da eclusa, na qual somente poderão adentrar embarcações autorizadas ou que estiverem em processo de eclusagem. O PCO é o local onde embarcações que tenham interesse em eclusar devem realizar o primeiro contato com o operador da eclusa.

Figura 21 – Croqui de navegação nas proximidades da eclusa Barra Bonita



Fonte: DH (2015).

Embarcação tipo Tietê, formada por um empurrador e duas chatas, cuja composição não exceda as dimensões da eclusa (Figura 22), não necessita de desmembramento, sendo necessária somente uma etapa para eclusar. Porém, caso a eclusa esteja ocupada ou em manutenção, as embarcações devem aguardar no PE sua vez de eclusar.

Figura 22 – Comboio tipo Tietê



Fonte: AHRANA (2009).

Passos do processo de eclusagem:

- Passo 1 - aproximação: deslocamento da embarcação do PPO até o interior da câmara da eclusa;
- Passo 2 - atracação: posicionamento e amarração da embarcação aos amarradouros flutuantes localizados nas paredes laterais da eclusa, seguida de inspeção pelo operador;
- Passo 3 - fechamento da porta de acesso à eclusa;
- Passo 4 - enchimento ou esvaziamento da câmara. O nível de água da câmara é equalizado com o nível pretendido;
- Passo 5 - abertura da porta pelo lado oposto ao da entrada. (Após equalização de nível, ocorre a operação para abertura da porta);
- Passo 6 - desatracação e saída da embarcação do interior da eclusa até passar pelo PPO, no lado oposto ao da entrada, concluindo-se o processo de eclusagem.

No caso de comboios Tipo Duplo-Tietê, compostos por um empurrador e quatro chatas cuja composição exceda as dimensões da câmara da eclusa (Figura 23), faz-se

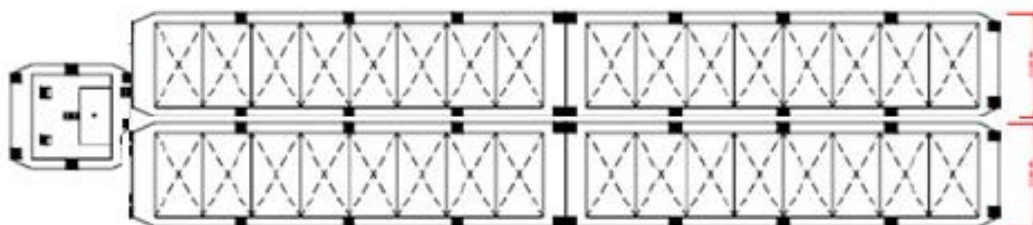
necessário o desmembramento, sendo a transposição realizada em três etapas, obedecendo à sequência de passos mencionada anteriormente.

O desmembramento do comboio ocorre no PE localizado nas proximidades da eclusa, permanecendo duas chatas atracadas nesse local durante a realização das etapas um e dois. O primeiro comboio, cujas dimensões são adequadas às estruturas físicas da eclusa, realiza a transposição conforme sequência descrita a seguir.

Etapas do processo de eclusagem de comboio tipo Duplo-Tietê:

- Etapa 1 - o primeiro comboio, composto por um empurrador e duas chatas, é eclusado e segue em direção ao PE no lado oposto ao da entrada onde as duas chatas são atracadas;
- Etapa 2 - somente o empurrador retorna à eclusa, seguindo os passos de eclusagem para buscar as duas chatas remanescentes no PE;
- Etapa 3 – ocorre eclusagem do empurrador com as duas chatas remanescentes, que seguem em direção ao PE para então recompor o comboio.

Figura 23 – Comboio Tipo Duplo-Tietê



Fonte: AHRANA (2009).

De forma geral, o tempo total da eclusagem é composto pela somatória dos tempos das etapas descritas anteriormente, os quais podem sofrer variações em função de vários fatores, como tamanho do comboio, velocidade de deslocamento pela via, condições hidrológicas, meteorológicas e fatores internos à embarcação.

4.4 MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE ECLUSAS

Nesta seção são apresentados sinteticamente os requisitos do processo de manutenção e operação das eclusas na área em estudo.

4.4.1 Manutenção

A concessionária responsável pela operação e manutenção das eclusas opera o empreendimento dentro dos níveis e padrões de desempenho estabelecidos.

De acordo com a Resolução ST 018 (1999) da STSP, compete ao responsável pela operação e manutenção de eclusas, quanto à manutenção, observar os seguintes requisitos:

- Efetuar a manutenção e zelar pelo bom funcionamento das eclusas e das instalações vinculadas integrantes da HTP, no trecho do rio Tietê, sem qualquer ônus para o usuário, provendo os recursos necessários para tal fim;
- Efetuar as manutenções das eclusas em esquema compatível com as obrigações previstas no artigo 6º, incisos III e IV, exceção feita à manutenção preventiva (descritas no item 4.3.2);
- Realizar inspeções periódicas, conjuntas com o órgão gestor da hidrovia, verificando todos os equipamentos e sistemas das eclusas, e identificando todos os itens que apresentem risco para o funcionamento da hidrovia;
- Observar três níveis de manutenção para as eclusas:
 - Emergencial – realizada quando do mau funcionamento ou quebra de equipamentos que acarrete a paralisação do sistema;
 - Corretiva – realizada em data previamente estabelecida, com a finalidade de substituir ou reparar equipamentos que apresentem riscos para o bom funcionamento do sistema;
 - Preventiva – realizada a cada dois anos, com duração máxima de 70 dias, permanecendo a HTP, no trecho do rio Tietê, interrompida por até 30 dias.

A manutenção preventiva abrange a substituição de itens desgastados, tratamento anticorrosivo, pintura, lubrificação e aferição. Essa modalidade de manutenção deve ocorrer no período de 20 de dezembro e 28 de fevereiro do ano subsequente. As Figuras 24 a 26 apresentam imagens da manutenção preventiva realizadas nas eclusas.

As principais atividades de manutenção realizadas com a eclusa drenada:

- Limpeza do concreto;
- Retirada de pneus, troncos de árvores e resíduos depositados no interior da câmara;
- Pintura das faixas de segurança;
- Correção de desgastes nos trilhos das amarras flutuantes.

Figura 24 – Manutenção preventiva na câmara da eclusa



Fonte: AES Tietê (2012).

A retirada e colocação de equipamentos são realizadas com apoio de máquinas de grande porte com capacidade de movimentar equipamentos de dezenas de toneladas. A Figura 25 mostra a movimentação de uma das comportas do aqueduto de enchimento da câmara da eclusa Bariri, durante manutenção preventiva realizada em 2012.

As principais atividades de manutenção em comportas são:

- Limpeza e pintura;
- Substituição de borrachas de vedação;
- Tratamento anticorrosivo.

Figura 25 – Comporta do aqueduto de enchimento da eclusa Bariri



Fonte: AES Tietê (2012).

Figura 26 – Manutenção na vedação da porta jusante de uma eclusa



Fonte: AES Tietê (2012).

4.4.2 Operação

A operação das eclusas proporciona condições necessárias à navegação no rio Tietê, no trecho abrangido pelos reservatórios de suas respectivas usinas, sempre que existam condições normais de operação das usinas, de forma a atender os seguintes requisitos:

- Operar as eclusas e suas instalações vinculadas, sem quaisquer ônus para o usuário, com recursos próprios e sob o monitoramento e a fiscalização do órgão gestor da HTP;
- Garantir o funcionamento das eclusas 24 horas por dia, durante todo o ano, desde que atendidas as condições normais de operação;
- Garantir a disponibilidade de cada eclusa às operações das embarcações, acima de 95%, observando-se a fórmula abaixo:

$$Id = \frac{8760 - k - i \times 100(\%)}{8760 - k}$$

Onde:

Id = índice de disponibilidade expresso em porcentagem;

8760 = número de horas do ano;

$k = \Sigma$ horas paradas para manutenção preventiva da eclusa + Σ horas paradas da eclusa devido a acidentes provocados por usuários;

$i = \Sigma$ horas indisponíveis da eclusa excluídas as horas paradas indicadas em k.

O valor mínimo de disponibilidade anual aceitável é de 95%, considerando-se as condições normais de operação da usina. O órgão gestor da hidrovia divulga, até 31 de janeiro de cada ano, o índice de disponibilidade de cada eclusa relativo ao ano fiscal anterior (DH, 2014).

4.4.3 Modos de Operação de Eclusa

O comando administrativo e operacional sobre a movimentação de embarcações nas eclusas é de responsabilidade do operador. O comandante, designação genérica de quem comanda a embarcação, é o responsável por tudo que diga respeito à embarcação, à carga, a seus tripulantes e às demais pessoas a bordo (DH, 2012).

A operação das eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava pode ser realizada de dois modos: da sala de comando da eclusa, modo local; e por comando remoto, da central de comando da usina hidrelétrica, no mesmo empreendimento anexo à eclusa, portanto, de modo remoto local. A eclusa Bariri difere atualmente das demais por ser operada desde 2013 do centro de operações da concessionária, portanto, é operada pelo modo remoto a distância.

Comando local - sala de comando da eclusa

A comunicação entre operadores e comandantes de embarcações desde a entrada em operação das eclusas até a implementação do projeto de comando remoto, que teve início no ano de 2000, ocorria com a presença do operador nas dependências da sala de controle da eclusa, a qual abriga em seu interior recursos de supervisão, comando, controle e equipamento de comunicação, o rádio VHF na modalidade marítima.

Nesse modo de operação, para que a transposição de embarcações pelas eclusas seja viabilizada, fazem-se necessárias manobras em equipamentos, como portas para entrada e saída; comportas para enchimento e esvaziamento da câmara; e semáforos e sirenes para emissão de sinais sonoros e luminosos, instalados na mesa de controle (Figura 27) que são acionados pelo operador durante as etapas do processo de transposição.

Figura 27 – Mesa de comando local de uma eclusa



Fonte: AES Tietê (2015).

No modo de operação local, algumas atividades do processo declusagem são realizadas do interior da sala de comando, e outras em área externa ao prédio, nos arredores da câmara da eclusa. As atividades externas à sala de comando compreendem basicamente o acompanhamento de entrada e saída, inspeção em amarras e no posicionamento de embarcações no interior da eclusa.

Segundo o DH (2012), é obrigatório o acompanhamento da entrada, transposição e saída de embarcações pelos operadores durante o processo declusagem.

O tempo gasto pelo operador em deslocamentos do interior da central de comando para acessar a área externa da eclusa, visualizar as embarcações e realizar inspeção, em alguns casos, era igual ou superior ao tempo de enchimento ou esvaziamento da câmara.

Comando remoto local - sala de comando da Usina

A partir de 2000, investimentos em tecnologia de automação acrescentaram ao sistema de comando das eclusas o segundo modo de operação dos equipamentos, possibilitando ao operador operar a eclusa remotamente da sala de comando da respectiva usina hidrelétrica.

O segundo modo de comando, denominado remoto-local, passou a ser a opção principal para a operação declusagem, possibilitando o monitoramento e o comando de todo o processo sem necessidade de deslocamentos de quem opera o sistema, como ocorre no modo anterior.

As principais aplicações e funcionalidades que compõem o sistema de supervisão e controle de operação remota estão relacionadas a seguir:

- Interface homem/ máquina: composta por um microcomputador instalado na sala de comando da usina, o qual monitora e controla o estado dos equipamentos da eclusa por meio do software de supervisão;
- Software supervisor: software de supervisão e controle que opera em ambiente operacional *windows*. É um aplicativo utilizado na indústria e dispõe de ferramentas úteis para sistemas de automação;
- Sistema de circuito fechado de televisão: gravação, controle e monitoramento por câmeras em tempo real (Figura 28).

Figura 28 - Sistema de monitoramento de uma eclusa



Fonte: AES Tietê (2015).

