

Renan Zimmermann Constante

**PROPOSTA DE MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DE AIS NAS
HIDROVIAS INTERIORES**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de
Transportes e Gestão Territorial da
Universidade Federal de Santa
Catarina para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Transportes
e Gestão Territorial.
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lobo

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Constante, Renan Zimmermann

Proposta de método de implantação de AIS nas hidrovias interiores /
Renan Zimmermann Constante ; orientador, Eduardo Lobo, 2017.

130 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Transportes e
Gestão Territorial.

Inclui referências.

1. Transporte Hidroviário. 2. Hidrovia Tietê-Paraná. 3. AIS. 4. Sistemas
de Monitoramento. 5. RIS. I. Lobo, Eduardo. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Transportes e
Gestão Territorial. III. Título.

Renan Zimmermann Constante

PROPOSTA DE MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DE AIS NAS
HIDROVIAS INTERIORES

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Florianópolis, 06 de julho de 2017.

Prof. Carlos Loch, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Eduardo Lobo, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Alexandre Moraes Ramos, Dr.
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Amir Mattar Valente, Dr.
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Osvaldo Agripino de Castro Junior, Dr.
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Deus por me dar saúde, força, oportunidade de estudar e uma família incrível que posso contar todos os dias.

Ao meu orientador Prof. Eduardo Lobo que colaborou muito para o desenvolvimento dessa dissertação, me auxiliando com diversos comentários e sugestões valiosas para o enriquecimento dessa pesquisa.

À banca examinadora Prof. Osvaldo Agripino de Castro Junior, Prof. Amir Mattar Valente e Prof. Alexandre Moraes Ramos, por terem aceitado o convite e pelas contribuições visando aprimorar a dissertação.

Aos professores do PPGTG-UFSC que contribuíram para meu crescimento intelectual e se dedicam aos ensinamentos na área de transporte.

Aos colegas do PPGTG-UFSC, onde juntos aprendemos e nos divertimos em sala de aula.

Ao Departamento Hidroviário do Estado de São Paulo pela atenção na visita e fornecimento de materiais referentes a hidrovia Tietê-Paraná. Em especial ao Allan Obrecht da Silveira, um dos responsáveis pela implantação do sistema AIS na Hidrovia Tietê-Paraná no trecho sob jurisdição do Departamento Hidroviário.

À minha família, Wolnei, Angelita e Charlie, por sempre me apoiarem, pelos ensinamentos e estarem do meu lado em todos os momentos.

À minha noiva Michelle Matos, que sempre me incentivou e apoiou minhas decisões, minha inspiração de viver.

RESUMO

A implantação do sistema de monitoramento de embarcações nas hidrovias tem como tecnologia-chave, a tecnologia Automatic Identification System (AIS), para identificação, rastreamento e monitoramento automático das embarcações em hidrovias. A partir da implantação desse sistema, podem-se avaliar os impactos do sistema de monitoramento AIS no transporte hidroviário no Brasil. Este estudo identifica o estado da arte de sistemas de monitoramento no transporte hidroviário brasileiro, analisa a legislação conexa à área e avalia a operação da Hidrovia Tietê-Paraná, identificando aspectos relativos a tecnologias de monitoramento. O sistema AIS em implantação na hidrovia Tietê-Paraná facilitará o controle e o monitoramento da situação real da hidrovia. A hidrovia tem potencial para desenvolver um sistema integrado e se tornar referência no Brasil em monitoramento e gerenciamento do tráfego de embarcações em vias navegáveis. Além disso, nesse estudo identifica-se os requisitos para implantação de sistema AIS e apresenta-se a proposta de método de implantação de AIS nas hidrovias interiores, baseado no Sistema RIS Europeu, esse método visa obter melhores resultados na segurança da navegação (Serviço VTS), proteção ao meio ambiente e utilização do sistema RIS para gerir as operações de eclusagem e travessia de pontes. O sistema RIS padronizado pela PIANC possui uma comissão técnica que está diretamente envolvida com navegação em hidrovias e portos. Os especialistas desses grupos de trabalhos desenvolvem estudos e representam diversos países. O sistema RIS é modular e pode ser adaptado à situação real de cada país e de cada hidrovia. São diversos benefícios que podem ser extraídos do sistema RIS, visando impulsionar a navegação nas hidrovias brasileiras, dentre eles, podemos citar: segurança da navegação, proteção do ambiente, eficiência no transporte e aumento do tráfego nas vias navegáveis.

Palavras-chave: Transporte Hidroviário. Hidrovia Tietê-Paraná. AIS. Segurança. Sistemas de Monitoramento. RIS

ABSTRACT

The implementation of vessel monitoring system for waterways has AIS (Automatic Identification System) as its key technology for identification, tracking and automatic monitoring of vessels in inland waterways. With the implementation of this system, the impacts of the AIS system on waterway transport in Brazil can be evaluated. This study identifies the state of the art of monitoring systems in the Brazilian waterway transport, analyzes the legislation related to the waterways area and evaluates the operation of the Tietê-Paraná Waterway, identifying aspects related to monitoring systems. The AIS system being installed in the Tietê-Paraná waterway will facilitate the control and monitoring in real time the situation of the waterway. The waterway has the potential to develop an integrated system and become a reference in Brazil in vessel traffic services to the waterways. In addition, this study identifies the requirements for AIS system implementation and presents the proposed method for the implementation of the AIS system in inland waterways, based on the European RIS System Guide. This method aims to obtain better results in navigation safety (VTS Service), protection of the environment and use of the RIS system to manage lock and cross bridges. The RIS system standardized by PIANC has a technical commission that is directly involved with navigation on waterways and ports. The specialists of these working groups represent different countries and work to develop studies together. The RIS system is modular and can be adapted to the actual situation of each country and each waterway. There are several benefits that can be extracted from the RIS system, in order to improve the navigation in Brazilian waterways, among which we can mention: navigation safety, environmental protection, transportation efficiency and increased traffic on waterways.

Keywords: Waterways Transportation. Tietê-Paraná Waterway. Inland AIS. Safety. Monitoring Systems. River Information Service.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das Cargas Transportadas na Hidrovia Tietê-Paraná (mil toneladas).....	29
Figura 2 - Transporte de cargas em trechos hidroviários em 2014	38
Figura 3 - Regiões Hidrográficas	41
Figura 4 - Eclusa padrão Tietê - Nova Avanhandava.....	48
Figura 5 - Eclusa padrão Paraná - Jupiá.....	49
Figura 6 - Terminas na Hidrovia Tietê-Paraná.....	51
Figura 7 - Radar VTS – Limassol - Chipre	67
Figura 8 - RDF para VTS	68
Figura 9 - Rede de satélites GPS	68
Figura 10 - ECDIS	70
Figura 11 - Sistema AIS	71
Figura 12 - Transponder AIS	74
Figura 13 - Metodologia.....	78
Figura 14 - Serviços RIS	85
Figura 15 - Conceito do DoRIS no Rio Danúbio	90
Figura 16 - Sistema LOMA.....	93
Figura 17 - Cobertura dos rádios proposta para o Sistema AIS nas hidrovias Tietê e Paraná.....	95
Figura 18 - Esquemático do monitoramento AIS na hidrovia Tietê-Paraná	98
Figura 19 - Informações transmitidas pelo Sistema AIS.....	100
Figura 20 - Posicionamento dos Comboios.....	102
Figura 21 - Área AIS.....	107
Figura 22 - Etapas do planejamento para implantação do sistema AIS	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre modais	36
Tabela 2 - Carga transportada em toneladas e o TKU dos principais corredores.....	39
Tabela 3 - Volumes transportados nos portos públicos por navegação interior.....	39
Tabela 4 - Dimensões máximas permissíveis para os comboios.....	46
Tabela 5 - Eclusas Hidrovia Tietê-Paraná.....	50
Tabela 6 - Acidentes na Via de 1995 a 2014.....	54
Tabela 7 - Andamento da implantação do Sistema AIS.....	97
Tabela 8 - Comparativo Tecnologias Chave	103
Tabela 9 - Etapas para Implantação do Sistema.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Arqueação Bruta
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHRANA	Administração da Hidrovia do Paraná
AHs	Administração Hidroviária Regional
AHSFRA	Administração da Hidrovia do São Francisco
AIS	Automatic Identification System
ANA	Agência Nacional de Águas
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ATON	Aids to Navigation
ATP	Plano de Aceitação
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CODOMAR	Companhia de Docas do Maranhão
COG	Course Over Ground
COLREGS	International Regulations for Preventing Collisions at Sea
CONIT	Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte
COS	Centro Operacional do Sistema
CSTDMA	Carrier Sense Time Division Multiple Access
DH	Departamento Hidroviário
DHI	Departamento de Hidrovias Interiores
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DILIC	Diretoria de Licenciamento Ambiental
DMM	Departamento de Marinha Mercante
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DoRIS	Donau River Information Services
DPC	Diretoria de Portos e Costas
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
ENC	Electronic Navigational Charts
ETA	Estimated Time of Arrival
FATDMA	Fixed Access Time Division Multiple Access
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GT	Gross tonnage
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IEC	International Electrotechnical Commission

IMCO	Inter-Governmental Maritime Consultative Organization
IMO	International Maritime Organization
INS	Information Service
ISPS	The International Ship and Port Facility Security Code
LESTA	Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário
LOMA	Lock Operations Management Application
MARPOL	International Convention for Marine Pollution
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMSI	Maritime Mobile Service Identity
MT	Ministério dos Transportes
MW	Megawatt
NAIS	Sistema Nacional de Identificação Automática
NAS	Navigational Assistance Service
NORMAM	Normas de Autoridade Marítima
NPCF	Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial
NHTPC	Normas de Tráfego na Hidrovia Tietê-Paraná e seus Canais
PHE	Plano Hidroviário Estratégico
PIANC	The World Association for Waterborne Transport Infrastructure
PMN	Política Marítima Nacional
PNIH	Plano Nacional de Integração Hidroviária
PNLP	Plano Nacional de Logística Portuária
PPO	Ponto de Parada Obrigatória
RADAR	Radio Detection and Ranging
RDF	Radio Direction Finding
RIS	River Information Services
RLESTA	Regulamento da Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário
ROT	Rate of Turn
SAR	Search And Rescue
SEP/PR	Secretária de Portos da Presidência da República
SOG	Speed Over Ground
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
SOTDMA	Self Organised Time Division Multiple Access
STCW	Standards of Training and Certification for Watchkeepers
STI	Informações Estratégicas de Tráfego
THI	Transporte Hidroviário Interior
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
TKU	Toneladas por Quilômetro Útil
TOS	Traffic Organization Service
TTI	Informações Táticas de Trânsito
UE	União Europeia

USACE	Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA
USCG	Guarda Costeira dos EUA
VHF	Very High Frequency
VTS	Vessel Traffic Service

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	JUSTIFICATIVA.....	31
1.2	PROBLEMA DA PESQUISA	33
1.3	OBJETIVOS	33
1.4	DESTAQUES	33
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA.....	35
2.1	TRANSPORTE HIDROVIÁRIO BRASILEIRO	35
2.1.1	Cargas transportadas na navegação interior.....	38
2.1.2	Bacias Hidrográficas.....	40
2.1.3	Cabotagem	44
2.1.4	Intermodalidade e Multimodalidade.....	44
2.2	HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ	45
2.2.1	Comboios.....	46
2.2.2	Eclusas.....	47
2.2.3	Terminais	50
2.2.4	Meio Ambiente	51
2.2.5	Restrições à navegação	52
2.2.6	Acidentes com embarcações	53
2.3	ORGANIZAÇÕES E LEGISLAÇÃO	55
2.3.1	International Maritime Organization (IMO)	56
2.3.2	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA).....	59
2.3.3	Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)	59
2.3.4	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).....	60
2.3.5	Diretoria de Portos e Costas (DPC)	60
2.3.6	Decretos e Legislação aplicável	61

2.4	SERVIÇOS DE TRAFEGO MARÍTIMO (VTS) E TECNOLOGIAS APLICADAS	62
2.4.1	Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)	64
2.4.2	Tecnologias de Localização e Identificação de Embarcações	65
2.5	DESTAQUES	76
3	METODOLOGIA	77
3.1	QUANTO À NATUREZA	77
3.2	QUANTO À ABORDAGEM	77
3.3	QUANTO AOS MEIOS E PROCEDIMENTOS	77
4	SISTEMA AIS, RIS E PROPOSTA DE MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AIS	81
4.1	SISTEMA AIS NA EUROPA	81
4.1.1	River Information Services (RIS).....	82
4.2	SISTEMA AIS NOS ESTADOS UNIDOS	91
4.2.1	Nationwide Automatic Identification System (NAIS).....	91
4.2.2	Lock Operations Management Application (LOMA)	92
4.3	SISTEMA AIS NA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ.....	93
4.3.1	Estudo preliminar de cobertura	94
4.3.2	Implantação do Sistema	96
4.3.3	Arquitetura do Sistema	99
4.3.4	Controle e Monitoramento dos Comboios	101
4.4	PROPOSTA DE MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AIS	103
4.4.1	Área AIS	106
4.4.2	Planejamento do Sistema AIS.....	108
4.4.3	Implantação do Método.....	114
4.5	DESTAQUES	116
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .	119

5.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES	121
	
	REFERÊNCIAS	123

1 INTRODUÇÃO

O transporte é fundamental para o desenvolvimento econômico, já que é capaz de promover a integração com regiões afastadas, sendo responsável, dessa forma, pelos deslocamentos de pessoas e mercadorias.