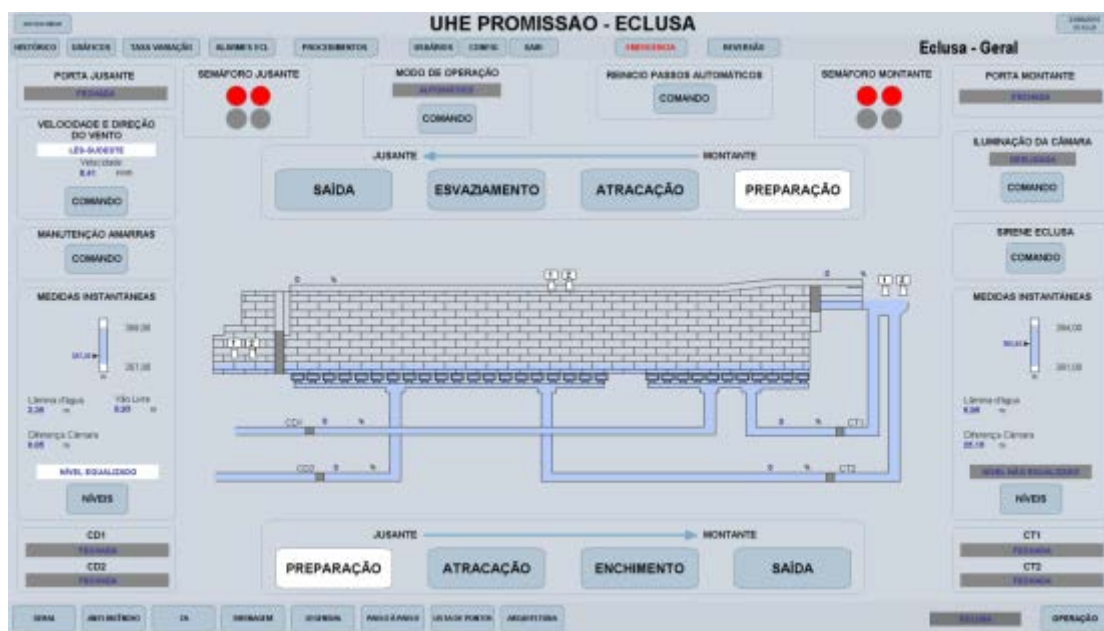
O comando remoto agregou novas funcionalidades às operações, como o monitoramento dos passos de eclusagem sem necessidade de deslocamento do operador. A utilização de câmeras possibilita o registro da eclusagem na aproximação, transposição (Figuras 29 e 30) e saída de embarcações da eclusa, o monitoramento das condições gerais do ambiente, e o registro de eventuais incidentes envolvendo embarcações, tripulantes e equipamentos.

Figura 29 – Embarcação no interior de uma eclusa



Fonte: AES Tietê (2015).

Figura 30 – Tela de comando remoto da eclusa Promissão



Fonte: AES Tietê (2015).

Comando remoto à distância – Centro de operações da empresa

O centro de operações de eclusas integrado ao já existente centro de operações da geração da empresa coordena operações de nove usinas hidrelétricas e três pequenas centrais hidrelétricas.

A eclusa Bariri recebeu um novo modo de operação a distância, via centro de operações, de onde desempenha a gestão integral da eclusagem, além de supervisionar e monitorar operações nas outras cinco eclusas da companhia.

A implantação dos sistemas de supervisão e controle remoto de eclusas, com recursos de circuito fechado de monitoramento por câmeras e comunicação de voz, tonou o processo de eclusagem mais eficiente.

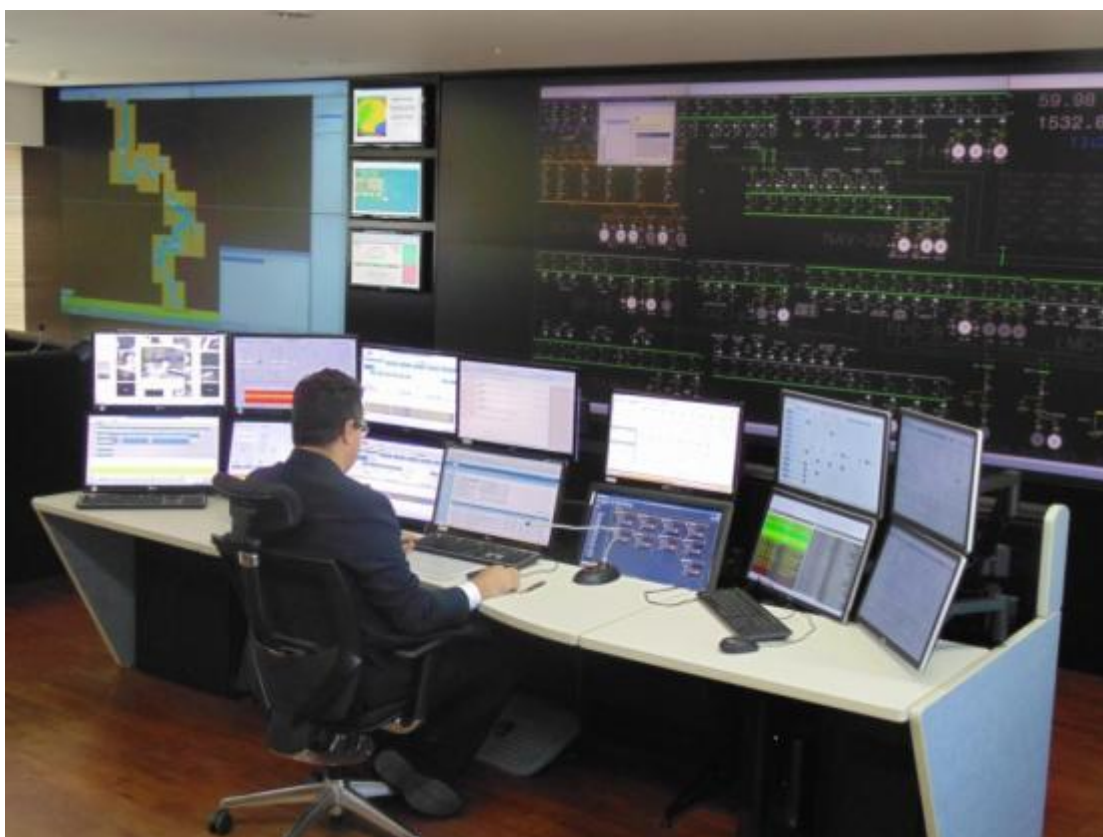
O sistema de controle de eclusas foi desenvolvido utilizando-se um software totalmente dedicado à operação em rede e aplicações distribuídas, denominado de sistema SCADA (*Supervision, Controlling and Data Acquisition*).

Segundo Volpato (2008), a operação a partir de uma ou mais salas de controle a distância, conhecida no jargão do setor elétrico brasileiro como operação remota, tem sido muito utilizada no sistema elétrico brasileiro. O sistema SCADA é um *software* amplamente utilizado para operação e supervisão a distância de subestações de energia, permitindo o uso de recursos sofisticados com elevado grau de automação.

Com a utilização do software, é possível integrar centenas de dispositivos de aquisição de dados, controlar e monitorar informações e equipamentos a distância (Figura 31). Isso porque o referido *software* oferece diversos recursos:

- *Interfaces* gráficas com o usuário;
- Armazenamento das informações trocadas entre o *software* e os dispositivos controlados;
- Gerenciamento de alarmes e eventos;
- Controle e comando de equipamentos e dispositivos.

Figura 31 – Centro de operação de geração e eclusas



Fonte: AES Tietê (2015).

Além dos sistemas de proteção e preservação da segurança do sistema, a operação remota deve ser garantida pela maior taxa de disponibilidade e confiabilidade de tráfego de comunicação possível.

A operação remota de instalações utilizando sistemas de informações de supervisão e controle necessita de métodos confiáveis de comunicação. O Quadro 10 apresenta um comparativo dos três modos de operação das eclusas.

Todos os sistemas utilizados para possibilitar a operação a distância de eclusas e usinas pelo centro de operações utilizam a transmissão de dados através das redes operativas.

Quadro 10 – Comparativo por modos de operação

| Etapas do processo de eclusagem | Modos de operação | | |
|---|--|---|---|
| | Local | Remoto-local | Remoto a distância |
| | Sala de controle da eclusa | Sala de controle da usina | Centro de operações |
| 1. Aproximação da embarcação a partir do PPO e entrada na eclusa | Deslocamento do operador até a entrada da eclusa para acompanhamento | Monitoramento por câmeras | Monitoramento por câmeras |
| 2. Posicionamento e atracação no interior da eclusa | Inspeção presencial com deslocamento do operador ao redor da eclusa | Verificação e inspeção por câmeras | Monitoramento por câmeras |
| 3. Enchimento / descarga | Acompanhamento presencial e prédio de comando | Monitoramento por câmeras | Monitoramento por câmeras |
| 4. Desatracação e saída da embarcação da eclusa e passagem pelo PPO | Deslocamento do operador à saída da eclusa para acompanhamento | Monitoramento por câmeras | Monitoramento por câmeras |
| 5. Comando de equipamentos | Mesa de comando da eclusa | Supervisório (sala de comando da usina) | Supervisório (centro de operações, eclusa Bariri) |
| 6. Abrangência do processo | Visão da eclusa do local | Visão da eclusa do local | Visão global das seis eclusas |

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos sobre os principais indicadores levantados (seção 5.1), a análise da pesquisa de campo (seção 5.2) e a discussão dos resultados da pesquisa (Seção 5.3).

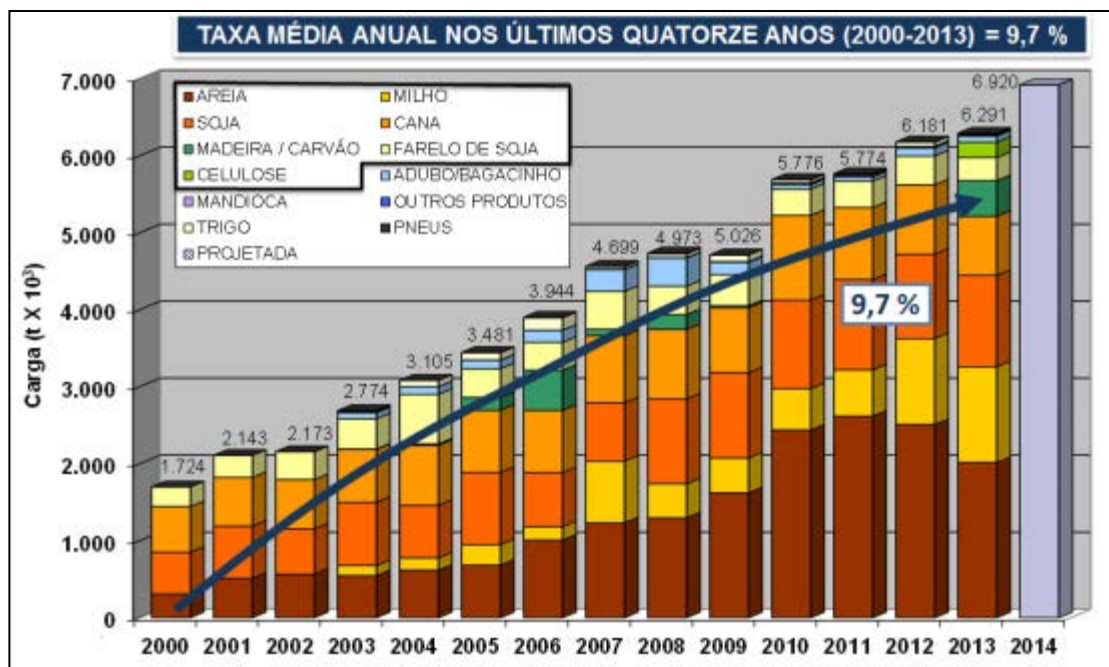
5.1 RESULTADOS APURADOS SOBRE OS PRINCIPAIS INDICADORES

A seguir são apresentados os resultados apurados dos três principais indicadores de desempenho do trecho da hidrovia em estudo.

Indicador de carga transportada

A HTP apresentou, até o ano de 2013, significativas taxas anuais de crescimento de carga (Gráfico 3), mais que quadruplicando sua movimentação nos últimos anos. A expectativa era de aumentar em 10% a quantidade de cargas transportadas em 2014, dado que não se confirmou em função da interrupção da navegação entre os rios Tietê e Paraná em maio de 2014.

Gráfico 3 – Carga transportada pela HTP (1000 toneladas)



Fonte: DH (2014).

Indicador disponibilidade das eclusas

Entre as variáveis que contribuíram para o aumento gradativo do escoamento de mercadorias pela HTP, está a disponibilidade das eclusas. O indicadores de disponibilidade de

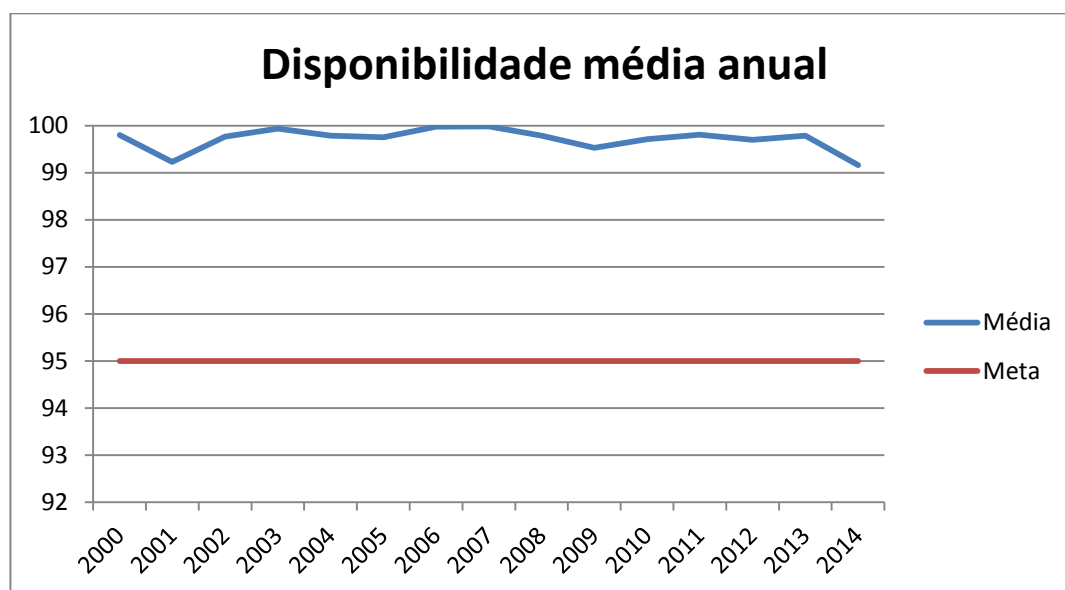
eclusas demonstrados no Quadro 11 e no Gráfico 4 apontam que os resultados obtidos no período de quatorze anos estão acima da meta prevista, de 95%, atingindo valores médios acima de 99%.

Quadro 11 - Indicadores de disponibilidade anual de eclusas

| Índice de Disponibilidade anual (%) | | | | | |
|--|---------------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Ano | Barra Bonita | Bariri | Ibitinga | Promissão | Nova Avanhandava |
| 2014 | 99,82 | 98,37 | 99,24 | 99,82 | 98,33 |
| 2013 | 99,96 | 99,5 | 99,73 | 99,94 | 99,81 |
| 2012 | 99,96 | 100 | 99,88 | 98,68 | 99,97 |
| 2011 | 100 | 100 | 99,76 | 99,28 | 100 |
| 2010 | 99,83 | 99,65 | 99,92 | 99,2 | 99,97 |
| 2009 | 99,96 | 99,79 | 99,44 | 98,53 | 99,93 |
| 2008 | 99,92 | 99,97 | 99,83 | 99,22 | 100 |
| 2007 | 100 | 99,98 | 99,94 | 100 | 100 |
| 2006 | 99,92 | 100 | 99,98 | 100 | 99,97 |
| 2005 | 99,98 | 100 | 98,8 | 100 | 100 |
| 2004 | 99,94 | 99,61 | 99,51 | 100 | 99,86 |
| 2003 | 99,84 | 99,92 | 99,96 | 99,97 | 100 |
| 2002 | 99,48 | 99,63 | 99,77 | 99,99 | 99,96 |
| 2001 | 99,84 | 98,81 | 100 | 99,4 | 98,09 |
| 2000 | 100 | 99,6 | 99,68 | 99,8 | 99,93 |

Fonte: AES Tietê (2015).

Gráfico 4 - Média de disponibilidade anual



Fonte: Elaborado pelo autor.

Indicador de tempo de transposição

O processo de eclusagem tornou-se mais eficiente após utilização de recursos de automação, com redução do tempo médio de transposição em cada uma das eclusas, por não haver, nesse tipo de operação, necessidade de deslocamento do operador para acompanhamento de entrada, saída e inspeção presencial em embarcações. O Quadro 12 e o Gráfico 5 demonstram o número de eclusagens no período de oito anos.

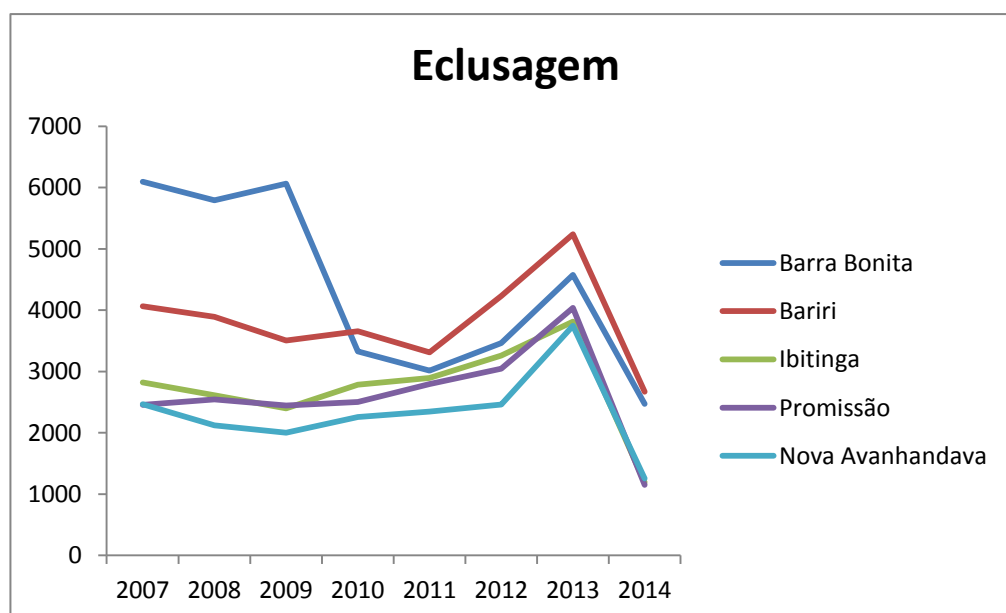
Quadro 12 – Número de eclusagens realizadas por ano

| Eclusagem | | | | | |
|------------------|---------------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| Ano | Barra Bonita | Bariri | Ibitinga | Promissão | Nova Avanhandava |
| 2007 | 6096 | 4062 | 2819 | 2454 | 2466 |
| 2008 | 5790 | 3891 | 2610 | 2544 | 2123 |
| 2009 | 6066 | 3507 | 2396 | 2443 | 2003 |
| 2010 | 3325 | 3657 | 2786 | 2500 | 2256 |
| 2011 | 3014 | 3314 | 2894 | 2796 | 2348 |
| 2012 | 3463 | 4231 | 3257 | 3046 | 2460 |
| 2013 | 4573 | 5240 | 3813 | 4040 | 3746 |
| 2014 * | 2469 | 2672 | 1194 | 1148 | 1253 |

Fonte: AES Tietê (2015).

* Navegação interrompida entre o km 99,5 no reservatório de Três Irmãos, eclusa inferior de Nova Avanhandava devido ao baixo nível de água.

Gráfico 5 – Número de eclusagens realizadas por ano



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas operações de eclusagem, o tempo de transposição de embarcações comandadas pelo sistema remoto reduziu em doze minutos, em média, contados a partir da entrada da embarcação na eclusa (Quadro 13). O fator que mais contribuiu para essa redução foi o tempo gasto nas atividades de inspeção realizadas por câmeras.

Quadro 13 – Comparativo de tempo de eclusagem por modos de operação

| Eclusa | Tempo de eclusagem | | | Eclusagens por hora (unidades) | |
|--------------|--------------------|--------|---|-----------------------------------|--------|
| | Convencional | Remota | Redução no tempo de deslocamentos (min) / % | Convencional | Remota |
| Barra Bonita | 28 | 16 | 12 (43%) | 2 | 3,7 |
| Bariri | 29 | 17 | 12 (41%) | 2 | 3,5 |
| Ibitinga | 27 | 15 | 12 (44%) | 2,2 | 4 |
| Promissão | 50 | 38 | 12 (24%) | 1,2 | 1,6 |
| Nova | | | | | |
| Avanhandava | 26 | 14 | 12 (46%) | 2,3 | 4 |
| Superior | | | | | |
| Nova | | | | | |
| Avanhandava | 26 | 14 | 12 (46%) | 2,3 | 4 |
| Inferior | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 PESQUISA DE CAMPO

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa de campo obtidos por aplicação de questionário. O questionário foi elaborado com base em duas áreas temáticas:

- Processo de comunicação na HTP;
- Manutenção da navegabilidade na HTP.

5.2.1 Processo de Comunicação na HTP

A comunicação com o operador da eclusa ocorre via equipamento de rádio comunicação em VHF, na modalidade Serviço Móvel Marítimo, definido pelas Instruções nº 04/81 e nº 10/87 e pela Portaria nº 52 de 04/06/91 do Ministério das Comunicações.

As questões referentes à comunicação objetivaram identificar as interações entre usuários da via e operadores nas atividades do processo de eclusagem. Buscou-se conhecer quais recursos são utilizados pelas empresas para obterem informações de embarcações que se

encontram em terminais, em eclusas e ao longo da hidrovia, e entender o quão relevante é a comunicação para o processo de transposição de eclusas e para a navegação, sob o ponto de vista dos envolvidos diretamente nas atividades e gestores de empresas que operam na hidrovia.

Os procedimentos operacionais para navegação e transposição de desníveis, formados por uma barragem - no caso em estudo, as eclusas -, estão estabelecidos nas Normas de tráfego da hidrovia Tietê-Paraná e seus canais, as quais são seguidas pelos condutores de embarcações e operadores de eclusas.

Observou-se que essas normas estão voltadas à etapa de execução do processo, orientando navegantes e operadores quanto à sinalização de canais, vias navegáveis, áreas controladas e em atividades do processo de passagem pelas eclusas.

As referidas normas não preveem diretrizes para o planejamento de utilização da via e/ou das eclusas. Os proprietários de embarcações que desejam navegar na hidrovia e realizar operações de eclusagens devem estar em conformidade com a legislação vigente, ou seja, condutor e embarcação devem estar devidamente habilitados.

Segundo as normas da hidrovia, somente poderão trafegar pelas eclusas, canais e vãos navegáveis das pontes da HTP embarcações ou comboios que estejam com sua situação regularizada perante a Marinha do Brasil e que não ultrapassem as dimensões máximas permitidas, conforme artigo 3º, definidas para cada trecho de navegação no ANEXO I – Trechos de Navegação – Formação máxima dos comboios (DH, 2012).

O quadro 14 apresenta uma síntese das principais variáveis e descobertas que nortearam os temas “comunicação” e “importância da manutenção da navegabilidade” da hidrovia na etapa de pesquisa de campo.

Quadro 14 – Variáveis importantes do sistema de navegação na HTP

| Variáveis | Descobertas |
|--|---|
| Comunicação | <ul style="list-style-type: none"> • É obrigatório haver a bordo da embarcação equipamento de radiocomunicação. • Ocorre somente nas proximidades de eclusas. |
| Monitoramento de embarcações | <ul style="list-style-type: none"> • A empresa que opera as eclusas possui um centro de operações com recursos de monitoramento na área sob sua responsabilidade (área de segurança). • Embarcações que transportam mercadorias e passageiros utilizam transceptores AIS para envio e recebimento de localização. |
| Eclusagem | <ul style="list-style-type: none"> • Embarcação e condutor devem estar habilitados. • Não se necessita de agendamento para passar pela eclusa, embarcações chegam sem prévio aviso. • Não há custo para o usuário. • Há filas de embarcações em eclusas, em alguns períodos do dia (dados de 2013). |
| Níveis de navegação | <ul style="list-style-type: none"> • Determinante para a navegação; navegável no trecho estudado. • Navegação interrompida entre os rios Tietê e rio Paraná no período observado, desde maio de 2014. |
| Barreiras ao desenvolvimento da Hidrovia | <ul style="list-style-type: none"> • Incertezas em função da interrupção da navegação. • Cumprimento à legislação sobre uso múltiplo das águas. • Filas e tempos de espera de embarcações em eclusas. |

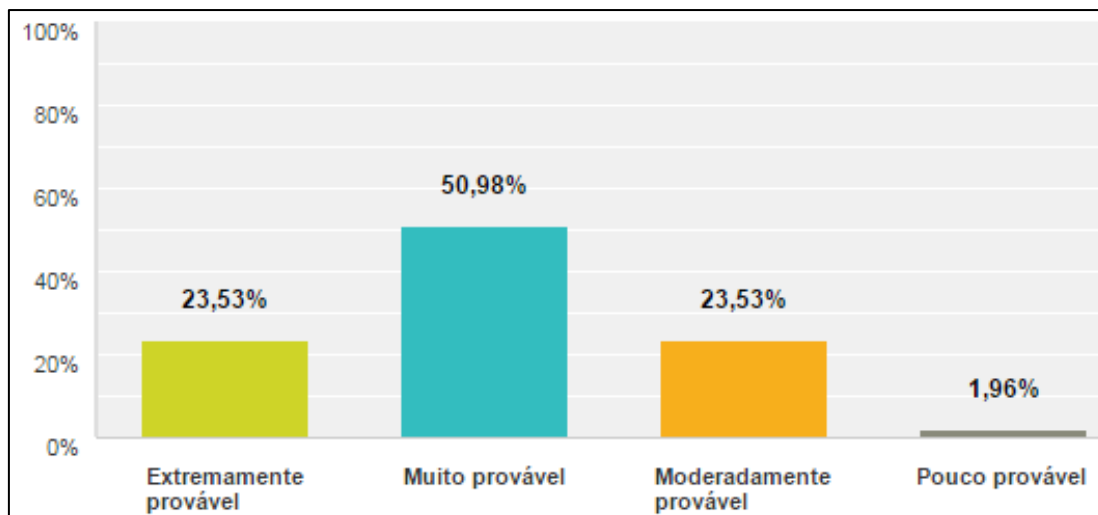
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados sobre comunicação, monitoramento de embarcações e processo de eclusagem são demonstrados a seguir:

- **Sobre a probabilidade de uma embarcação fazer contato no PCO enquanto a eclusa encontra-se ocupada por outra embarcação** – 51% dos respondentes

consideram muito provável que esse fato ocorra, enquanto que 23% consideram-no extremamente provável e outros 23% o consideram provável (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Possibilidade de chegadas simultâneas de embarcações em uma eclusa



Fonte: Elaborado pelo autor.