O transporte aquaviário é um dos mais antigos do mundo. Além de transportar pessoas, serviu também como transporte de carga de alimentos, mercadorias e até de munições.

Entende-se por transporte aquaviário aquele que se utiliza de uma via aquática para a navegação, seja este interior, cabotagem ou destinada longos percursos nos oceanos. É necessário ter a ciência de que este modal engloba o transporte marítimo e o transporte hidroviário.

O transporte marítimo é realizado em mares abertos para o transporte de mercadorias e de passageiros, considerado o principal meio de transporte na interligação do comércio internacional entre as nações.

O transporte hidroviário interior consiste em hidrovias interiores, que podem ser rios, lagos e lagoas navegáveis, que receberam alguma forma de preparação para que um determinado tipo de embarcação pudesse trafegar com segurança. A definição de navegação interior está expressa na lei nº 9.432 de 8 de janeiro de 1997, como a realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional.

O Brasil conta com uma rede de rios e lagos navegáveis com cerca de 29.000 km, propiciando a circulação de embarcações seja de carga ou passageiros. Apesar da grande dimensão, as vias navegáveis não vêm sendo utilizadas com a eficiência que poderiam (PHE/MT, 2013).

As hidrovias interiores exercem papel importante para o modal hidroviário, sendo possível transportar mercadorias em longos trechos. Segundo a Agência Nacional dos Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2015a), no ano de 2014, cerca de 27,7 milhões de toneladas de cargas foram transportadas pela navegação interior.

O desenvolvimento do transporte hidroviário brasileiro é afetado por diversos fatores; dentre eles, podemos destacar que a ausência de investimentos adequados no setor, o que contribui de forma crucial para o desbalanceamento da matriz brasileira de transportes. Segundo Costa (1998), a hidrovia requer a existência de infraestrutura para permitir o transporte seguro de cargas pelo seu leito. Essas infraestruturas podem ser estaleiros, portos, balizamentos, rebocadores/empurradores, barcaças, obras de dragagem, derrocamento, enrocamento, contenção de margens, fixação de bancos de areia, de painéis de fundo, etc. Para Ballou (2006), os maiores investimentos que os transportadores hidroviários precisam fazer são em equipamentos de transportes e em instalações de terminais.

A matriz de transporte brasileira reflete a participação minoritária do Transporte Hidroviário Interior (THI), com cerca de 5% comparado com 30% do modal Ferroviário, e 52% do modal Rodoviário, no que se refere à transporte de cargas. (PHE/MT, 2013).

De acordo com Alfredini e Arasaki (2013), na concorrência direta entre ferrovia e rodovia, o transporte hidroviário interior é o mais econômico para o transporte de grandes volumes de carga com baixo valor unitário, desde que ressalvados alguns pressupostos; como por exemplo: os polos de origem ou destino das cargas deverão situar-se próximos à hidrovias para estimular o armazenamento e a produção de mercadorias nas faixas marginais, agregando densidade econômica ao sistema. Já quando tratamos de intermodalidade, é de suma importância, segundo os autores, que as distâncias percorridas no modal hidroviário sejam superiores às demais.

Esta pesquisa tem como estudo de caso a implantação do sistema AIS na hidrovias Tietê-Paraná, bem como a análise dos impactos e com base no Guia PIANC, contém uma proposta de método de implantação de AIS nas hidrovias brasileiras.

A hidrovias Tietê-Paraná compõe a malha hidroviária brasileira como uma das principais hidrovias responsáveis pelo transporte de cargas do país, principalmente do ponto de vista econômico. O percurso da hidrovias Tietê-Paraná abrange os estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Goiás; além disso, é afetado por influência socioeconômica dos estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e Goiás (ANTAQ, 2013a).

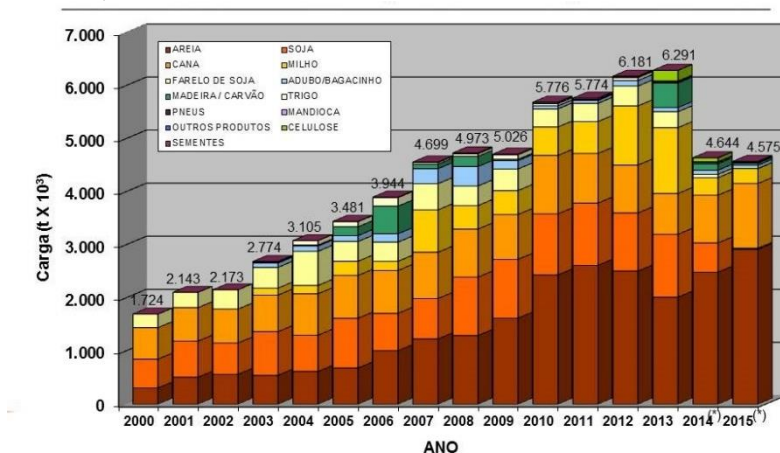
Apontado como corredor hidroviário estratégico para o escoamento de granéis sólidos e agrícolas do centro-oeste pela ANTAQ (2015a), a hidrovias Tietê-Paraná é a rota de exportação da soja e milho que parte de São Simão-Go, desce pelo rio Parnaíba e transborda para a ferrovia e terminais intermodais com destino ao Porto de Santos.

Segundo as Normas de Tráfego na Hidrovias Tietê-Paraná e seus Canais (NTHTPC) (ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARANÁ - AHRANA, 2012), o Departamento Hidroviário do Estado de São Paulo (DH) é o administrador da hidrovias Tietê-Paraná, nos trechos navegáveis dos rios Tietê, Piracicaba, São José dos Dourados, Paraná (da foz do Tietê até o ponto de parada obrigatória (PPO) de jusante da eclusa de Jupia) e Canal Pereira Barreto. Já a AHRANA é administradora da hidrovias do Paraná, nos trechos navegáveis do rio Paraná, Parnaíba e Grande (exceto no trecho da foz do Tietê até o PPO de jusante da eclusa de Jupia, onde o administrador é o DH).

O Governo do Estado de São Paulo implantou nos últimos 50 anos, nos rios Tietê e Paraná, barragens equipadas com eclusas, para que as embarcações possam vencer os desníveis provocados pelos aproveitamentos energéticos. Também junto a isso, o Governo do Estado de São Paulo abriu canais para melhoria da navegabilidade e sinalização da rota de navegação de todo o trecho. Essas melhorias consolidaram um sistema de transporte hidroviário interligado às malhas rodoviária e ferroviária (SÃO PAULO, 2016).

Na figura 1 é possível observar a evolução das cargas transportadas na hidrovia Tietê-Paraná, separados por produtos, entre os anos de 2000 e 2015. A hidrovia Tietê-Paraná apresentou uma constante evolução dente a partir do ano 2000 até 2013, nos anos de 2014 e 2015 a Hidrovia ficou interrompida para o transporte de longo curso devido à seca que atingiu o estado de São Paulo e impactou no nível do reservatório de Três Irmãos.

Figura 1 - Evolução das Cargas Transportadas na Hidrovia Tietê-Paraná (mil toneladas)



(*) A partir do mês de maio de 2014 e durante todo o ano de 2015 parte da Hidrovia ficou interrompida para o transporte de longo curso, devido ao baixo nível do reservatório de Três Irmãos.

Fonte: DH (São Paulo, 2017).

Conforme o DH (SÃO PAULO, 2017), os principais produtos transportados na hidrovia são a soja, o farelo de soja, o milho e a cana-de-açúcar. A hidrovia Tietê-Paraná tem apresentado significativas taxas anuais de crescimento de carga, mais que quadruplicando sua movimentação nos últimos 12 anos. No ano de 2007, por exemplo, foi

registrado aumento de cerca de 20% na movimentação de cargas em relação ao ano anterior. Todos os produtos apresentaram crescimento na sua quantidade transportada, porém o milho foi o mais expressivo, saltando de 173 mil toneladas para 801 mil toneladas, entre rotas longitudinais e transversais.

Segundo o PHE/MT (2013), se considerados todos os desenvolvimentos necessários, as previsões indicam que é possível, para o sistema Tietê-Paraná, apresentar um crescimento para 20,8 milhões de toneladas de transporte de longa distância para 2031.

Cabe ressaltar que são diversos fatores que contribuem para a necessidade da implantação de um sistema de monitoramento de embarcações na hidrovia Tietê-Paraná. Os principais são: expectativas de aumento de demanda, dificuldades encontradas no processo de operação, necessidade de melhorias no controle e monitoramento, navegação em um ambiente seguro, informação precisa das embarcações, troca de informações entre embarcações, contribuição para o processo de eclusagem e fiscalização.

Para Valente et al. (2008), as novas tecnologias aplicadas ao transporte aquaviário merecem atenção especial, pois com a utilização de novos dados é possível alcançar ganhos extraordinários, além dos já previstos em um bom planejamento, gerenciamento, manutenção e operação.

Atualmente, o Departamento Hidroviário de São Paulo (DH) está implantando um Sistema de Identificação Automática (AIS) na hidrovia Tietê-Paraná, que por definição é um sistema de notificação de localização e informação sobre embarcações.

A implantação do sistema de monitoramento de embarcações na hidrovia Tietê-Paraná tem como tecnologia-chave a tecnologia AIS, para identificação, rastreamento e monitoramento automático de navios em hidrovias. Com a implantação deste sistema pode-se estabelecer parâmetros e elaborar um método visando a melhoria da navegação. Esse método aplicado ao estudo da operação da hidrovia Tietê-Paraná pode contribuir para a navegabilidade na hidrovia, processo de eclusagem e controle de tráfego.

Por meio de uma extensiva busca literária, essa pesquisa apresenta sistemas desenvolvidos e em funcionamento na Europa e Estados Unidos, que são referências na área de monitoramento de embarcações através do sistema AIS.

1.1 JUSTIFICATIVA

Analisando a navegação hidroviária sob o ponto de vista de um monitoramento da navegação por meio de sistemas de monitoramento, a implementação do sistema AIS pode gerar benefícios em vários pontos, como acesso às informações em tempo real das embarcações, segurança na navegação, comunicação navio-navio e navio-terra, auxílio à navegação, controle de tráfego e identificação de embarcações.