As embarcações fazem o primeiro contato com o operador no PCO. Os operadores somente têm conhecimento da chegada de embarcações quando estas estão próximas às eclusas, ou seja, momentos antes do início do processo de eclusagem.

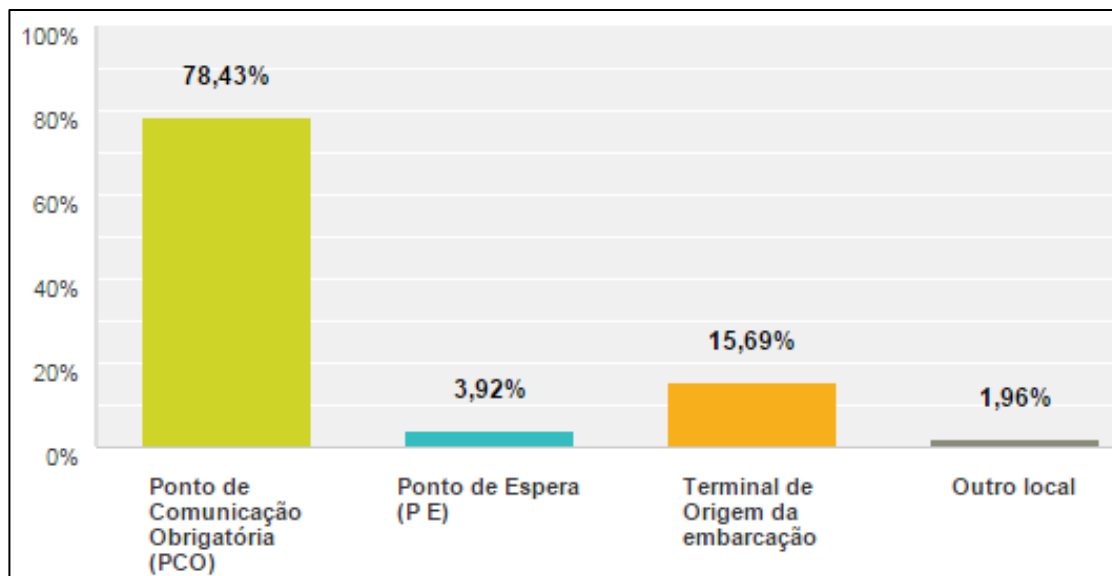
Nas normas de tráfego nas eclusas da HTP e seus canais (2012), artigo 19º, p. 9, constam as seguintes diretrizes aos comandantes de embarcações:

- Toda embarcação, ao chegar aos PCOs, deverá obrigatoriamente estabelecer contato com o operador da eclusa através do equipamento de comunicação, nas frequências definidas no ANEXO VI – Canais para comunicação, informar que está se dirigindo ao PPO ou ao PE e aguardar o contato do operador;
- Durante a comunicação da embarcação com a eclusa, deverá ser adotada, sempre que possível, a fraseologia padrão;
- Antes de iniciar a passagem por trechos críticos ou restritos, caberá ao comandante da embarcação ou comboio a responsabilidade pela adoção integral das instruções contidas no ANEXO IV – Instruções operacionais para navegação em trecho restrito e trecho crítico.

Os procedimentos são seguidos a cada operação de eclusagem. As embarcações chegam, fazem contato, informam os dados requeridos e aguardam autorização para seguirem em direção à eclusa.

- **Local de contato com a eclusa** – 78,43% dos respondentes consideram que o PCO é o melhor local para o contato inicial entre condutores de embarcações com operadores de eclusas (Gráfico 2), 15,69% consideram que o contato deveria ser feito no terminal de origem, 3,92% elegeram o PE, e 1,96% opinaram que o contato deveria ser em outro local (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Local recomendado para comunicação com a eclusa



Fonte: Elaborado pelo autor.

A comunicação entre embarcações e eclusas ocorre por meio de rádio na frequência VHF marítimo, sendo o alcance desses equipamentos limitado em função de alguns fatores, entre eles a geografia do local. Algumas regiões são montanhosas e outras formadas pela vegetação nativa; além disso, há a sinuosidade do rio.

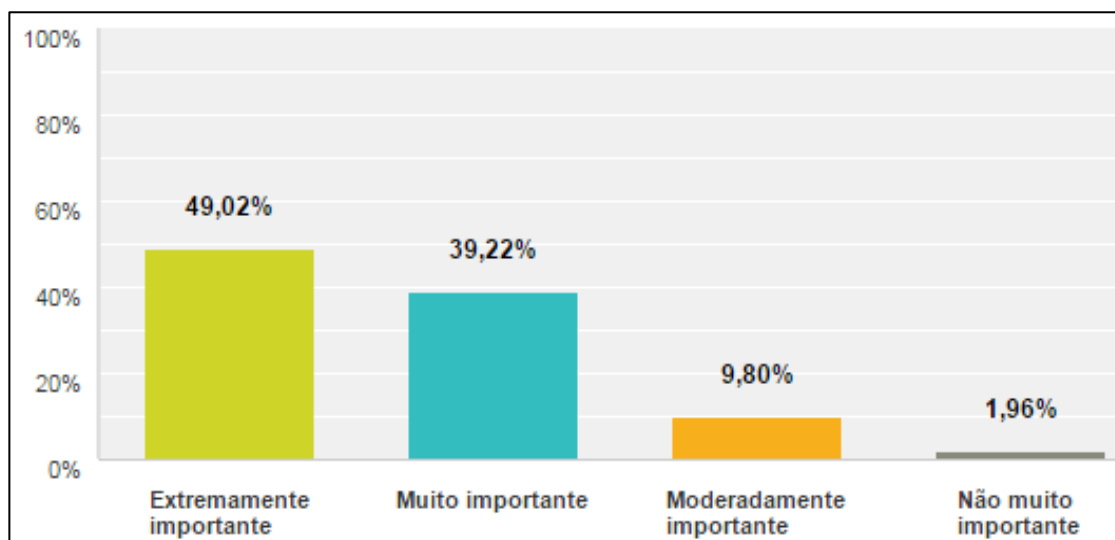
Os PCOs estão posicionados em locais convenientemente demarcados, por isso, o deslocamento para outros locais mais distantes da eclusa poderia gerar ruídos e dificultaria a conversação entre os interlocutores do processo comunicacional.

A comunicação entre a tripulação e suas respectivas empresas ocorre por rádio VHF marítimo e com recurso de telefonia celular. Porém, há locais onde não existem sinais de telefonia. Além disso, a conversação via rádio tem alcance limitado às áreas mais próximas das eclusas.

- **Informações de posicionamento de embarcações em tempo real** – Para 49% dos respondentes, é extremamente importante para as operações da empresa que

representam obter informações de localização dos comboios em tempo real, 39,22% consideram muito importante, 9,80% acham que não é muito importante (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Importância de informações em tempo real



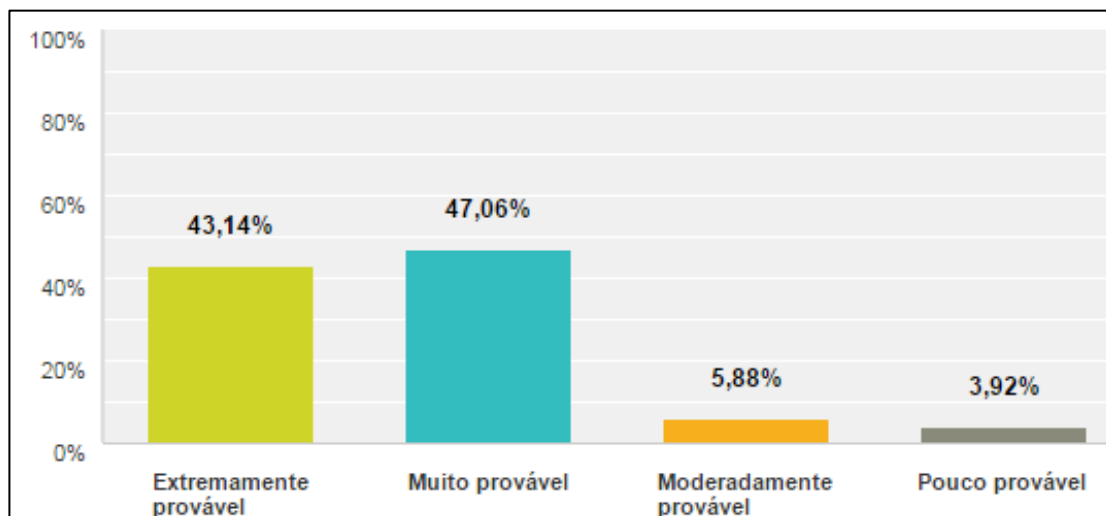
Fonte: Elaborado pelo autor.

O transceptor AIS possibilita que embarcações se identifiquem umas às outras, enviando e recebendo dados. Para que seja possível a troca de dados, assim como acontece na comunicação de voz, a embarcação deve estar em uma área de cobertura do sistema. É possível aumentar a área de cobertura, instalando-se antenas repetidoras de sinal ao longo da rota de navegação.

Algumas empresas têm contratado serviços de monitoramento via satélite para acompanhar a movimentação dos comboios durante o trajeto, obtendo informações de localização e trocando de mensagens curtas relacionadas à viagem e à tripulação. Porém, o custo desse serviço aumenta à medida que aumenta a frequência de troca de informações.

- **Rede de monitoramento AIS na hidrovia** – Caso uma rede AIS para monitoramento do fluxo de embarcações estivesse disponível aos usuários da hidrovia, seria utilizada por representantes de instituições que utilizam o modal, (Gráfico 9). As opções, extremamente e muito provável, somadas, demonstram que 90% dos respondentes utilizariam o sistema para monitorar em tempo real o tráfego de embarcações.

Gráfico 9 – Utilização de rede AIS para monitoramento de embarcações



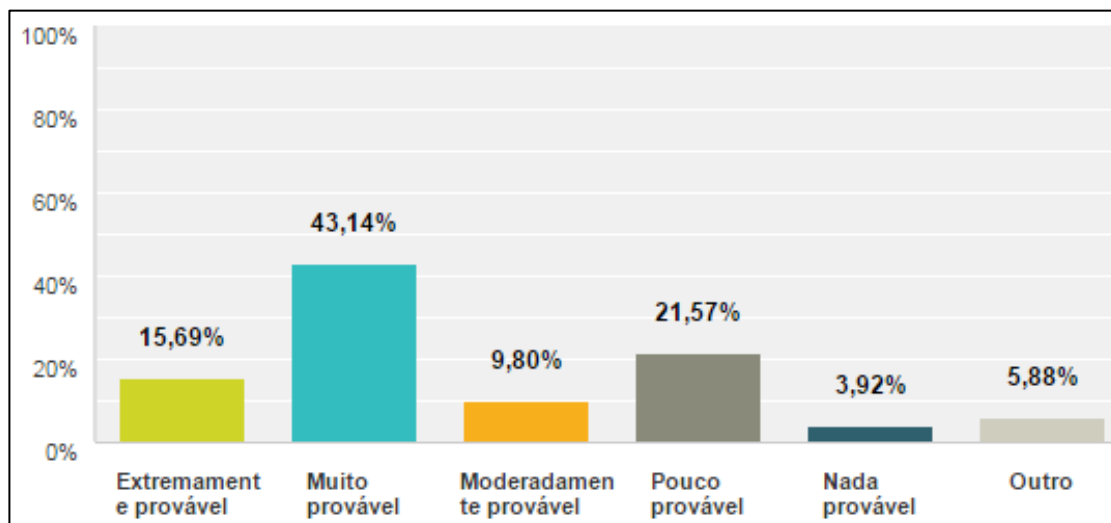
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados transmitidos pelo transceptor AIS originados em uma embarcação são recebidos por outras embarcações, mas podem ser alcançados também por receptores instalados em terra, como eclusas, terminais etc. Para monitorar o deslocamento de embarcações ao longo da via, é necessária infraestrutura de rede, com antenas e receptores de dados disponíveis para acesso pelos usuários.

A tecnologia AIS não necessita de contratos de prestação de serviços, como ocorre com o sistema via satélite, tendo apenas o custo inicial de implantação dos materiais e de recursos de monitoramento, em base em terra, se for conveniente à empresa, não necessitando de pagamentos de taxas adicionais depois de implantado.

- **Agendamento de eclusagem** – referente à probabilidade de um sistema de agendamento de eclusagem organizar o tráfego de embarcações em eclusas, os respondentes consideram que a medida traria benefícios ao modal (Gráfico 10). 15,69% consideram extremamente provável, 43,14% muito provável e 9,8% moderadamente provável que a adoção de uma sistemática para agendamento de eclusagens contribua para evitar filas em eclusas. Sendo que 21,57% e 3,92% consideram, respectivamente, pouco provável e nada provável que um sistema de agendamento traga benefícios, e 5,88% fizeram outras sugestões, com comentários listados após o gráfico.

Gráfico 10 – Agendamento de eclusagens para evitar filas em eclusas



Fonte: Elaborado pelo autor.

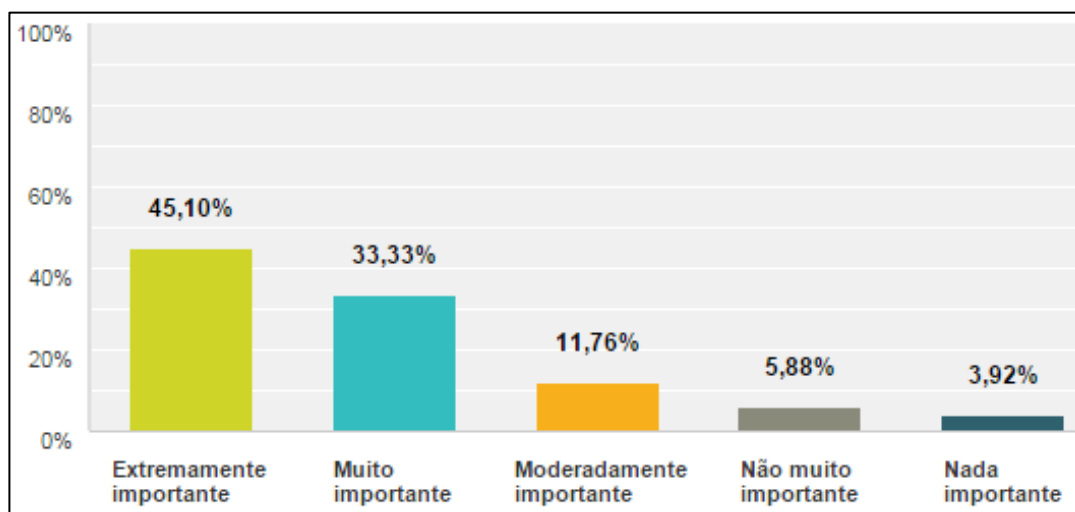
Contribuições em forma de comentários à questão acima:

- “Seria necessário realizar um provisionamento, entendendo que sempre existirão embarcações que solicitarão eclusagem, e, pelo direito de passagem, irão furar a fila”.
- “Com certeza muito provável, pois, no caso específico de Barra Bonita, as embarcações de esporte e recreio, nos finais de semana prolongados, deveriam também ter horário programado para utilizarem a eclusa”.
- “Acho que sempre que houvesse dois comboios, o empurrador de um poderia ajudar a eclusagem do outro, otimizando o tempo de eclusagem”.

5.2.2 A importância da Manutenção da Navegabilidade na HTP

- **Importância da HTP para as operações** – Dos respondentes, 45,10% consideram a HTP extremamente importante, e 33,33% muito importante para as operações das empresas em que atuam. Sendo que 11,76% e 5,88% consideram, respectivamente, a HTP de importância moderada e não muito importante para suas empresas, como apresentado no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Importância da HPT para as operações

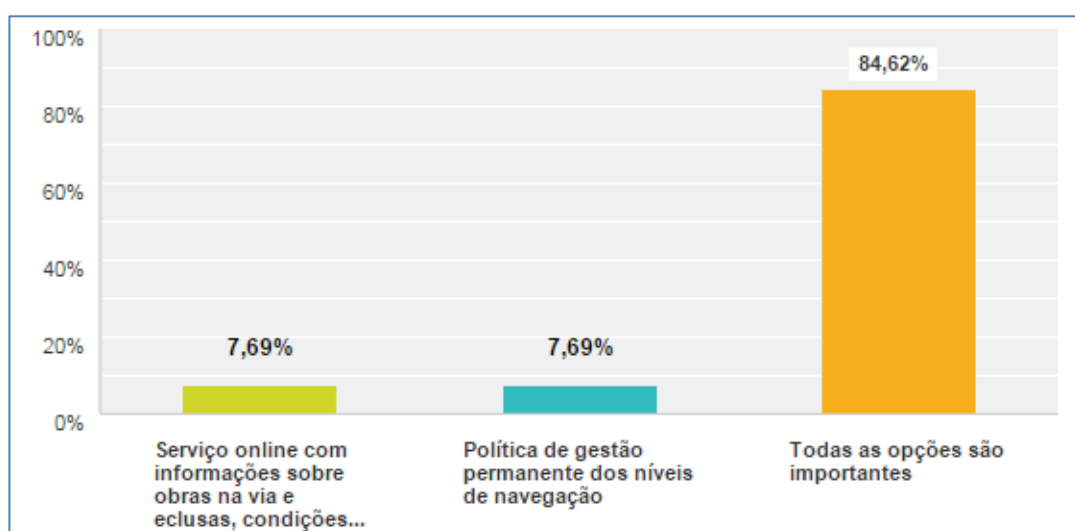


Fonte: Elaborado pelo autor.

A HTP, está inserida numa região de 76 milhões de hectares, nos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, onde se gera quase a metade do Produto Interno Bruto Brasileiro - PIB (AHRANA, 2012).

Política de gestão permanente dos níveis de navegação e informações online – Dos respondentes, 84,31% consideram que uma política permanente de gestão dos níveis navegáveis e serviços de informação online sobre condições da via são importantes para o desenvolvimento da HTP (Gráfico 12).

Gráfico 12 – Gestão dos níveis de navegação e serviços de informações na HTP



Fonte: Elaborado pelo autor.

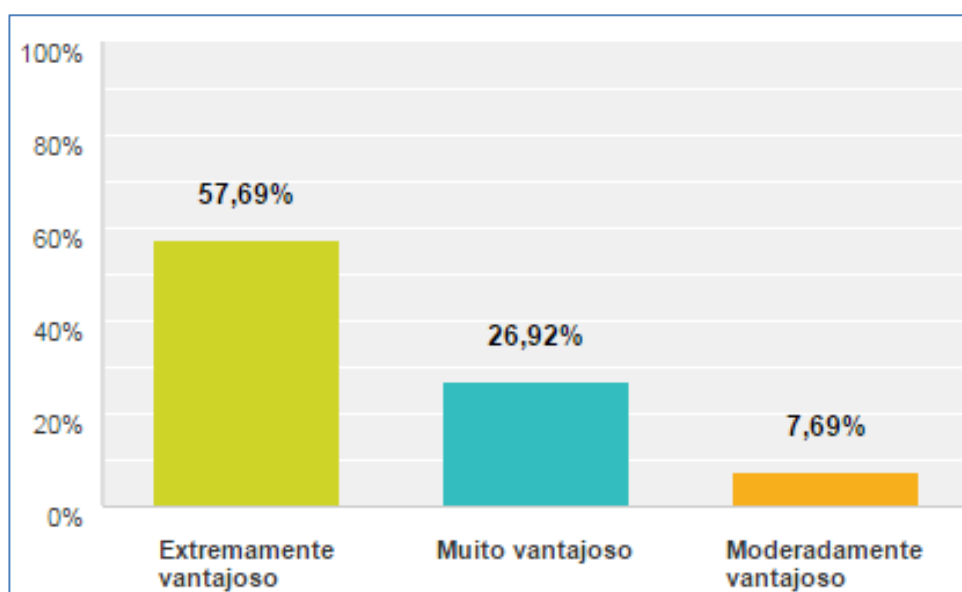
A manutenção dos níveis de navegação é fator determinante para o desenvolvimento da HTP. É com base em informações de níveis navegáveis em determinados trechos que empresas dimensionam a quantidade de carga nas barcaças. Quanto maior a quantidade de carga, maior a parte da embarcação que ficará submersa (calado da embarcação), sendo necessário monitoramento constante dos níveis navegáveis, principalmente no período de estiagem, compreendido entre os meses de abril e novembro.

As informações sobre condições da via, nos trechos próximos às eclusas, são disponibilizadas aos navegantes pelos operadores. Dentre as informações fornecidas, antes do início do processo de eclusagem, destacam-se os níveis e vazões do reservatório (correntezas observadas no período), dados de direção e velocidade do vento, registrados por estações meteorológicas.

Fora da área controlada, a tripulação utiliza os equipamentos de comunicação disponíveis em cada embarcação para se comunicar com suas empresas e com outras embarcações que estejam navegando pelo mesmo trecho.

- **Vantagens em utilizar a hidrovia em comparação com outros tipos de modais, como o ferroviário e o rodoviário** – Dos respondentes, 57,69% e 26,92% consideram, respectivamente, extremamente vantajoso e muito vantajoso utilizar o modal hidroviário em comparação a outros modais. Já 7,69% consideram o modal moderadamente vantajoso. As alternativas “pouco vantajoso” e “nada vantajoso” não obtiveram respostas (Gráfico 13).

Figura 13 – Vantagem do modal hidroviário em relação a outros modais

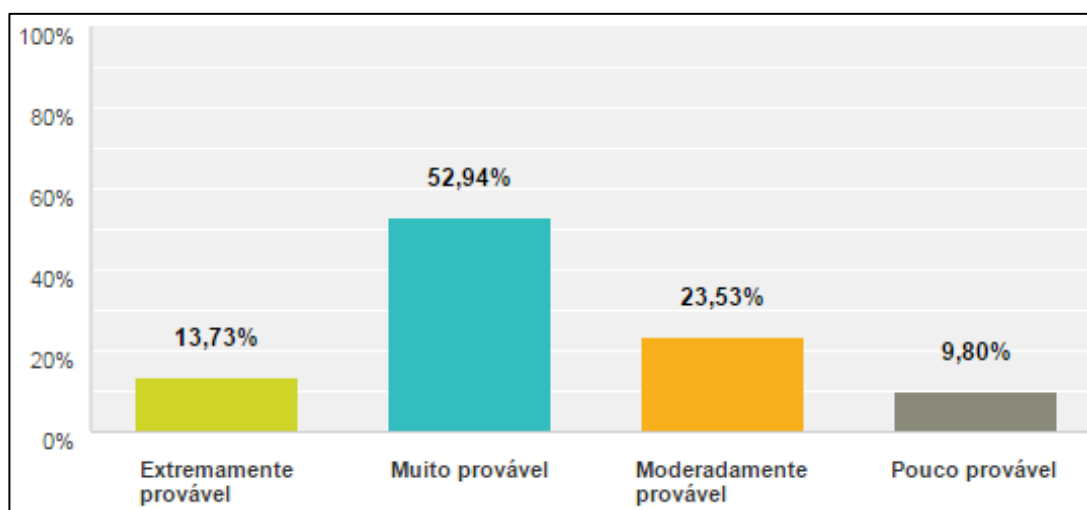


Fonte: Elaborado pelo autor.