A *International Maritime Organization* (IMO) fez uso do sistema AIS na navegação marítima, em todos os navios em viagens internacionais, desde o final de 2004, conforme o capítulo 5 da convenção internacional para a *Safety of Life at Sea* (SOLAS). Essa tecnologia pode ser utilizada para monitoramento de uma área de interesse, preservando a segurança na navegação. Como benefícios da segurança, podemos destacar a resposta em tempo real do AIS e, também, o atendimento aos guias e padrões mundiais. Através da ferramenta é possível coletar informações de hora estimada de chegada, calado de embarcações e até mesmo informações sobre rotas, que auxiliam no controle situacional e na obtenção de dados dos navegantes.

Para a realização desta pesquisa, optou-se por analisar a hidrovía Tietê-Paraná, pois segundo o PHE/MT (2013), o sistema Paraná-Tietê é uma das hidrovias mais utilizadas no Brasil, pois transportou aproximadamente 5,8 milhões de toneladas em 2011.

Conforme dados do DH (SÃO PAULO, 2017), somente nos anos de 2013 e 2014, ocorreram 13 acidentes na hidrovía Tietê-Paraná, sendo que quatro acidentes ocorreram entre embarcações e estruturas vinculadas à hidrovía, como muro guia ou ala.

Em dezembro de 2013, a Marinha do Brasil, através da Capitania Fluvial do Tietê-Paraná tornou obrigatória a dotação do equipamento transceptor AIS, a partir de 1º de julho de 2014, nas seguintes embarcações/comboio:

- embarcações destinadas ao transporte de passageiros, com propulsão, com AB maior que 20;
- embarcações não destinadas ao transporte de passageiros, com propulsão, com AB maior que 50; e
- embarcações operando em comboio cujo somatório das AB seja maior que 50.

O equipamento AIS deverá estar permanentemente ligado durante o tempo em que a embarcação/comboio se encontrar nas seguintes condições: navegando, fundeada, amarrada a uma boia, com capacidade de manobra restrita, sem governo ou encalhada.

A Portaria N°35/CFTP de 20 de dezembro de 2013, exigindo a utilização do AIS na hidrovia Tietê-Paraná, ressalta a importância da pesquisa, justificando a necessidade de um estudo de caso para analisar os aspectos da implantação, bem como, a eficiência, limitações e a problemática da implantação do sistema.

Este trabalho justifica-se também pela contribuição para a ampliação do conhecimento acadêmico sobre o tema, efetuando uma análise dos sistemas de monitoramento de embarcações em hidrovias, a fim de identificar as principais variáveis e os principais aspectos que impactam o desempenho das operações do sistema de navegação da hidrovia Tietê-Paraná para que possa ser aplicado também em outras hidrovias brasileiras.

Este estudo pode ser considerado também como uma continuação do trabalho de Oliveira (2013) e Silva (2015), pois apesar de trabalhar com enfoques diferentes, todos partem do mesmo princípio: a necessidade do monitoramento da hidrovia Tietê-Paraná, para uma navegação eficiente e com segurança.

Na dissertação de Oliveira (2013), que teve como objetivo o desenvolvimento do projeto Sisnavega, para auxílio e suporte nas operações de eclusagem, a partir do rastreamento satelital do tráfego de embarcações na hidrovia, o autor apresenta algoritmos de previsão de chegada onde é possível criar premissas para elaboração de um sistema que aperfeiçoe as eclusas, tornando o tráfego mais rápido e eficiente.

Na dissertação de Silva (2015), foi abordada a existência de sistemas de apoio à navegação na hidrovia Tietê-Paraná. Também foram apresentados os principais indicadores de desempenho das operações de eclusagem de 2000 a 2014. Como resultado, o autor apresentou variáveis que impactaram na navegação e foram identificadas a partir de operações realizadas em sistema de eclusas.

Esses estudos sobre monitoramento na hidrovia Tietê-Paraná ressaltam a importância de pesquisas que objetivam uma navegação interior de forma eficiente e segura. É o caso da presente pesquisa, em que propõe um método para a implantação do sistema de monitoramento AIS na hidrovia Tietê-Paraná com base no *River Information Services* (RIS) da PIANC.

O RIS que é um serviço que contribui para a navegação segura e eficiente, incluindo as interfaces com outros meios de transportes, nos principais corredores logísticos e rios europeus são referência mundial em tecnologia para o transporte eficaz e seguro.

O Brasil tem potencial na navegação interior para ser mais bem explorado. O desenvolvimento e implementação de um novo serviço para

navegação interior baseado no *River Information Services* (RIS) traz diversos benefícios econômicos, como o aumento no transporte de cargas, a ampliação da intermodalidade e o desenvolvimento da navegação de cabotagem; além de benefícios para a segurança da navegação, como por exemplo, acesso à informações em tempo real das embarcações, a ampliação do sistema de comunicação navio-navio e navio-terra, o auxílio à navegação, o controle de tráfego e a identificação de embarcações.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Considerando a implantação do sistema AIS, o problema de pesquisa pode ser desenvolvido ao considerar os requisitos para implantação deste sistema. Sendo assim, pergunta-se: “quais os requisitos para a implantação do AIS nas hidrovias interiores brasileiras?”.

1.3 OBJETIVOS

A pesquisa tem como objetivo geral avaliar os possíveis impactos da implantação do sistema de monitoramento AIS aplicados no transporte hidroviário no Brasil. Para alcançar essa meta, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- a) avaliar a operação na hidrovia Tietê-Paraná e identificar aspectos relativos ao uso de tecnologias de monitoramento de embarcações;
- b) identificar o estado da arte da área do transporte hidroviário no Brasil, com foco nos sistemas de monitoramento;
- c) identificar os requisitos para implantação do sistema AIS;
- d) propor método para implantação do sistema AIS nas hidrovias interiores.

1.4 DESTAQUES

No capítulo 1, a introdução, a justificativa, o problema de pesquisa e os objetivos dessa dissertação de mestrado foram apresentados.

Conceituou-se, na introdução, o transporte hidroviário e aquaviário, e dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) sobre a quantidade de carga transportada em hidrovias brasileiras e sobre a importância da hidrovia Tietê-Paraná para o transporte de cargas no Brasil.

Na justificativa sobre o tema da pesquisa, foram apresentadas as tecnologias de monitoramento, o número de acidentes na hidrovia Tietê-

Paraná, ressaltando a importância do apoio ao tráfego de embarcações, além de pesquisas já elaboradas que visam a navegação segura e eficiente, destacou se também a implantação do sistema AIS na hidrovia Tietê-Paraná, com isso, foi possível definir o problema da pesquisa: “quais os requisitos para a implantação do AIS nas hidrovias interiores brasileiras?”.

Os objetivos expostos nesse capítulo vão guiar a linha de pesquisa dessa dissertação, onde inicialmente apresenta-se a fundamentação teórica da pesquisa, a metodologia, o *benchmarking*, estudo de caso sobre sistema AIS e proposta de método de implantação desse sistema AIS. Por fim, o diagnóstico contendo considerações e recomendações para trabalhos posteriores.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA

O capítulo 2 trata da fundamentação teórica, descrevendo sobre o modal de transporte hidroviário brasileiro, as cargas transportadas, as bacias hidrográficas, cabotagem e a intermodalidade, a hidrovia Tietê-Paraná é apresentada como uma das principais hidrovias do Brasil, descrevendo sobre os comboios, eclusas, terminais, meio ambiente, restrições à navegação e acidentes com embarcações, além de abordar a legislação e as organizações que são intervenientes no modal hidroviário. Ainda no capítulo 2, os Serviços de Trafego Marítimo (VTS) e tecnologias empregadas no serviço de monitoramento de embarcações são apresentadas com intuito de explicar a aplicação em sistemas de monitoramento e controle.

2.1 TRANSPORTE HIDROVIÁRIO BRASILEIRO

Conforme estudo do PHE/MT (2013), o Brasil possui uma rede de rios e lagos, em torno de 63.000km de extensão, distribuídos em 12 bacias. Apesar da amplitude da rede hidroviária brasileira, cerca de 21.000km (PHE/MT, 2013 *apud* ANTAQ, 2012) dos 29.000km de rios navegáveis fazem parte do sistema logístico.

Para Rodrigues (2009), os rios brasileiros são vias navegáveis naturais que necessitam de intervenções para seu pleno aproveitamento; apesar da necessidade de redesenhar constantemente o traçado, a mobilidade constante do regime das águas deve ser levado em consideração para a navegação rápida e segura.

Segundo Lino, Carrasco e Costa (2008) o modal hidroviário é a melhor opção para o transporte de cargas pesadas e homogêneas a grandes distâncias (em geral superiores a 1000km), em comboios de chatas, embarcações autopropulsadas ou até mesmo em grandes navios oceânicos.

Na comparação de custos com outros modais, segundo Pompermayer *et al.* (2014), o transporte aquaviário, incluindo o marítimo e o hidroviário interior, é apontado como o meio de transporte mais eficiente e de menor custo. O transporte aquaviário costuma se valer de vias já existentes, impactando diretamente no custo de implantação das vias, que é alto em ferrovias e rodovias. Já na comparação com o transporte aéreo, esse modal também não depende da implantação de uma infraestrutura viária; entretanto, os veículos são caros e têm um elevado consumo de combustível, diferentemente do transporte aquaviário.

A tabela 1 evidencia que o transporte hidroviário também se destaca quanto aos impactos ambientais e ocupação da via, além do consumo de combustível também ser menor se comparado aos modais ferroviário e rodoviário.

Tabela 1 - Comparativo entre modais

Modal	Hidroviário	Ferrovário	Rodoviário
Capacidade de carga	1 Comboio Duplo Tietê (4 chatas e 1 empurrador) 7600m ³	2,9 Comboios Hopper (86 vagões)	172 Carretas Bitem (Graneleiras)
Comprimento total (ocupação da via)	150 m	1,7 km	3,5km (26 km em movimento)
Consumo de combustível (1 ton/ 1.000km)	5 litros	10 litros	96 litros
Emissões de CO (1 ton/ 1.000km)	74 gramas	104 gramas	219 gramas

Fonte: Junqueira (2011).

Ainda na comparação entre modais, porém no aspecto social, os congestionamentos nas estradas são uma preocupação em certas regiões, principalmente em áreas próximas às grandes cidades, e acabam por causar impactos na confiabilidade do transporte rodoviário. Este tem potencial para se tornar um transporte confiável, tal como observado no continente europeu, onde, seja pela confiabilidade do sistema, com entregas no prazo, seja pela aprovação do cliente, a navegação interior é sempre bem avaliada. Entende-se por navegação interior aquela realizada em hidrovias interiores de percurso nacional ou internacional (PHE/MT, 2013).

Para Lino, Carrasco e Costa (2008), embora fatores possam influenciar os fretes, para as cargas e condições adequadas para cada modalidade, a relação média de custos diretos de transporte entre elas é de um para a hidrovia, quatro para a ferrovia e 10 para a rodovia. Nas modernas hidrovias dos Estados Unidos da América, por exemplo, os fretes chegam a custar até 5% dos custos rodoviários.

Para Costa (1998), as hidrovias têm características polivalentes, além de serem um transporte econômico, são também fatores estimulantes

para a implementação de atividades industriais, comerciais e turísticas nas cidades e vilas beneficiadas.

Segundo Lino, Carrasco e Costa (2008), o Brasil tem hoje nove hidrovias principais, em funcionamento pleno ou parcial, ou em projeto, aguardando os recursos financeiros e técnicos para a sua implementação. São elas: Hidrovia Amazonas Solimões, Hidrovia Araguaia Tocantins, Hidrovia Tapajós-Teles Pires, Hidrovia do Madeira, Hidrovia Paraguai-Paraná, Hidrovia Tietê-Paraná, Hidrovias do Sul, Hidrovia do Parnaíba e Hidrovia do São Francisco.

No Brasil, os principais rios de planalto que apresentam trechos navegáveis são: Paraná, Tietê, São Francisco e Madeira, uma vez que foram alvo de diferentes intervenções para permitir a navegabilidade. Além desses, os rios de planalto de destaque no contexto nacional que possuem potencial para a implantação e desenvolvimento de hidrovias são os rios Tocantins, Araguaia, Tapajós, Teles Pires, Parnaíba e Uruguai. Para isso, essas hidrovias necessitam de intervenções físicas, tais como obras de engenharia em geral, destacando-se principalmente barragens com eclusas que possibilitem a regularização dos níveis d'água (PHE/MT, 2013).

Para a ANTAQ (2015a), o fluxo de mercadorias pelas vias interiores brasileiras para o ano de 2014 representou cerca de 27,7 milhões de toneladas. Na figura 2, pode-se observar o transporte de cargas na navegação interior e na cabotagem que passaram pelas vias interiores.

Figura 2 - Transporte de cargas em trechos hidroviários em 2014



Fonte: ANTAQ (2015a).

A navegação em hidrovias é uma alternativa de transporte de baixo custo entre o interior do país e as principais áreas de consumo e exportação; principalmente para granéis sólidos, como minérios e grãos; granéis líquidos, como combustíveis, materiais de construção, cana-de-açúcar, madeiras e outras cargas gerais, como contêineres. (ANTAQ, 2015a).

2.1.1 Cargas transportadas na navegação interior

O fluxo e as rotas em trechos hidroviários ilustram as rotas e corredores logísticos da navegação interior. A tabela 2 apresenta o total de cargas transportadas em toneladas e o TKU (tonelada por quilômetro útil) da navegação interior dos corredores hidroviários brasileiros no ano de 2014.

Tabela 2 - Carga transportada em toneladas e o TKU dos principais corredores

Hidrovia	Total (t)	Distância Média (km)	TKU Total
Rio Madeira	4.785.638	1.071	5.123.072.998
Rio Solimões-Amazonas	10.569.627	554	5.853.836.436
Rio Tocantins-Araguaia	3.263.827	207	676.569.427
Hidrovias do Sul	4.105.384	271	1.114.450.862
Rio Paraguai	7.148.005	513	3.670.402.550
Rio São Francisco	12.812	576	7.373.818
Rio Paraná-Tietê	4.644.129	140	649.381.764

Fonte: ANTAQ (2015a).

A SEP/PR (2015) apresenta, no Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP), os volumes movimentados em portos públicos pela navegação interior. Na tabela 3, pode-se observar o crescimento expressivo na movimentação de cargas em hidrovias da região norte.

Tabela 3 - Volumes transportados nos portos públicos por navegação interior

Portos	Volume movimentado em toneladas (2010)	Volume movimentado em toneladas (2014)	Taxa de crescimento
Santarém	212.924	1.177.575	453%
Macapá	85.707	402.471	370%
Vila do Conde	55.220	121.453	120%
Porto Velho	2.413.300	3.760.640	56%

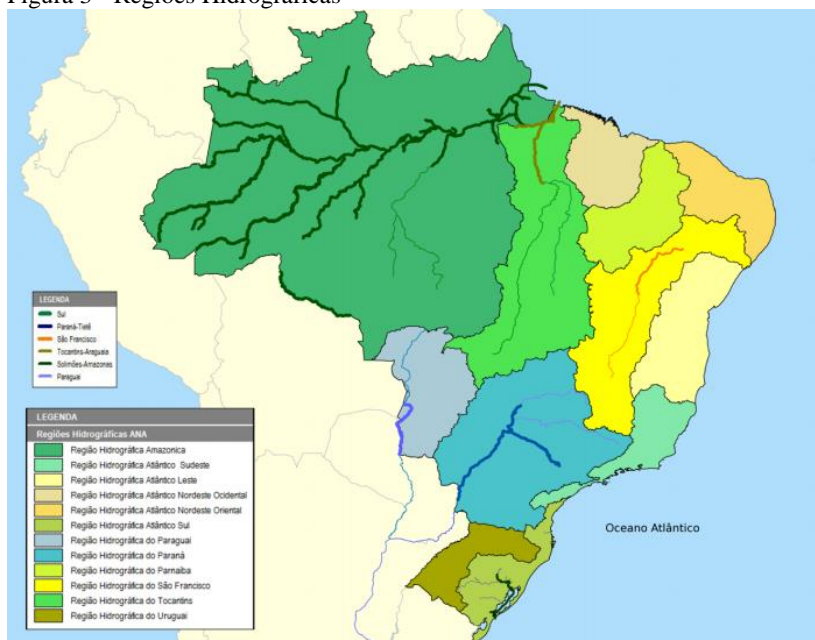
Portos	Volume movimentado em toneladas (2010)	Volume movimentado em toneladas (2014)	Taxa de crescimento
Rio Grande	2.017.333	2.892.644	43%
Pelotas	32.270	44.931	39%
Belém	427.760	479.395	12%
Porto Alegre	423.746	293.135	-31%
Estrela	0	2.380	
Total	5.668.260	9.174.624	62%

Fonte: ANTAQ (2016 *apud* SEP/PR, 2015).

2.1.2 Bacias Hidrográficas

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2016), as bacias hidrográficas brasileiras estão divididas em 12 regiões. A Figura 3 apresenta o mapa com a ilustração das seguintes regiões hidrográficas: Região Hidrográfica Amazônica, Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, Região Hidrográfica do Parnaíba, Região Hidrográfica Atlântica Nordeste Oriental, Região Hidrográfica do São Francisco, Região Hidrográfica Atlântico Leste, Região Hidrográfica do Paraguai, Região Hidrográfica do Paraná, Região Hidrográfica do Sudeste, Região Hidrográfica do Uruguai e Região Hidrográfica do Atlântico Sul.

Figura 3 - Regiões Hidrográficas



Fonte: ANTAQ (2012).

Para o estudo do Plano Nacional de Integração Hidroviária (PNIH), foram analisadas as seguintes bacias hidrográficas: Bacia Tocantins-Araguaia, Bacia Amazônica, Bacia Paraguai, Bacia do Paraná-Tietê, Bacia do São Francisco e Bacia do Sul. Essas bacias serão apresentadas a seguir.

2.1.2.1 Bacia do Tocantins-Araguaia

A hidrovia Tocantins-Araguaia conta com extensão total de 2.250 quilômetros, sendo navegável em três trechos: no Rio das Mortes (afluente da margem esquerda do Rio Araguaia), no Rio Araguaia e no Rio Tocantins. Segundo Oliva (2009), há 1.300 quilômetros de potencial navegável nessa hidrovia.

De acordo com Costa (1998), a área compreendida pela bacia Tocantins-Araguaia possui extensa planície cultivável, com capacidade produtiva estimada em torno de 40 milhões/ano.

2.1.2.2 Bacia Amazônica

Segundo a ANA (2016), a bacia hidrográfica do rio Amazonas é constituída por uma área total de 6.110.000 km², o que representa a mais extensa rede hidrográfica do globo terrestre, tendo um grande número de vias navegáveis com elevada capacidade de transporte de cargas e passageiros. Em 2013, ela registrou o maior volume de carga transportada em vias interiores dentre todas as regiões hidrográficas: 48,8 milhões de toneladas (ANTAQ, 2016). Para Costa (1998), a média de transporte de carga é baixa considerando o potencial da hidrovia, cerca de 130 toneladas/km.

As principais hidrovias da região são a hidrovia do Madeira e a Amazonas-Solimões. As rotas de Belém-Manaus e Belém-Macapá destacam-se no que se refere ao transporte de passageiros, já que possuem números elevados dessa movimentação. O deslocamento de cargas, por sua vez, tem como rotas principais: Belém-Manaus, Belém-Santarém, Manaus-Porto Velho, Porto Velho-Itacoatiara e Porto Velho-Santarém (BRASIL, 2006 *apud* ANTAQ, 2013b).

2.1.2.3 Bacia do Paraguai

De acordo com Costa (1998), a Bacia do Paraguai possui extensão de cerca de 345 mil quilômetros quadrados, e está situada no território nacional. Em parte dos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, essa bacia é formada por rios de planície em grande parte de sua totalidade.

A hidrovia do Paraguai segue em território brasileiro, desde Cáceres – MT, por 1.270km, delimitando um trecho da fronteira entre Brasil e Bolívia e entre Brasil e Paraguai. Os rios Paraguai e Paraná formam um dos mais extensos e importantes eixos continentais de integração, cortando metade da América do Sul (ANTAQ, 2013c).

Outro rio importante da parte brasileira da hidrovia é o Rio Cuiabá, já que apresenta grande potencial de transporte de cargas. Sua nascente está localizada na região do município de Rosário do Oeste, no estado do Mato Grosso, seguindo até confluência com o Rio Paraguai (ANTAQ, 2013b)

2.1.2.4 Bacia do Paraná-Tietê

A Bacia do Paraná-Tietê tem como principais rios: Rio Paraná, Rio Tietê, Rio Grande, Rio Paranaíba, Rio Paranapanema, Rio Iguazu e Rio

Ivaí. Para a ANTAQ (2015b), entre os anos de 2014 e 2015, a evolução por bacia hidrográfica foi maior no Paraná, onde teve o aumento de 26,8% em milhões de toneladas.

A hidrovía Tietê-Paraná permite o escoamento de produtos de baixo valor agregado, sobretudo de commodities. Para Felipe Júnior e Silveira (2008), existem gargalos na infraestrutura e uma cultura rodoviária no transporte de bens e pessoas. Porém, os autores enfatizam que essa cultura se encontra estagnada devido ao custo do frete rodoviário em relação aos modais ferroviários e hidroviários. Para eles, essa mudança de enfoque tende a aumentar a competitividade dos produtos brasileiros no mercado mundial, pois os custos de transportes são reduzidos quando o modal hidroviário é utilizado.

2.1.2.5 Bacia do São Francisco

A Bacia do São Francisco, que segundo Costa (1998) possui uma área aproximada de 640.000 quilômetros quadrados, representa 7,5% do território nacional e é composta por treze rios: Rio Pará, Rio Verde Grande, Rio das Velhas, Rio Indaiá, Rio Jequitaí, Rio Paraopeba, Rio Urucuia, Rio Abaeté, Rio Carinhanha, Rio Paracatu, Rio São Francisco, Rio Grande e o Rio Corrente (AHSFRA, 2011a *apud* ANTAQ, 2013d).

Inteiramente situado em território nacional, o Rio São Francisco é considerado como uma peça-chave da Bacia de São Francisco, pois representa a união entre as regiões sudeste e nordeste do Brasil (COSTA, 1998).

2.1.2.6 Bacia Sul

A Bacia Hidrográfica do Atlântico Sul tem início na divisa entre os estados de São Paulo e do Paraná e estende-se até o Arroio Chuí, no Rio Grande do Sul. Essa região destaca-se por abrigar um expressivo contingente populacional, tendo área total de 185.856 quilômetros quadrados e apresentando como principal bioma a Mata Atlântica, muito desmatada em virtude da ocupação humana (ANA, 2012).

Para Costa (1998), dentre os rios que desembocam na Lagoa dos Patos, principal hidrovía da Bacia Sul, o mais importante é o Rio Jacuí, que desemboca no Rio Guaíba, e tem como principais afluentes os Rios Taquari e Vacacaí.

2.1.3 Cabotagem

A cabotagem foi definida na Lei 9.432/97 como aquela que é realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou as vias navegáveis interiores, vide art. 2º, IX da lei.

No estudo da ANTAQ, que foi compreendido entre os anos de 2010 a 2014, referente a transporte de carga realizado via transporte de cabotagem, 68% utilizou somente via marítima e 32% foi transportado por meio da navegação interior (ANTAQ, 2015a).