Contribuições em forma de comentários à questão acima:

- “Hoje a hidrovia Tietê-Paraná ainda é pouco utilizada, poderia ter mais investimentos, sendo que é um transporte de baixo custo comparado a outros modais. Assim poderíamos ter o preço de venda de mercadorias menor.
 - “A vantagem se deve à quantidade de produtos transportados e à diminuição do tráfego de caminhões nas rodovias; as desvantagens, o tempo de viagem. Caberá à logística de cada empresa responder com maior exatidão”.
 - “É o meio mais barato com relação ao custo de transporte”.
 - “Facilidades existem na hidrovia, mas ela é um meio menos utilizado, comparado ao rodoviário, por exemplo, que gera uma opção de caminhos um pouco maior. Sendo assim e, pensando na utilização dos agendamentos também, a hidrovia passa a ser um modo mais rápido e eficiente!”.
- **Barreiras ao desenvolvimento da hidrovia** – Dos respondentes, 13,73% consideram extremamente provável e 52,94% muito provável a existência de barreiras ao desenvolvimento da hidrovia. Sendo que 23,53% e 9,80% consideram, respectivamente, moderadamente provável e pouco provável a existência de barreiras ao modal (Gráfico 14). A questão recebeu comentários de parte dos respondentes e são apresentadas a seguir.

Gráfico 14 – Barreiras ao desenvolvimento da HTP



Fonte: Elaborado pelo autor.

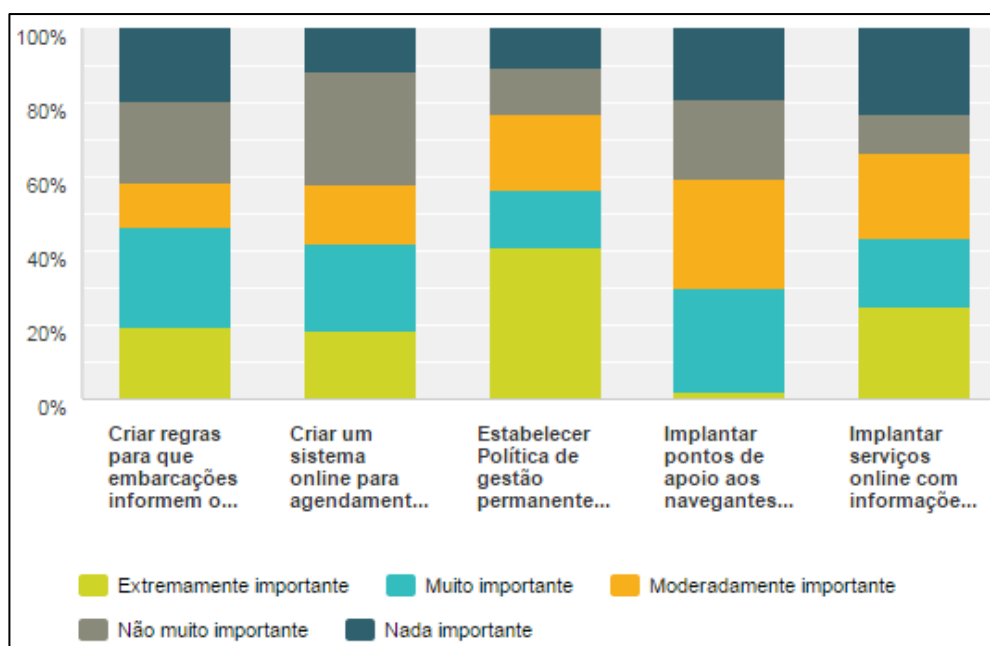
Contribuições em forma de comentários à questão acima:

- “Falta de investimentos na hidrovia para viabilizar uma forma mais econômica de transporte”.
- “A situação em que estamos atualmente é uma barreira, pois como a navegação depende do nível da água, há necessidade de estudos e obras para retornar a navegabilidade da hidrovia”.
- “A realização de obras complementares é importante para assegurar a navegação com segurança e sem gargalos. É necessária a ampliação de eclusas existentes para aumentar a capacidade atual da hidrovia”.
- “Descumprimento do uso múltiplo das águas, o que penaliza a confiabilidade do modal”.
- “Barreiras naturais (ex: banco de areia, sendo necessária a retirada de tempos em tempos)”.

Os níveis navegáveis no trecho estudado estavam dentro dos limites esperados para o período, possibilitando a navegação de embarcações que transportam cana-de-açúcar, areia e passageiros.

- **Sugestões de serviços para a HTP** – Nesta questão foram sugeridas opções de serviços aos usuários da hidrovia. Os resultados são demonstrados no Gráfico 15, seguidos de comentários aos itens da questão.

Gráfico 15 – Sugestão de serviços para a hidrovia



Fonte: Elaborado pelo autor.

A gestão e a garantia dos níveis de navegação na hidrovia, durante todo o ano, são fatores determinantes para as empresas de navegação, sendo consideradas, pelos respondentes, a maior preocupação do setor. A manutenção dos níveis mínimos de navegação na HTP é objetivo comum entre os armadores e proprietários de cargas.

Outro ponto levantado na pesquisa de campo diz respeito à demanda por informações *online*, sobre as condições da via, as quais poderiam ser disponibilizadas e atualizadas periodicamente pela administradora do modal.

Dentre as demandas apontadas na questão, estão informações sobre o fluxo de embarcações nas eclusas, trechos da via com execução de obras e áreas próximas às usinas como correntezas, ondas e intensidade dos ventos. Essas informações poderiam auxiliar os comandantes em manobras de passagem por trechos críticos, sob ponte, por exemplo, e na decisão de aguardar a melhora das condições ambientais ou prosseguir viagem.

Pontos de apoio aos navegantes, ao longo da via, devidamente sinalizados e adequados às características das embarcações, poderiam ser utilizados para substituição (troca) de membros da tripulação, suprimento de material de consumo, e área de descanso.

5.2.3 Como o Planejamento de Eclusagem pode Otimizar as Operações na HTP

O planejamento está relacionado ao conhecimento prévio do resultado esperado de um evento futuro. Para que o resultado seja alcançado, faz-se necessário tomar ações e utilizar recursos disponíveis para atingir o objetivo proposto. Pelo planejamento, a administração pode determinar antecipadamente quais os resultados esperados e, também, qual a estratégia, ou meios, para consegui-lo.

Para Chiavenato (2000), o planejamento é a diferença entre uma situação atual e uma situação desejada como objetivo.

Um estudo sobre o agendamento antecipado de docas para carga e descarga de mercadorias em portos brasileiros constatou filas de caminhões nas proximidades dos portos.

O estudo concluiu que o agendamento antecipado de docas para recebimento e expedição de veículos pode gerar grandes benefícios para todos os envolvidos na cadeia de suprimentos, por meio de melhorias na eficiência, na utilização dos recursos, no fluxo de cargas e na visibilidade (MULATO; OLIVEIRA, 2006).

No caso da HTP, os benefícios resultantes do planejamento de eclusagens podem ser semelhantes aos identificados no estudo de agendamento de docas, pois pode proporcionar às

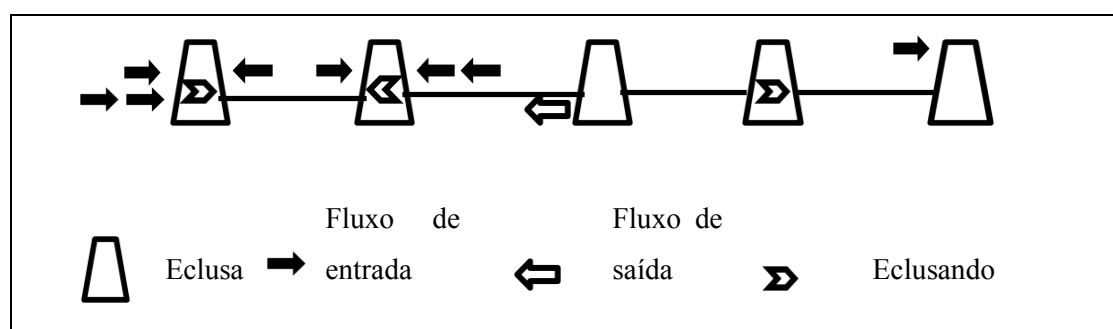
empresas que atuam no modal redução de custos decorrentes de tempos ociosos, maior eficiência nas operações e padronização dos processos.

Westrenen e Praetorius (2012) argumentam que a gestão do tráfego não está formalmente organizada no domínio marítimo e se comporta como um sistema isolado. Os comandantes dos navios são responsáveis por definir o seu próprio caminho e resolver os conflitos que surgem durante a viagem.

Na HTP os comandantes são os responsáveis diretos pelas decisões e por tudo o que diz respeito à embarcação e à tripulação durante a viagem. Nas eclusas, o operador tem a função de organizar o tráfego seguindo os critérios estabelecidos nos procedimentos do modal. O fluxo de embarcações nas eclusas se apresenta como ilustrado abaixo, cujo comportamento se assemelha ao do tráfego marítimo (WESTRENEN; PRAETORIUS, 2012).

A distribuição do fluxo de embarcações na via e em passagem por eclusas ocorre de forma desbalanceada, em função de o atual sistema de despacho não acontecer de forma sequencial (Figura 32).

Figura 32 – Comportamento do fluxo atual de embarcações na HTP



Fonte: Elaborado pelo autor.

Organizar o fluxo de passagens de embarcações pelas eclusas trará reflexos positivos para toda a hidrovia, por eliminar ou minimizar a ocorrência de filas em eclusas.

A figura acima demonstra aglomeração de comboios que aguardam a vez de eclusar, enquanto que em algumas eclusas não há demanda.

Um sistema de planejamento de utilização de eclusas, com a participação direta dos principais interessados - usuários, órgãos administradores e fiscalizadores, operadoras -, deve ser considerado como um marco inicial para melhorar a atratividade e a visibilidade do modal.

Na Figura 33, sugere-se um fluxo para realização do planejamento, com indicação de papéis e atribuições de cada agente, no exemplo sugerido papéis do administrador, usuários e operador.

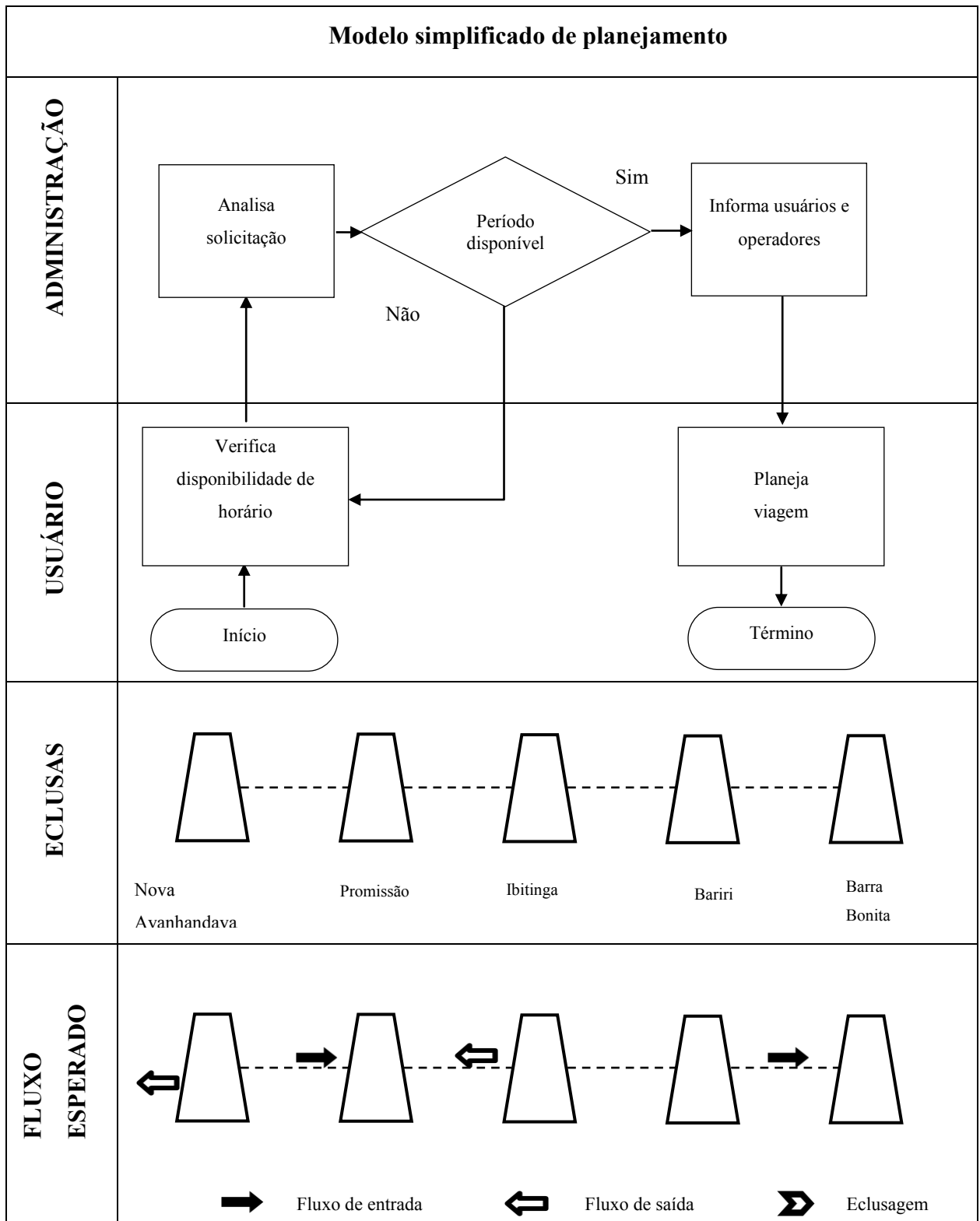
5.2.3.1 Exemplos de Papéis e Atribuições