Para Moura e Botter (2011), a cabotagem é uma forma de tornar o modal hidroviário competitivo para grandes distâncias, em países com grandes extensões territoriais. Para os autores a cabotagem é largamente utilizada na comunidade europeia e nos Estados Unidos. Os autores também afirmam que o Brasil pode se espelhar em algumas experiências bem-sucedidas para alavancar esse segmento de transporte, prover a intermodalidade e melhorar o nível de serviço prestado ao mercado.

2.1.4 Intermodalidade e Multimodalidade

Para Felipe Júnior (2008), a intermodalidade representa um avanço importante quanto ao transporte de carga, e é mais intensa para o transporte de produtos de baixo valor agregado, como minério de ferro, grãos e cimento. Para o autor, a integração entre os modais e a inclusão de novas tecnologias e comunicações permitem o aprimoramento de várias modalidades de transporte.

Considerando o transporte hidroviário, a maior utilização da intermodalidade, tem uma série de implicações na cooperação entre as modalidades, sendo que a primeira delas está associada à redução nos custos de transbordo (PHE, 2013).

De acordo com Felipe Júnior (2008), tanto a intermodalidade quanto a multimodalidade representam uma alternativa condizente à superação do Custo Brasil em transportes. O custo Brasil em transportes refere-se às deficiências existentes nos modais de transportes brasileiros, como por exemplo, infraestruturas precárias e obsoletas, falta de investimentos e modernização, meios e vias de transportes ineficientes, burocracia, tributação, etc.

A multimodalidade pode ser definida como a integração entre modais, com o uso vários equipamentos, como contêineres. Já a intermodalidade caracteriza-se pela integração da cadeia de transporte, com o uso de um mesmo contêiner, um único prestador de serviço e documento único (DEMARIA, 2004).

Segundo o PHE/MT (2013), a maioria das commodities adequadas ao transporte hidroviário não têm como destino o próprio continente; sendo assim, o porto marítimo é o ponto final da cadeia e o maior impactante na escolha da rota, definindo, dessa forma, toda a cadeia logística que será utilizada.

A integração entre modais pode ocorrer entre vários modais: aéreo-rodoviário, ferroviário-rodoviário, aquário-ferroviário, aquário-rodoviário ou ainda mais de dois modais. A utilização de vários modais utilizando de suas vantagens agregam no transporte. Combinados esses transportes permitem uma entrega porta a porta com um menor custo e um tempo relativamente menor, buscando equilíbrio entre preço e serviço.

No próximo item apresentar-se-á a hidrovía Tietê-Paraná, bem como sua jurisdição, comboios, eclusas, terminais, meio ambiente, restrições à navegação e acidentes com embarcações na hidrovía.

2.2 HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ

A hidrovía Tietê-Paraná compõe a malha hidroviária brasileira como uma das principais vias responsáveis pelo transporte de cargas do país. Para Pereira *et al.* (2007), o sistema hidroviário Tietê-Paraná possui aproximadamente 2.400 quilômetros de vias navegáveis de Piracicaba e Conchas (ambos em São Paulo) até Goiás e Minas Gerais (ao norte) e Mato Grosso do Sul, Paraná e Paraguai (ao sul), interligando cinco dos maiores estados produtores de soja do País, sendo considerada a hidrovía do Mercosul.

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 Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (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, 2016).

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 (SÃO PAULO, 2016).

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, obras foram realizadas visando a produção de energia elétrica e o transporte de cargas (FELIPE JUNIOR, 2008).

Segundo a Companhia Docas de São Sebastião, após ampliação do Porto de São Sebastião e a melhoria da intermodalidade, a previsão é de que haja conexão entre as hidrovias Tietê-Paraná e São Sebastião/SP, isto é, parte das cargas escoadas por essa hidrovia poderão chegar ao porto através de caminhões ou trens, por exemplo: soja, farelo, milho, açúcar e sorgo seguem para Santos/SP e o trigo oriundo do Paraguai tem como destino a Grande São Paulo (COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO, 2009).

2.2.1 Comboios

Conforme as normas e procedimentos da capitania fluvial (NPCF) (BRASIL, 2012), discriminado no Art. 3º das “Normas de Tráfego na Hidrovia Tietê-Paraná”, as restrições físicas impostas pelas obras de engenharia existentes nas vias navegáveis do Tietê e do Paraná estabelecem as dimensões máximas permissíveis para os comboios conforme exposto na tabela 4.

Tabela 4 - Dimensões máximas permissíveis para os comboios

Comboio	Comprimento Total (m)	Boca (m)	Calado (m)	Pé de Piloto (m)
I – Comboio Tipo Tietê: formado por grupo de chatas em linha, mais um empurrador.	138,50	11,00	2,70	0,30

Comboio	Comprimento Total (m)	Boca (m)	Calado (m)	Pé de Piloto (m)
II – Comboio Tipo Tietê- Duplo: formado por grupo de chatas em linha, lado a lado, mais um empurrador.	138,50	22,00	2,70	0,30
III – Comboio Tipo Paraná: formado por grupo de chatas em linha, lado a lado, mais um empurrador.	200,50	16,00	3,70	0,30
IV – Comboio Tipo Paraná Estendido: formado por grupo de chatas em linha e lado a lado, mais um empurrador.	257,50	22,00	3,70	0,30

Fonte: Brasil (2012).

2.2.2 Eclusas

A hidrovia Tietê-Paraná possui oito das 14 eclusas em operação no País, apesar de ter ainda um obstáculo na hidrelétrica de Itaipu (14.000 MW), também construída sem eclusas. Para Lino, Carrasco e Costa (2008), devido a inexistência delas, atualmente, os comboios que descem o rio Paraná são obrigados a desembarcar as suas cargas na margem paraguaia, em Hernandarias, a montante de Itaipu, transportá-las por via rodoviária e reembarcá-las no rio em Puerto Franco, a jusante da usina. A despeito de seu elevado custo, a crescente percepção das vantagens do transporte hidroviário está recolocando em discussão a construção das eclusas de Itaipu. Por outro lado, uma alternativa já vislumbrada, embora para um Mercosul mais amadurecido, poderia ser a abertura de um canal pelo território paraguaio, ligando os rios Paraná e Paraguai.

Para Pereira (2007), a hidrovia Tietê-Paraná apresenta dois gabaritos diferentes de eclusas. As eclusas padrão Tietê, figura 4, foram

baseadas em uma eclusa francesa, inaugurada na década de 1950, época em que a hidrovia foi planejada, com dimensões de 12 m x 142 m; já as eclusas do rio Paraná, figura 5, possuem maior dimensão por acreditar que a movimentação de carga neste rio fosse superior a do rio Tietê, e possuem dimensões de 12 m x 210 m.

Figura 4 - Eclusa padrão Tietê - Nova Avanhandava



Fonte: DH (SÃO PAULO, 2017).

Figura 5 - Eclusa padrão Paraná - Jupia



Fonte: CESP (2017).

Segundo o DH (SÃO PAULO, 2017), eclusas funcionam como degraus ou elevadores para navios: há duas comportas separando os dois níveis do rio. Quando a embarcação precisa subir o rio, ela entra na eclusa pelo lado jusante e permanece na câmara. A comporta de jusante é então fechada e a câmara enchida com água, causando a elevação da embarcação até que se atinja o nível do reservatório superior. A partir desse momento, a comporta de montante pode ser aberta e a embarcação sai da eclusa.

A tabela 5 apresenta as eclusas da hidrovia Tietê-Paraná e informações como: rio, operadora, fiscalizador, câmaras, comprimento e largura.

Tabela 5 - Eclusas Hidrovia Tietê-Paraná

Eclusas	Rio	Operadora	Fiscalizador	Câmaras	Comprimento	Largura
Barra Bonita	Tietê	AES-Tietê	DH	1	142 m	12 m
Bariri	Tietê	AES-Tietê	DH	1	142 m	12 m
Ibitinga	Tietê	AES-Tietê	DH	1	142 m	12 m
Promissão	Tietê	AES-Tietê	DH	1	142 m	12 m
Nova Avanhandava	Tietê	AES-Tietê	DH	2	142 m	12 m
Três Irmãos	Paraná	TIJOA	DH	2	142 m	12 m
Jupiá	Paraná	CTG	AHRANA	s/eclusa	210 m	17 m
Porto Primavera	Paraná	CESP	AHRANA	1	210	17 m
Ilha Solteira	Paraná	CTG	AHRANA	1	-	-
Itaipu	Paraná	Itaipu	AHRANA	s/eclusa	-	-

Fonte: DH (SÃO PAULO, 2017).

Conforme a NPCF (BRASIL, 2012), todas as informações referentes ao processo de eclusagem estão nas Normas de Tráfego das Eclusas da hidrovia Tietê-Paraná e seus canais, dentre elas: dimensões dos comboios, condições para passagem nas eclusas, horários e ordens, procedimentos para o processo de eclusagem, sinais conveniados, tráfego e sinalizações. Essas normas contribuem para a segurança da navegação e do processo de eclusagem na hidrovia Tietê-Paraná.

2.2.3 Terminais

Na hidrovia Tietê-Paraná, os terminais foram se estabelecendo a partir dos anos 70 como elementos integrantes de rotas multimodais e pertencem tanto a operadores logísticos quanto às empresas de embarcadores. Esses terminais são especializados, variando pelo tipo de carga e tecnologia adequada para a carga (SÃO PAULO, 2017),

O terminal hidroviário pode ser constituído por um atracadouro e uma estrutura de retroporto, com conexão em terra com um ou mais modais de transporte, seja rodoviário, ferroviário ou dutoviário, chamado de terminal intermodal, funcionando como elo entre estas modalidades de transporte e permitindo a realização da transferência das cargas entre embarcações, caminhões, trens e dutos. Os terminais da hidrovia Tietê-Paraná são apresentados na figura 6.

Figura 6 - Terminas na Hidrovia Tietê-Paraná



Fonte: (SÃO PAULO, 2017).

Para Felipe Júnior. (2008), a otimização da hidrovia Tietê-Paraná requer terminais com infraestruturas mais adequadas para aumentar a movimentação de cargas, como a instalação de modernos equipamentos de transbordo, armazéns, silos e entroncamentos intermodais, constituindo uma base material satisfatória para o pleno funcionamento do sistema de transportes.

2.2.4 Meio Ambiente

Conforme a AHRANA (2017), a hidrovia em operação nos rios Paraná e Tietê se reveste de particularidades distintas da maioria das outras hidroviás brasileiras. Enquanto a maioria das hidroviás no Brasil são trechos naturais dos rios, navegados em corrente livre, os trechos navegados dos rios Paraná e Tietê são trechos de rios barrados, rios canalizados, como define o termo técnico, correspondendo a uma sucessão de reservatórios artificiais, construídos para a produção de energia hidrelétrica.

O transporte fluvial, em comparação ao ferroviário e rodoviário, em um sistema que respeita o traçado original dos rios, é menos agressor ao meio ambiente, porém, por utilizar-se do meio aquático como via de transporte, a preocupação se desdobra com a operação segura das

embarcações, pois qualquer acidente com derramamento das cargas transportadas diretamente à água pode significar um gravíssimo dano ambiental.

Para prevenir e diminuir os riscos de acidentes, a AHRANA promove o constante aprimoramento e manutenção da sinalização dos canais de navegação, para garantir ao usuário o máximo de segurança para navegação diurna e noturna. Por outro lado, todas as embarcações são licenciadas e vistoriadas de tempos em tempos pela Capitania dos Portos, órgão da Marinha do Brasil, responsável pelo policiamento e controle da segurança das embarcações, inclusive no que diz respeito aos aspectos ambientais.

2.2.5 Restrições à navegação

A principal restrição para navegação na hidrovia Tietê-Paraná são as eclusas. Entretanto existem outros condicionantes para o processo de navegação. Mesmo apresentando larguras essenciais para a navegação em boa parte de sua extensão, existem trechos com menor raio de curvatura que limitam a ultrapassagem entre as embarcações, intervindo na capacidade de manobras de comboio, o que demanda maior atenção do piloto e eficiência das máquinas (PEREIRA, 2007).

Outro fator relevante é a existência de pilares de pontes no canal de navegação, pois restringem a formação dos comboios e, em alguns casos, forçam seu desmembramento, atividade que assim faz-se necessária para possibilitar a passagem sob os tabuleiros. Somente no trecho de navegação no Rio Tietê são 14 pontes, conforme o DH (SÃO PAULO, 2017).

Na hidrovia Tietê-Paraná existem pilares de pontes que permitem travessias duplas de comboios, ou seja, os vãos têm espaço suficiente para que passe um comboio no sentido jusante e outro no sentido montante, concomitantemente, enquanto em outros locais há somente travessia em um único sentido.

A AHRANA e o DH participam em conjunto com todos os operadores de transporte na hidrovia e com representantes do Comando da Marinha, do Comitê Técnico da Hidrovia Paraná-Tietê que, de comum acordo e respeitada a legislação em vigor, estabelecem as regras operacionais de segurança para o tráfego na hidrovia, reúnem-se periodicamente para avaliar as condições de navegação, bem como trocar experiências para estabelecer melhorias no tráfego e na segurança do transporte.

2.2.6 Acidentes com embarcações

Amorim (2011 *apud* OLIVEIRA, 2013) fez um levantamento dos acidentes envolvendo embarcações transportadoras de cargas, junto a Capitania Fluvial Tietê-Paraná, nos últimos 10 anos. Os resultados mostram que as eclusas de Ibitinga, de Promissão e de Nova Avanhandava possuem os maiores índices de acidentes em suas regiões de acesso. Ainda, segundo Amorim (2011 *apud* OLIVEIRA, 2013), durante operações de transposição de barragens, as eclusas com maiores índices de acidentes são Ibitinga, Bariri e Barra Bonita.

Para Amorim (2011 *apud* OLIVEIRA, 2013), acidentes envolvendo colisões com as eclusas são causados por imprudência dos comandantes e tripulantes envolvidos nas manobras de eclusagens. Os locais predominantes dos acidentes são o acesso e as câmaras das eclusas, onde a influência dos ventos aumenta os riscos.

A tabela 6, fornecida pelo Departamento Hidroviário do Estado de São Paulo, apresenta os dados de acidentes na via de 1995 a 2014, onde a média de acidentes é de 8,15 acidentes/ano:

Tabela 6 - Acidentes na Via de 1995 a 2014

TIPO	ITEM	SUB-ITEM	ANO																				
			1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
1. Envolvendo embarcações e obras de arte	1.1 Eclusas	Porta Montante								1		1					1	1		1		1	
		Porta Jusante															2						
		Amarradouro Flutuante										1											
		Escada Marinheiro										1											
		Dentro de Eclusa	1	7		1	2	1	1	1	2	1		1	4	2	1	2		1			1
	1.2 Estruturas Vinculadas	Muro Guia/Ala	1	1	4	3	4	1	1		2	4		2	4	8		4	3	2	2	2	2
		Dolphins		1	2	1							1		1	1		1					
	1.3 Pontes	Pilares	3	1	1	2	5		1				1	1	1								
		Queda de Tabuleiro	1																				
		CFTV																				1	
1.4 Estruturas Auxiliares de Navegação	Protetores Flutuantes									1	1			1	2	4	1	2	1			1	
1.5 Outras Estruturas	Torre de Transmissão																				1		
2. Envolvendo Duas ou mais embarcações	2.1 Abalroamento																1						
	2.2 Desgarrada e a Deriva					2			1		1		1		1								
3. Com Embarcação	3.1 Encalhe						9					1	3					1	1	1		2	
	3.2 Derramamento													1									
	3.3 Naufrágio											2	2			1					1		
4. Com Tripulação	4.1 Ponto de Espera	Atracação											1										
	4.2 Outros																1				1		
TOTAL DE ACIDENTES			6	10	7	7	22	2	4	3	5	10	8	9	12	16	6	13	5	5	6	7	

Fonte: (SÃO PAULO, 2017)

Conforme dados do DH (SÃO PAULO, 2017), entre os anos de 2010 a 2014, ocorreram 36 acidentes na hidrovia Tietê-Paraná, sendo que 36% foram de acidentes envolvendo embarcações e estruturas vinculadas à hidrovia, como muro guia ou ala.

Foram 18 acidentes envolvendo eclusas entre os anos de 2000 e 2014, esse alto número apresenta a necessidade de um monitoramento e gerenciamento do tráfego de embarcações nas eclusas da hidrovia Tietê-Paraná.

Quando comparamos o número de acidente envolvendo duas ou mais embarcações com acidentes envolvendo embarcações e obras de arte, notamos que as administradoras da hidrovia podem concentrar os esforços na redução de acidentes entre embarcações e estruturas vinculadas a hidrovia.

No próximo item, serão apresentadas as organizações e legislações aplicadas à segurança da navegação intervenientes no transporte hidroviário, através das leis aplicáveis ao transporte hidroviário brasileiro e principais organizações atuantes.

2.3 ORGANIZAÇÕES E LEGISLAÇÃO

Para Santana (2008, p. 39), as leis aplicáveis ao transporte hidroviário brasileiro foram advindas da legislação marítima. A administração do transporte hidroviário interior é historicamente atrelada às administrações do setor portuário, conforme o autor demonstra no histórico de órgãos administrativos:

- Inspetoria Federal de Portos, Rios e Canais, criada em 1911;
- Departamento Nacional de Portos e Navegação, criado em 1933;
- Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais, criado em 1933;
- Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis, criado em 1943;
- Empresa de Portos do Brasil – PORTOBRÁS, criada em 1976;
- Departamento de Portos e Hidrovias, criado em 1993;
- Secretaria de Transportes Aquaviários, com a criação de três departamentos subordinados a esta secretaria, o Departamento de Marinha Mercante (DMM), o

- Departamento de Portos (DP) e o Departamento de Hidrovias Interiores (DHI) criado em 1995;
- Agência Nacional de Transportes Aquaviários, criada em 2001. Há, entre os atos legais relativos à navegação interior, a Constituição Federal, e as portarias e normas do Ministério dos Transportes e da Marinha do Brasil, além de acordos e convenções internacionais, estabelecidos entre os países vizinhos na região da Amazônia, do Pantanal e no Sul.

Conforme Pompermayer *et al.* (2014), referente ao governo federal, têm-se os seguintes órgãos e instituições diretamente envolvidos ou ligados ao processo de planejamento e execução de ações no setor de transporte aquaviário interior: a Presidência da República, à qual está vinculado o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT), o Ministério dos Transportes (MT), o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (autarquia), por intermédio da Diretoria de Infraestrutura Aquaviária, da Companhia Docas do Estado do Maranhão (CODOMAR) (sociedade de economia mista); vinculadas ao DNIT há, ainda, as administrações hidroviárias regionais (AHs); a ANTAQ, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), por meio da Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a Agência Nacional de Águas (ANA).

Os próximos itens desta dissertação apresentam as principais organizações intervenientes no transporte hidroviário, além da função e importância de cada organização.

2.3.1 *International Maritime Organization (IMO)*

Em 1948, na cidade de Genebra, uma conferência internacional adotou uma convenção formalmente estabelecendo a IMCO (*Inter-Governmental Maritime Consultative Organization*), cujo nome foi alterado para IMO (*International Maritime Organization*) em 1982. O propósito da organização está resumido no artigo 1 da convenção:

prover mecanismos de cooperação entre governos no campo da regulamentação e dos procedimentos relacionados a assuntos técnicos de todos os tipos, que interessem a navegação comercial

internacional, a encorajar e facilitar a adoção geral dos mais altos padrões possíveis de segurança marítima, eficiência da navegação, prevenção e controle da poluição gerada pelas embarcações. (IMO, 2016)

Além disso, a organização também está habilitada para tratar de questões administrativas e legais relacionados a esses fins.

De acordo com a própria IMO (2016), sua missão como uma agência especializada das nações unidas é promover a segurança e a proteção da navegação, e a prevenção da poluição marinha por navios.

2.3.1.1 Convenções da IMO

Pode-se destacar como convenções importantes da IMO, a convenção SOLAS, que é destinada à prevenção de acidentes, incluindo normas para o navio de projeto, construção, equipamento, funcionamento e tripulação; a convenção MARPOL (*International Convention for Marine Pollution*), para a prevenção da poluição por navios; a convenção STCW (*Standards of Training and Certification for Watchkeepers*) em padrões de treinamento para os marinheiros.

A SOLAS foi estabelecida em 1960. Após a convenção, a IMO voltou sua atenção para questões como o favorecimento do tráfego marítimo internacional, das linhas de carga e do transporte de mercadorias perigosas, enquanto o sistema de medição da tonelagem dos navios foi revisado.

Dentre outras medidas tomadas pelo IMO, destaca-se a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, de 1973, alterada pelo Protocolo de 1978 (CONVENÇÃO Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, 1973), que abrange não só a poluição acidental por hidrocarbonetos e operacionais, mas também a poluição por produtos químicos, produtos em embalagens, esgoto, lixo e poluição do ar.

2.3.1.2 *Safety of Life at Sea* (SOLAS)

Conforme a IMO (2016), a primeira versão da SOLAS foi adotada em 1914; a versão atual é a de 1974. O principal objetivo da convenção SOLAS é especificar normas mínimas referentes à construção, equipamento e operação de navios, para que sejam compatíveis com sua segurança. A sua versão atual inclui artigos que estabelecem obrigações gerais, procedimentos de alteração, e está dividida em 12 capítulos:

- Capítulo I - Provisões Gerais;
- Capítulo II-1 - Construção – Estrutura, subdivisão e estabilidade, máquinas e instalações elétricas;
- Capítulo II-2 - Proteção contra incêndio, detecção de incêndio e combate a incêndio;
- Capítulo III - Equipamentos salva-vidas e outros dispositivos;
- Capítulo IV - Radiocomunicações;
- Capítulo V - Segurança da navegação;
- Capítulo VI - Transporte de cargas;
- Capítulo VII - Transporte de carga perigosa;
- Capítulo VIII - Navios nucleares;
- Capítulo IX - Gestão para a operação segura de embarcações;
- Capítulo X - Medidas de segurança para embarcações de alta velocidade;
- Capítulo XI-1 - Medidas especiais para intensificar a segurança marítima;
- Capítulo XI-2 - Medidas especiais para intensificar a proteção marítima;
- Capítulo XII - Medidas de segurança adicionais para navios graneleiros; e
- Apêndice: Certificados, Registros e Apensos.

2.3.1.3 ISPS Code

O ISPS Code foi elaborado como uma revisão de medidas para a proteção de navios e instalações portuárias na 22ª Assembleia da IMO, em dezembro de 2002, após os ataques de 11 de setembro de 2001 e aprovado pela Resolução nº 2 da Conferência Diplomática SOLAS.

O objetivo do ISPS Code é estabelecer uma cooperação internacional entre governos contratantes, organismos governamentais, administradores locais e setores naval e portuário para detectar ameaças à proteção dos navios ou das instalações portuárias utilizadas no comércio internacional (IMO, 2017).

Constituído por duas partes principais:

- Parte A- Obrigatória, intitulada "Medidas Especiais para Melhorar a Segurança Marítima", requer fundamentalmente avaliação de riscos à proteção marítima.
- Parte B- Voluntária, que estipula diretrizes para a implantação da parte obrigatória. Composto por modelos de procedimentos de proteção que devem ser observados para elevar o padrão de

segurança para os níveis mais elevados, além de orientações sobre acidentes envolvendo duas embarcações.

O ISPS *Code*, que é um código internacional aprovado pelo Governo Brasileiro em forma de decreto, leva a abordagem de que a garantia de segurança dos navios e instalações portuárias são atividades de gestão de risco, e que medidas de avaliação de riscos são necessárias para análise de cada cenário. Castro Júnior e Passold (2010).