- Administrador: manter o sistema de gestão, avaliar as solicitações de agendamento, verificar datas e horários disponíveis e comunicar aos interessados o plano de ocupação de eclusas;
- Usuário: agendar com o administrador a passagem pela eclusa, informar o plano de viagem, dados da embarcação (formação do comboio, quantidade de tripulantes, tipo e quantidade de cargas), origem e destino, data e hora previstas de chegada na eclusa;
 - Comboios/ embarcações que transpuserem mais de uma eclusa devem informar a previsão de chegada em cada eclusa, tomando como base a velocidade média do comboio e o tempo de viagem entre o terminal de origem e as eclusas.
- Operador de eclusa: responsável pelo controle operacional e administrativo das eclusas.

Para o planejamento e o uso da via, sugerem-se recursos de comunicação disponíveis em cada empresa, como telefonia, *e-mail*, etc. Para o registro dos eventos no plano de utilização de eclusas, podem-se utilizar as ferramentas de controle disponíveis em cada empresa, sem gerar custos operacionais extras.

No entanto, é importante observar que é possível a utilização de recursos de tecnologia para auxiliar a operacionalidade, o controle e a gestão dos processos. O Quadro 15 apresenta sinteticamente as atribuições de cada agente e os resultados esperados com a implantação do planejamento de eclusagem sugerido.

Figura 33 - *Framework* de planejamento de eclusagem



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 15 – Papéis e atribuições do processo de planejamento

| Papeis | Atribuições |
|----------------------|---|
| Administrador | <ul style="list-style-type: none"> • Definir a sistemática de gestão do sistema de planejamento para passagem de embarcações por eclusas sob sua responsabilidade; • Divulgar aos usuários e demais interessados os critérios e procedimentos para relacionamento entre as partes interessadas; • Manter controle atualizado da ordem de passagem por eclusa; • Disponibilizar periodicamente aos interessados o plano consolidado de utilização das eclusas; • Acompanhar a execução do plano; • Consolidar e divulgar os indicadores de desempenho do sistema de gestão: desvios entre planejado e verificado, por empresa; • Verificar desvios e propor melhorias ao sistema de gestão. |
| Usuários | <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a passagem por uma ou mais eclusas no sistema de gestão; • Informar a previsão de chegada em uma ou mais eclusas • Informar os dados da embarcação: origem e destino do comboio, tipo e quantidade da carga transportada, data e hora previstas de passagem por eclusa; • Comunicar alterações no plano de viagem, decorrentes de situações não previstas, caso necessário; • Informar barreiras e/ ou restrições da via e obras de engenharia observadas durante a navegação. |
| Operador de Eclusas | <ul style="list-style-type: none"> • Executar o plano disponibilizado pelo administrador; • Registrar data e hora de passagem de embarcações; • Comunicar desvios entre planejado e realizado, caso necessário. |
| Resultados esperados | <ul style="list-style-type: none"> • Conformidade nos processos; • Eficiência nas operações dos usuários, operadores e órgãos legisladores e fiscalizadores; • Mais transparência nos processos; • Maior segurança da navegação; • Colaboração e interação entre instituições que operam na hidrovía; • Informação de localização de embarcações mais precisas. • Organização do tráfego ao longo da via e nas eclusas; • Eliminação ou redução de filas de embarcações em eclusas; • Redução de custos operacionais. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.4 Práticas Operacionais que Influenciam o Tráfego de Embarcações

As normas de tráfego da HTP e seus canais estabelecem diretrizes que orientam os comandantes e operadores de eclusas na execução das atividades.

As empresas comerciais, de transporte de mercadorias e passageiros, recebem autorização para navegar e executar suas atividades, porém o contato entre os comandantes de embarcações e operadores de eclusas ocorre somente a partir do PCO localizado nas proximidades das eclusas.

A comunicação entre os profissionais que interagem no processo de eclusagem somente ocorre quando o processo já está próximo de ocorrer. Da mesma forma que uma embarcação poderia estar navegando em direção a uma determinada eclusa, outras embarcações poderiam fazer a mesmo, sem que os envolvidos no processo soubessem da demanda pela eclusa com maior antecedência.

Conforme demonstram os dados levantados durante a pesquisa, é comum ocorrer a chegada de uma ou mais embarcações em uma eclusa durante o processo de eclusagem de outra embarcação, fato esse que ocorreu com maior frequência até meados do ano de 2014, a partir de quando ocorreu a interrupção da navegação no trecho entre a eclusa de Nova Avanhandava e as eclusas da usina hidrelétrica de Três Irmãos, e o canal Pereira Barreto em decorrência do baixo nível de água do reservatório da usina hidrelétrica de Três Irmãos.

5.2.5 Monitoramento de Embarcações na HTP

Observou-se que os recursos de comunicação, via rádio VHF marítimo, são utilizados nos contatos entre embarcações e operadores nas eclusas e em terminais em função do alcance limitado desses equipamentos.

Constatou-se que a Capitania Fluvial do Tietê-Paraná (CFTP) estabeleceu a obrigatoriedade de uso do sistema AIS pelas embarcações que navegam em regime comercial na HTP. Essa determinação abrangeu todas as embarcações que transportam cargas e passageiros.

O objetivo primário do AIS é a segurança de quem navega, já que possibilita a troca de informações entre barcos. Porém, essa tecnologia pode ser utilizada no futuro para rastrear e gerenciar o fluxo de comboios na hidrovia à medida que uma rede de monitoramento for implantada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as considerações sobre os resultados obtidos na pesquisa bibliográfica e de campo, bem como se apresentam as sugestões para solução do problema de pesquisa.

Com o objetivo central de identificar como o planejamento declusagens pode contribuir para o aumento da eficiência das operações na HTP, foram identificados pontos passíveis de melhoria e possíveis soluções, que não necessitam de dispêndio de recursos financeiros para serem operacionalizadas, mas somente de ajustes e melhorias nos procedimentos de controle atuais.

Sugere-se, como alternativa de baixo ou nenhum custo, a adoção de procedimentos sistematizados de controle de passagem de embarcações pelasclusas. Tal procedimento incluiria o agendamento da ocupação daclusa, com informação dos dados requeridos pelo órgão gestor, incluindo o horário previsto de chegada a cadaclusa pelo usuário interessado, junto ao órgão administrador da hidrovia, que tem como competência gerir o sistema. No caso em que duas ou mais embarcações solicitarem agendamento em horários coincidentes, o administrador do sistema de gestão agendaria outro horário que estivesse disponível, e assim sucessivamente. Esse procedimento proporcionaria às empresas informações antecipadas sobre períodos de ocupação, o que lhes possibilitaria conhecer os períodos disponíveis em cadaclusa e planejar a viagem.

Entende-se que os benefícios da adoção de um sistema de planejamento declusagem serão percebidos de formas diferentes entre as instituições que utilizam, operam, administram e fiscalizam as operações na HTP, porém todos seriam beneficiados.

Do ponto de vista de quem navega pela via, conhecer antecipadamente datas e horários de passagem pelas obras de engenharia contribuirá para eliminar ou reduzir as incertezas relacionadas a filas de espera de comboios nos arredores declusas, o que seria considerado como exceção em um sistema organizado. Ademais, conhecer antecipadamente o tempo de viagem ao longo da via e de passagem pelaclusa possibilitará aos gestores melhorar o desempenho de indicadores, como tempo previsto de viagem, cumprimento de prazos de entrega do produto transportado ao cliente; consumo de material utilizado em viagens, entre outros indicadores controlados pelas empresas.

Para o operador e mantenedor declusas, conhecer o período em que os equipamentos serão utilizados possibilitará, por exemplo, planejar manutenções preventivas de pequeno

porte, as quais têm “tempo” de manutenção inferior ao previsto para manobras de transposição.

Para planejar a execução de manutenção em determinado equipamento, faz-se necessário alocar o período (data e hora de início e de término) e estimar os recursos humanos e materiais para execução das atividades. No cenário atual, em que não se tem informação antecipada de utilização da eclusa, esse tipo de ação é cercado de incertezas.

Sob a ótica do administrador do sistema de gestão, acredita-se que, por meio do planejamento e monitoramento do plano, torna-se possível detectar possíveis desvios ou situações não previstas e antecipar ações de modo a manter contínua a navegação.

A participação dos principais interessados na pesquisa de campo contribuiu qualitativamente para o trabalho, tanto na validação do teste-piloto como na elaboração do questionário final aplicado na pesquisa de campo. Nessa etapa foi possível, por meio de um diagnóstico, validar o problema e a hipótese de pesquisa.

Entre as variáveis identificadas na pesquisa de campo, a manutenção dos níveis de navegação mostrou-se ser a de maior importância para os respondentes. A interrupção da navegação, em maio de 2014 entre os rios Tietê e Paraná, causou impactos negativos sem precedentes, inclusive prejuízos aos armadores e as empresas que operam nos terminais intermodais de carga e que dependem do fluxo contínuo da navegação para manter suas atividades regulares, entre as quais a de transbordo de mercadorias entre os modais hidroviário, ferroviário e rodoviário.

Ademais, constatou-se que filas de embarcações nas proximidades de eclusas, em períodos alternados do dia, é outro fator importante para a navegação, por impactar diretamente na continuidade do tráfego, com efeitos diretos no desempenho das operações das empresas. Isso porque, embora as empresas não atuem de forma integrada, a eficiência operacional em uma pode impactar as operações de outras.

A melhoria contínua de processos deve ser algo a ser buscado por todos os atores. Cita-se a utilização de tecnologia de automação pela concessionária que opera as eclusas, o que resultou em redução no tempo médio do processo de eclusagem, com benefícios diretos a todos os interessados.

É fato que as empresas de navegação mantêm relações institucionais com os administradores da via e igualmente com as empresas operadoras de eclusas, em função de suas operações serem, de certa forma, interdependentes. Mas é principalmente no contato

diário entre a tripulação e os operadores que os efeitos indesejados causados por filas de espera e conflitos são percebidos.

O planejamento de eclusagem como sugerido neste trabalho pode ser o caminho eficaz para preencher a lacuna identificada nos procedimentos do sistema de navegação da HTP e melhorar o desempenho das operações das empresas. Como ocorre em todos os sistemas produtivos, os processos de gestão devem evoluir continuamente. Sugere-se que no futuro possa ser considerada a utilização de recursos computacionais para gerir as operações.

Este estudo analisou variáveis que impactam a navegação, identificadas a partir de operações realizadas em um sistema de eclusas, propondo a adoção de uma sistemática de gestão de utilização dessas eclusas, denominado de planejamento de eclusagem, que objetiva distribuir de forma organizada e sequencial a transposição de embarcações pelas obras de engenharia.

Entende-se que um fluxo mais bem distribuído pode proporcionar resultados positivos de forma global. Diante da importância que a hidrovia representa para as instituições que nela operam, e para uma parcela da sociedade, por meio de empregos advindos das operações dos processos desenvolvidos, a organização desse sistema deveria estar entre as prioridades dessas instituições.

Sugere-se para trabalhos futuros o monitoramento das variáveis descritas e analisadas, para se acompanhar a influência destas no desempenho da navegação, bem como as atividades contidas no fluxo de planejamento, sua evolução e as interações entre os principais interessados (*stakeholders*), descritas no *framework* sugerido.

REREFÊNCIAS

ALLAMA, J. A. M. **A Terceira Onda da Hidrovia Brasileira. Rodovias & Vias**, Curitiba, v. 51, p.96-97, abr. 2011.