Para Castro Júnior e Passold (2010), a implantação do ISPS *Code*, conseqüentemente a adequação das estruturas portuárias conforme as regras do código, acarreta em uma maior segurança e agilidade a atividade portuária. Cada vez mais inserido no contexto internacional, o Brasil mostra estar atento e preocupado com as diretrizes do ISPS *Code*, pois além de ter destinado recursos para implantação do código, possui também uma legislação moderna e adequada aos padrões de segurança internacional.

2.3.2 International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA)

A *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) é uma organização não governamental e sem fins lucrativos, que se constitui, mundialmente conhecida no domínio dos auxílios à navegação, por conta dos estudos técnicos e normativos que realiza sobre o assunto. O Brasil é membro desde 1959 e parte do seu Conselho Consultivo desde 1998.

O objetivo da IALA é promover a navegação segura, econômica e eficiente de navios, por meio da melhoria e da harmonização dos auxílios à navegação em todo o mundo e outros meios apropriados, visando o benefício da comunidade marítima e a proteção do ambiente (IALA, 2016).

2.3.3 Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) é uma entidade que integra a administração federal indireta. A agência possui 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, 2016).

A ANTAQ tem por finalidade implementar as políticas formuladas pela SEP/PR, pelo Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT), e pelo Ministério dos Transportes, segundo os princípios e diretrizes estabelecidos na legislação. 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 dos padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas (ANTAQ, 2016).

2.3.4 Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério dos Transportes; criada pela lei 10.233, de 5 de junho de 2001. Atualmente, possui 25 unidades administrativas regionais – as superintendências, e oito administrações hidroviárias. Conforme o DNIT (2017a) a autarquia tem por objetivo implementar a política de infraestrutura do Sistema Federal de Viação, compreendendo sua operação, manutenção, restauração ou reposição, adequação de capacidade e ampliação mediante construção de novas vias e terminais. Os recursos para a execução das obras são da União, ou seja, o órgão é gestor e executor, sob a jurisdição do Ministério dos Transportes, das vias navegáveis, ferrovias e rodovias federais, instalações de vias de transbordo e de interface intermodal e instalações portuárias fluviais e lacustres.

O DNIT atua no modal hidroviário por intermédio da Diretoria de Infraestrutura Aquaviária que se subdivide em duas coordenações: a Coordenação Geral de Construção, que desenvolve atividades de execução de projetos e obras de infraestrutura aquaviária, institui padrões e normas técnicas e a Coordenação Geral de Manutenção e Operação, que executa as atividades de manutenção, recuperação, programas de segurança e operação de infraestrutura aquaviária, bem como estabelece padrões, normas técnicas para segurança e operação de vias aquaviárias (DNIT, 2017b).

2.3.5 Diretoria de Portos e Costas (DPC)

A Diretoria de Portos e Costas (DPC) é um órgão da administração pública federal direta, também chamada de Autoridade Marítima

Brasileira, e trata de uma das entidades mais relevantes que atuam na atividade marítima. A DPC tem como missão:

Elaborar normas no âmbito das suas atribuições como representante da Autoridade Marítima Brasileira (AMB), administrar o Sistema do Ensino Profissional Marítimo (SEPM) e suas atividades correlatas a realizar atividades técnicas normativas e de supervisão relativas à gestão ambiental das OM da MB, a fim de contribuir para a segurança do tráfego aquaviário, a prevenção da poluição hídrica e a salvaguarda da vida humana no mar (BRASIL, 2017a).

A DPC é uma divisão administrativa do Comando da Marinha que, dentro da estrutura, está subordinada à Diretoria Geral de Navegação, que por sua vez está subordinada ao comandante da marinha, cujo qual está abaixo do Ministério de Defesa. (CASTRO JÚNIOR, 2007).

2.3.6 Decretos e Legislação aplicável

Pode-se destacar as seguintes leis e decretos aplicáveis à segurança e ao transporte brasileiro hidroviário:

- Lei 9.537 de 11 de dezembro de 1997 – dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e de outras providências (Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário - LESTA).
- Decreto 1.265 de 11 de outubro de 1994 – aprova a Política Marítima Nacional (PMN);
- Decreto 1.333 de 08 de dezembro de 1994 – dispõe sobre a descentralização da administração dos portos, hidrovias e eclusas;
- Lei 9.432 de 08 de janeiro de 1997 – dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário;
- Decreto 2596 de 18 de maio de 1998 – dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional; Regulamento da Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário (RLESTA).
- Portaria 214 de 27 de maio de 1998 do Ministério dos Transportes – aprova as “Normas para outorga de Autorização para Operação de Empresas Brasileiras de navegação Interior”; e

- Lei 12.815, de 5 de junho de 2013 - Nova Lei dos Portos.

Referente aos aspectos normativos, a autoridade marítima manifesta-se, sobretudo, por meio das Normas de Autoridade Marítima (NORMAM). Os setores da marinha diretamente envolvidos na elaboração normativa são: a Diretoria de Portos e Costa (DPC) e a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN); ressalta-se que as normas que tratam diretamente do transporte hidroviário interior e segurança na navegação são as seguintes:

- NORMAM/DPC 02 – normas para embarcações empregadas na navegação interior;
- NORMAM/DPC 04 – normas para operação de embarcações estrangeiras em águas sob jurisdição nacional;
- NORMAM/DPC 07 – normas para atividades de inspeção naval;
- NORMAM/DPC 08 – normas para tráfego e permanência de embarcações em águas jurisdicionais brasileiras;
- NORMAM/DPC 11 – normas para obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais sobre as margens das águas sob jurisdição nacional;
- NORMAM/DPC 13 – normas para aquaviários;
- NORMAM/DPC 16 – normas para estabelecer condições e requisitos para concessão e delegação das atividades de assistência e salvamento de embarcação, coisa ou bem, em perigo no mar, nos portos ou via navegáveis;
- NORMAM/DHN 17 – normas para auxílio à navegação;
- NORMAM/DHN 26 – normas para serviço de tráfego de embarcações (VTS);
- NORMAM/DHN 28 – normas para navegação e cartas náuticas; e
- NORMAM/DPC 29 – normas para transporte de cargas perigosas.

No próximo item serão apresentados os serviços de tráfego marítimo (VTS), os serviços que podem ser oferecidos no VTS, funções e principais tecnologias que apoiam o monitoramento e controle do tráfego marítimo.

2.4 SERVIÇOS DE TRÁFEGO MARÍTIMO (VTS) E TECNOLOGIAS APLICADAS

O serviço de tráfego marítimo, ou em inglês *Vessel Traffic Service* (VTS), é definido pela resolução A857 (20) da IMO, como um serviço implementado por uma autoridade competente para melhorar a segurança e a eficiência do tráfego, como também para proteger o meio ambiente. O serviço deve ter a capacidade de interagir com embarcações e de responder à situações de tráfego e de risco na área compreendida pelo sistema (IALA, 2009). Segundo a NORMAM- 26/DHN (BRASIL, 2009), no Brasil, a autoridade competente a tratar dessa resolução é a autoridade marítima, de acordo com a Lei Complementar nº 97/99, art. 17, inciso II e parágrafo único.

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

De acordo com NORMAM- 26/DHN (BRASIL, 2009), a participação em um VTS pode ser obrigatória ou facultativa, dependendo das normas locais. Os serviços que podem ser oferecidos por um VTS são:

- **Serviço de informação** (INS, *Information Service*): Provê informações essenciais e tempestivas para assistir os processos de tomada de decisão a bordo, não participando, em hipótese alguma, da manobra das embarcações. As informações de caráter genérico são transmitidas em intervalos regulares, ou por solicitação do navegante. Informações de caráter eventual, que envolvam a segurança da navegação, são transmitidas por iniciativa do operador de VTS, como no caso de navios que se desviem de suas rotas e se dirijam para áreas potencialmente perigosas.
- **Serviço de organização do tráfego** (TOS, *Traffic Organization Service*): é responsável por zelar pela salvaguarda e pelo eficiente movimento de tráfego marítimo, cuidando do gerenciamento operacional e do planejamento das movimentações, de forma a evitar congestionamentos e situações potencialmente perigosas para a navegação. Um Serviço de Organização de Tráfego é o mais elevado dos serviços prestados por um VTS, e é particularmente relevante em situações onde haja grande densidade de tráfego, ou quando a movimentação de transportes especiais puder afetar o tráfego de outras embarcações. Um TOS provê informações essenciais e tempestivas, para assistir os processos de tomada de decisão a bordo, por meio de orientações

ou instruções para o tráfego como um todo. Um TOS tem autoridade para dirigir o movimento das embarcações, pela alteração das condições do tráfego, em casos excepcionais, sendo que as circunstâncias em que isso pode ocorrer devem estar definidas nos procedimentos operacionais para cada área VTS. A autoridade de um TOS não supera a competência de um comandante pela segurança do seu navio.

- **Serviço de suporte à navegação** (*Navigational Assistance Service - NAS*): é um serviço adicional para o INS e TOS, que provê informações relevantes para a navegação, a pedido de uma embarcação ou quando julgado necessário por um operador de VTS, de forma a contribuir para o processo de tomada de decisão a bordo. Este serviço é especialmente importante em casos de dificuldades relativas a fenômenos meteorológicos ou de navegação, por defeito ou deficiência de algum equipamento. Um NAS pode participar da manobra de forma indireta, mas não tem autoridade para interferir ou modificar as decisões tomadas a bordo, sendo importante que a embarcação envolvida seja positivamente identificada pelo operador VTS e esteja de acordo com o auxílio que lhe é prestado em um período de tempo claramente definido.

Para ajudar na tomada de decisão, os operadores VTS utilizam de vários sistemas e tecnologias que são capazes de monitorar o tráfego de embarcações e fornecer informações aos navegantes da via (PRAETORIUS; LUTZHOFT, 2012). A seguir, apresentar-se-á importantes tecnologias utilizadas como apoio ao controlador VTS.

2.4.1 Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

As TICs possuem uma forte relação com os transportes, caso do uso de softwares, internet móvel, GPS (*Global Positioning System*), telefone celular, tecnologias de rastreamento, entre outros. A logística e a velocidade das informações e dos fluxos influenciam o cumprimento dos contratos de entrega das mercadorias, na escolha de melhores rotas, nas escalas em diferentes portos, na utilização da capacidade máxima dos veículos de transportes, na segurança da navegação, na redução de combustíveis, entre outros. Além de diminuir riscos à segurança da navegação e maximizar os lucros, esses sistemas contribuem para o meio ambiente, permitindo a diminuição da emissão de gases e partículas à atmosfera (BEY; PONS; REYNÉS, 2011 *apud* FELIPE JÚNIOR, 2014).

As TICs ligadas ao transporte marítimo são importantes para garantir maior segurança ao longo do trajeto. A comunicação entre os armadores e os portos potencializa as atividades portuárias e de transporte marítimo; sendo assim, os terminais conseguem planejar a atracação e a desatracação dos cais e dos berços (espaços disponíveis), controlar a distribuição dos contêineres nos pátios, etc. As novas tecnologias geram consequências na produção, na circulação dos mercadores e nas transações comerciais, com impactos em todos os modais de transporte (PONS; REYNÉS, 2004).

2.4.2 Tecnologias de Localização e Identificação de Embarcações

As tecnologias de localização e identificação de embarcações têm como objetivo manter as informações de estado das embarcações, como por exemplo, a localização atual e outros tipos, se necessário, como informações de carga, de rota e características das embarcações.

Segundo Feng, Pang e Lodewijks (2014), a excelência de um processo de logística conta com a integração de informações e a visibilidade de toda a cadeia logística. Para conseguir obter informações precisas em tempo real, é necessária a combinação de várias tecnologias.

A seguir, diferentes tipos de tecnologias e equipamentos serão apresentados, bem como seus respectivos aspectos e funções.