AES TIETÊ S.A. – AES. **Imprensa**. Disponível em: <<http://www.aestiete.com.br/imprensa/Paginas/Not%C3%ADcias.aspx>>. Acesso em: 05. jul. 2015.

ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARANÁ - AHRANA. **Dados e informações da hidrovia do rio Paraná**. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/04-hidro/9-adm-hidro/ahrana.pdf>>. Acesso em: 19. set. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **A dimensão do transporte hidroviário de carga e passageiros: a extensão das vias economicamente navegadas**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/Publicacoes_Artigos.asp>. Acesso em 01. abr. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **Estudo de Macrolocalização de Terminais Hidroviários no Brasil**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/PNIH/PropostaMacrolocalizacaoTerminais2.pdf>>. Acesso em 01. jun. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **Transporte de Cargas nas Hidrovias Brasileiras**. 2010. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/EstatisticaNavInterior/HidroviaParanaTiete.pdf>>. Acesso em: 16. ago. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Institucional.asp>>. Acesso em: 31. jun. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **Situação atual da Hidrovia Tietê-Paraná**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/palestras/PalestraJulho2012.pdf>>. Acesso em 31. jun. 2015.

CAPITANIA FLUVIAL DO TIETÊ-PARANÁ - CFTP. **Portaria 35/CFTP**. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/cftp/pdf/portaria_n_%2035_2013_cftp_obrigatoriedade_do_ais.pdf>. Acesso em: 20. mar. 2015.

CAPITANIA FLUVIAL DO TIETÊ-PARANÁ - CFTP. **Normas da Autoridade Marítima para embarcações empregadas na Navegação Interior**. Normam 2/DPC. Disponível em: <https://www.dpc.mar.mil.br/normam/N_02/normam02.pdf>. Acesso em: 05. fev. 2015.

CHIAVENATO, I. **Iniciação à Administração Geral**. 3ª edição, São Paulo: Makron Books, 2000.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO – CESP. **Navegando no Tietê-Paraná: Cartilha de navegação para a Hidrovia Tietê-Paraná**. São Paulo, 1996.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Plano CNT de Transporte e Logística 2014**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Paginas/plano-cnt-transporte-logistica>>. Acesso em: 15. fev. 2015.

COSTA, L. S. S. **As Hidrovias Interiores no Brasil**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 1998.

CRAINIC, T. G. Service network design in freight transportation. **European Journal of Operational Research**, v. 122, n. 2, p. 272-288, 2000.

CRAINIC, T. G. et al. Intermodal transportation. **Transportation**, v. 14, p. 467-537, 2006.

DE QUEIROZ, E. P.; DO NASCIMENTO, I. M.; FIALHO, J. R. R. **O PNIH, os cenários hidroviários e as perspectivas para o transporte de cargas na Hidrovia Paraná-Tietê**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Artigos/20130700_O_PNIH_os_cenarios_hidroviarios_e_as_perspectivas_para_o_transporte_de_cargas_na_Hidrovia_Parana_Tiete.pdf>. Acesso em: 10. mar. 2015.

DE QUEIROZ, E. P.; GIANNINI, F. A. **A importância das eclusas nos barramentos para o transporte aquaviário no Brasil**, 2010. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Artigos/20130700_A_importancia_das_Eclusas_nos_barramentos_para_o_transporte_aquaviario.pdf>. Acesso em: 10. mar. 2015.

DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO – DH. **Carga Transportada**. Disponível em: <<http://www.dh.sp.gov.br/carga-transportada>>. Acesso em: 10. jul. 2015.

DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO – DH. **Potencial de Transporte**. Disponível em: <<http://www.dh.sp.gov.br/potencial-de-transporte/>>. Acesso em: 10. Jul. 2015.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO - DHN. BRASIL. **Roteiro da Hidrovia Tietê-Paraná**. 1 ed., Niterói – RJ, 1999.

ERIKSEN, T. *et al.* Maritime traffic monitoring using a space-based AIS receiver. **Acta Astronautica**, v. 58, n. 10, p. 537-549, 2006.

FELIPE JUNIOR, N. F. **A Hidrovia Tietê-Paraná e a intermodalidade no Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS – IALA. **Aids to Navigation Manual**. NAVGUIDE 2010. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/EstatisticaNavInterior/HidroviaParanaTiete.pdf>>. Acesso em: 15. out. 2014.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS – IALA. **IALA Guideline n.º 1028**. On The Automatic Identification System (AIS) Volume 1, Part I. Operational Issues, Edition 1.3 December 2004. Disponível em: <<http://www.iala-aism.org/products/publications/5006091215/universal-automatic-identification-ais--volume-1-part-1--operational-issues-1028>>. Acesso em: 14. fev. 2015.

KANOVIC, Z.; BUGARSKI, V.; BAČKALIĆ, T. Ship lock control system optimization using GA, PSO and ABC: a comparative review. **PROMET-Traffic&Transportation**, v. 26, n. 1, p. 23-31, 2014.

KAWAMOTO, E. **Análise de sistemas de transporte**. EESC/STT. 2.a edição, revisada e aumentada. São Carlos, 2010.

KHARCHENKO, V.; VASYLYEV, V. Decision-making system for vessel traffic planning and radar control. In: First European Radar Conference, **EURAD**. 2004.

LEE, B.; PARK, N. Performance Improvement Based Authentication Protocol for Intervessel Traffic Service Data Exchange Format Protocol Based on U-Navigation System in WoT Environment. **Journal of applied mathematics**, 2014.

LOPES, W. P. **Impactos na Produção de Energia nas Usinas Hidroelétricas do Rio Tietê em Decorrência do Transporte Hidroviário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UNICAMP, Campinas, 2011.

MACHARIS, C.; BONTEKONING, Y. M. Opportunities for OR in intermodal freight transport research: A review. **European Journal of operational research**, v. 153, n. 2, p. 400-416, 2004.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**. Produção, v. 17, n. 1, p. 216–229, abr. 2007.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - MT. **Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT**, Relatório Executivo, Brasília: CENTRAN, 2012. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/images/2014/11/PNLT/2011.pdf>. Acesso em: 05. set. 2014.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - MT. **Diretrizes da Política Nacional de Transporte Hidroviário**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/04-hidro/7-snv-hidro/diret-pnth.pdf>. Acesso em: 16. ago. 2013.

MOREIRA NETO, J. G. **O Mercado de exportação de soja e os Portos Brasileiros**. Disponível em: http://www.antaq.gov.br/portal/Publicacoes_Artigos.asp. Acesso em: 20. abr. 2015.

MOU, J. M.; VAN DER TAK, C.; LIGTERINGEN, H. Study on collision avoidance in busy waterways by using AIS data. **Ocean Engineering**, v. 37, n. 5, p. 483-490, 2010.

MULATO, F. M.; OLIVEIRA, MMB de. O impacto de um sistema de agendamento antecipado de docas para carga e descarga na gestão da cadeia de suprimentos. **Revista Produção Online**, v. 6, n. 3, p. 96, 2006.

PRAETORIUS, G.; LUTZHOFT, M. Decision support for vessel traffic service (VTS): user needs for dynamic risk management in the VTS. **Work** (Reading, Mass.), v. 41, p. 4866-4872, 2011.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional**. 4ª edição. rev. e ampl. São Paulo: Aduaneiras, 2007.

ROHÁCS, J.; SIMONGATI, G. The role of inland waterway navigation in a sustainable transport system. **Transport**, v. 22, n. 3, p. 148-153, 2007.

RONDINELLI, D; BERRY, M.. Multimodal transportation, logistics, and the environment: managing interactions in a global economy. **European Management Journal**, v. 18, n. 4, p. 398-410, 2000.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** , no 4a edição. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2005. Disponível em: <http://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes1.pdf>. Acesso em: 8. fev. 2015.

TETREAULT, C. B. J. Use of the Automatic Identification System (AIS) for maritime domain awareness (MDA). In: OCEANS, 2005. **Proceedings of MTS/IEEE**. IEEE, 2005. p. 1590-1594.

TING, C. J.; SCHONFELD, P. Control alternatives at a waterway lock. **Journal of waterway, port, coastal, and ocean engineering**, v. 127, n. 2, p. 89-96, 2001.

UELZE, R. Uma avaliação dos transportes rodoviários no Brasil na década de setenta. **Rev. adm. empres.**, São Paulo , v. 14, n. 6, p. 17-31, dez. 1974.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE – UNECE. **Inland water transport in Europe.** Disponível em: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/sc3/publications/SC3_flyer_2015_eng.pdf>. Acesso em: 11. jun. 2015.

VALENTE, A. M. **Qualidade e produtividade nos transportes.** Cengage Learning, 2008.

VAN WESTRENNEN, F.; PRAETORIUS, G. Maritime traffic management: a need for central coordination?. **Cognition, technology & work**, v. 16, n. 1, p. 59-70, 2014.

VOLPATO, P. R. O investimento em transmissão de energia elétrica no Brasil: uma análise da atratividade das concessões por leilão. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

WILSON, H. G. “On the applicability of queueing theory to lock capacity analysis.” **Transp. Res.**, 12, 175–180, 1978.

YIN, R. K. Estudo de Caso, planejamento e métodos. 3.ed. São Paulo: Bookman, 2005.

APÊNDICE**QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE CAMPO****PROCESSO DE COMUNICAÇÃO NA HTP**

Considerando que as normas da Hidrovia Tietê-Paraná estabelecem que a comunicação com a eclusa é obrigatória somente a partir do PCO (Ponto de Comunicação Obrigatório), localizado nas proximidades das eclusas, assinale a alternativa mais próxima da sua opinião.

- 1- Qual a probabilidade de uma embarcação fazer contato no PCO enquanto a eclusa encontra-se ocupada por outra embarcação?
 - () Extremamente provável
 - () Muito provável
 - () Moderadamente provável
 - () Pouco provável

- 2- Na sua opinião, em qual ponto da via os comandantes deveriam informar ao operador da eclusa a intenção de eclusar?
 - () Ponto de Comunicação Obrigatório (PCO)
 - () Ponto de Espera (PE)
 - () Terminal de Origem
 - () Outros

- 3- O quanto é importante para a empresa que você representa obter informações de localização de embarcações em tempo real?
 - () Extremamente importante
 - () Muito importante
 - () Moderadamente importante
 - () Pouco importante
 - () Não muito importante

- 4- A utilização do Sistema de Identificação de Automática (do inglês AIS - *Automatic Identification System*), na hidrovia Tietê-Paraná, possibilitará o rastreamento de embarcações, em tempo real, e aumentará a segurança aos usuários da Hidrovia?
- Extremamente provável
 - Muito provável
 - Moderadamente provável
 - Pouco provável
- 5- Um sistema de gerenciamento do tráfego, com agendamento de eclusagens e informações em tempo real do posicionamento de embarcações, contribuiria para evitar filas nas eclusas e para otimizar as operações na HTP?
- Extremamente provável
 - Muito provável
 - Moderadamente provável
 - Pouco provável
 - Outros. Especificar.

IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DA NAVEGABILIDADE NA HTP

- 6- A HTP é importante para as operações da empresa que você representa?
- Extremamente importante
 - Muito importante
 - Moderadamente importante
 - Não muito importante
 - Nada importante
- 7- Quais dos serviços você considera ser importante para o desenvolvimento da hidrovia?
- Serviços de informação online, sobre existência de obras e condições da via
 - Gestão permanente dos níveis de navegação
 - Todas as opções são importantes
 - Outros. Especificar.

8- Assinale em ordem decrescente de importância, sugestões que poderiam contribuir para aumentar a produtividade das empresas que atuam na hidrovia, sendo a opção 1 a mais importante e 5 a menos importante.

- Sistema de informações, em tempo real, sobre as condições da via, como existência de obras de manutenção, dados hidrológicos, meteorológicos, etc.
- Melhorar a sinalização da hidrovia
- Sistema de agendamento de eclusagens para evitar filas nas eclusas
- Gestão permanente dos níveis de navegação nos rios Tietê e Paraná
- Outras sugestões. Especificar.

9- Há vantagens em se utilizar a hidrovia para o transporte de cargas em comparação com outros tipos de modais, como o ferroviário e o rodoviário?

- Extremamente vantajoso
- Muito Vantajoso
- Moderadamente vantajoso
- Pouco vantajoso
- Nada vantajoso

Comentários, caso necessário.

10- Existem barreiras ao desenvolvimento da hidrovia?

- Extremamente provável
- Muito provável
- Moderadamente provável
- Pouco provável

Comentários, caso necessário.