2.4.2.1 Radio Detection and Ranging (RADAR)

O RADAR (sigla do inglês, *Radio Detection and Ranging*), é capaz de detectar objetos que estão em cima da água, além de ser um instrumento de navegação que permite determinarmos uma posição de boa precisão e evitarmos colisões em situações de baixa visibilidade (BARROS, 2006).

O radar, de uso exclusivo militar, passou a ser empregado em outras atividades e a ser fabricado comercialmente após a segunda guerra mundial. Para Miguens (1996, p. 405), os principais tipos de radares são classificados como:

- **RADAR DE BUSCA DE SUPERFÍCIE**, destinado a detectar alvos de superfície e determinar com precisão suas distâncias e marcações. As ondas eletromagnéticas são emitidas na direção da superfície do mar e, por isso, o Radar de Busca de Superfície é capaz de detectar não só embarcações, mas também

aeronaves voando em baixa altitude. Ademais, o Radar de Busca de Superfície pode, também, prover informações para navegação.

- **RADAR DE BUSCA AÉREA**, cujas funções principais são detectar alvos aéreos e determinar suas distâncias e marcações a longa distância pela manutenção de uma busca de 360° em torno do navio até altitudes elevadas. Suas ondas eletromagnéticas são emitidas de modo a detectar alvos aéreos voando em altitudes médias e elevadas.
- **RADAR DE BUSCA COMBINADA**, que pode comportar-se ora como sendo de busca de superfície e ora como sendo de busca aérea.
- **RADAR DETERMINADOR DE ALTITUDE** (“THREE-COORDINATE RADAR” ou “HEIGHT-FINDING RADAR”), cuja função principal é determinar com precisão a distância, a marcação e a altitude de alvos aéreos detectados pelo Radar de Busca Aérea.
- **RADAR DE DIREÇÃO DE TIRO**, cujas principais funções são a aquisição de alvos originalmente detectados e designados pelos radares de busca, e a determinação de marcações e distâncias dos referidos alvos, com elevado grau de precisão. Alguns Radares de Direção de Tiro são usados para dirigir canhões, enquanto outros são empregados para dirigir mísseis. Uma vez adquirido pelo Radar de Direção de Tiro, os movimentos do alvo passam a ser automaticamente acompanhados, sendo este acompanhamento automático transmitido ao sistema de armas do navio, para sua orientação.
- **RADAR DE APROXIMAÇÃO DE AERONAVES**, instalado em navios aeródromos para orientar o pouso de aeronaves, especialmente em condições de má visibilidade. Os Radares de Aproximação têm curto alcance e buscam apenas em um setor (geralmente voltado para a popa do navio-aeródromo).
- **RADAR DE NAVEGAÇÃO**, cujas principais finalidades são a obtenção de linha de posição (LDP) para determinação da posição do navio,

na execução da navegação e a detecção e medição de distâncias e marcações para outras embarcações, a fim de evitar colisões no mar.

Figura 7 - Radar VTS – Limassol - Chipre



Fonte: GEM elettronica (2017).

A figura 7 mostra um radar VTS em Limassol no Chipre. Segundo a NORMAM/DHN 26 (BRASIL, 2009), em princípio, os radares de VTS funcionam como radares típicos de navios, mas que devem operar simultaneamente para curtas e longas distâncias, de preferência sem necessidade de ajustes. Fenômenos relacionados com as condições do tempo, como mar encrespado (*sea clutter*) e formação de dutos (especialmente para antenas baixas), tendem a influenciar mais os radares baseados em terra do que os radares de navios.

2.4.2.2 Radiogoniômetro

A radiogoniometria é o método que tem como objetivo determinar, mediante o emprego de sinais radioelétricos, a direção entre duas estações, uma transmissora e outra receptora. O equipamento utilizado a

bordo para efetuar essa determinação é chamado de radiogoniômetro (*Radio Direction Finding - RDF*) (MIGUENS, 1996).

Como a maioria dos instrumentos eletrônicos de navegação, o princípio de funcionamento de um radiogoniômetro é simples. Embora descomplicado, hipoteticamente, existem algumas complicações que podem afetar a precisão da marcação obtida. Para Barros (2006), o radiogoniômetro é um dos menos custosos dos sistemas eletrônicos de determinação de posição existentes. Na figura 8 é apresentado um RDF utilizado em VTS.

Figura 8 - RDF para VTS



Fonte: RHOTHETA Eletronik GmbH (2017).

Os modernos sistemas de controle de tráfego permitem inserir os dados obtidos pelo RDF na montagem da imagem do tráfego e apresentar as marcações automaticamente na tela. Com o advento do AIS, a necessidade do RDF foi minimizada, apesar de que, como nem toda embarcação é equipada com AIS, o emprego do RDF ainda pode ser conveniente. (BRASIL, 2009).

2.4.2.3 Global Positioning System (GPS)

Segundo Job (1997 *apud* LOBO, 1997), o sistema de posicionamento corresponde a dispositivos eletrônicos que visam fornecer a posição de onde estão instalados. Essa estrutura funciona pelo princípio de que, tendo conhecimento da distância entre um ponto em relação a outros três, cuja posição seja perfeitamente identificada, encontrar-se-á a posição do ponto desconhecido. O sistema funciona baseado em uma rede de satélites que cobrem o globo terrestre. Estes transmitem sinais de rádio que os identificam, como pode ser visto na figura 9.

Figura 9 - Rede de satélites GPS



Fonte: Morimoto (2010).

Para Bento (2013), atualmente existem 31 satélites disponíveis na constelação. Um programa de modernização está em andamento e tem como propósito melhorar a precisão e a disponibilidade para todos os usuários; esse programa envolve estações terrestres, novos satélites e quatro sinais de navegação adicionais, sendo três civis e um de uso militar.

Os satélites GPS funcionam como pontos de referência no espaço, cuja posição é conhecida com precisão. Sendo assim, um receptor GPS, com base na medição do intervalo de tempo decorrido entre a transmissão dos sinais pelos satélites e sua recepção a bordo, determina a sua distância a três satélites no espaço, usando-as como raios de três esferas, cada uma delas tendo um satélite como centro. A posição GPS será o ponto comum de interseção das três esferas com a superfície da Terra (MIGUENS, 1996).

2.4.2.4 *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)*

Na resolução A.817(19) da *International Maritime Organization* (IMO), que define a norma oficial de funcionamento, é descrito que o principal objetivo de um ECDIS (em português Sistema de Exibição de Cartas Eletrônicas e Informações) é contribuir para uma navegação segura e auxiliar o navegador no planejamento da rota e sua monitorização. O ECDIS, apresentado na figura 10, é um sistema de apoio à navegação composto por hardware, software de visualização e cartas eletrônicas vetoriais oficiais, conhecidas como *Electronic Navigational Charts* (ENC), que são base de dados de conteúdo, estrutura e formato, publicadas por institutos hidrográficos autorizados governamentalmente para serem usadas em ECDIS; além disso, o ECDIS integra informações sobre a posição do GPS e outros sensores como, por exemplo, Radar e AIS.

Figura 10 - ECDIS



Fonte: Potencial marítimo (2014).

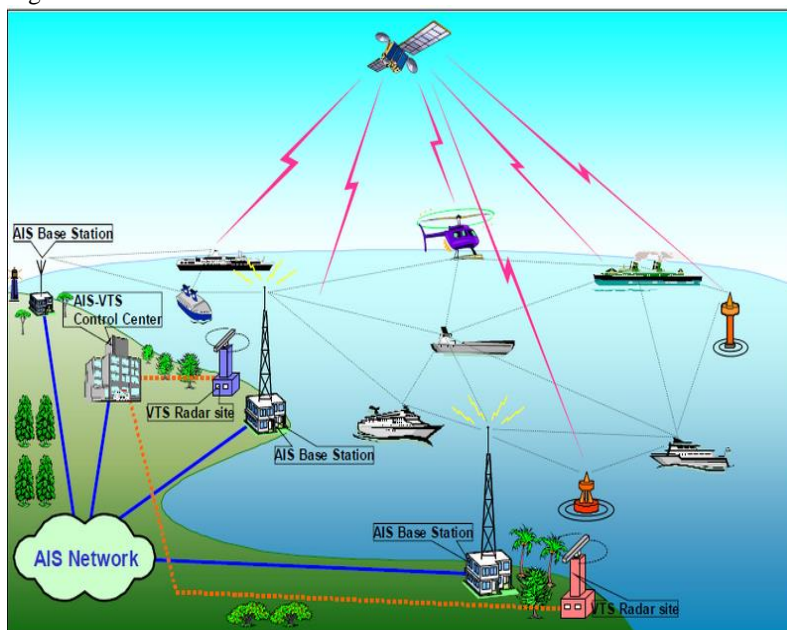
Os requisitos para os ECDIS são estabelecidos pela Resolução MSC.232(82) da IMO e são aceitos pela Autoridade Marítima Brasileira somente os equipamentos certificados por organizações credenciadas pela IMO.

2.4.2.5 Automatic Identification System (AIS)

Segundo a *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA, 2004), o *Automatic Identification System* (AIS) é um sistema de rastreamento automático utilizado na identificação e localização de embarcações, através do intercâmbio eletrônico de dados com outras embarcações próximas ou estações base. Suas principais funções são:

- facilitar a troca de informações entre navios dentro da faixa VHF, aumentando a consciência situacional;
- facilitar a troca de informações entre um navio e uma estação base, como um VTS ou outro centro de controle, para melhorar a gestão do tráfego;
- facilitar a informação automática em áreas de notificação obrigatória ou voluntária; e
- facilitar a troca de informações relacionadas com a segurança entre os navios, e entre navios e estações base AIS.

Figura 11 - Sistema AIS



Fonte: Info Navigation Malacca (2012).

A figura 11 apresenta a rede do sistema AIS, com todos os componentes e conexões, Estação Base AIS, Centro de Controle, Satélite e elemento opcional a rede, como por exemplo: Site Radar VTS.

Na Estação Base AIS está localizado o transponders AIS, como pode ser visto na figura 12, que transmitem informações automaticamente; como posição, velocidade e situação navegacional, em intervalos regulares via um transmissor VHF embutido no aparelho. De acordo com a NORMAM-26/DHN (BRASIL, 2009), uma estação base é o componente principal da infraestrutura de qualquer AIS baseado em terra e se destina a trocar informações com os AIS móveis na sua área de cobertura. Os componentes essenciais de uma estação base são: um transceptor de VHF e um receptor Global Navigation Satellite Systems (GNSS), cuja tarefa primária é fornecer a marcação precisa do tempo e uma unidade de controle.

O Centro de Controle é onde está localizado a operação do sistema, que pode ser integrado com o VTS, os operadores auxiliam o tráfego de embarcações obtendo as informações advindas de sensores do sistema.

De acordo com Eriksen *et al.* (2006), por causa da eficiente troca de informações entre embarcações, a utilização do AIS por embarcações aumenta a segurança do tráfego, a proteção ao meio ambiente e os 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, posição, velocidade, direção, destino e outros dados referentes aos navios, de interesses fundamentais para a segurança da navegação.

O AIS é utilizado na navegação, principalmente na prevenção de colisões. Devido às limitações das comunicações de rádio VHF, uma vez que nem todas as embarcações são equipadas com o AIS, o sistema tem a finalidade de uso principal como um meio de observação e determinação do risco de colisão, em vez de atuar como um sistema automatizado de prevenção de colisões, segundo as Regulamentações Internacionais de Prevenção de Colisões no Mar (COLREGS). Quando uma embarcação navega no mar, o conhecimento do movimento e da identidade de outras embarcações nas proximidades é crítico para a tomada de decisões, a fim de evitar colisões com outras embarcações e outras ameaças.

As informações do AIS são úteis para a investigação de acidentes, pois fornecem dados precisos sobre horário, identidade, posição por GPS, curso da bússola, curso sobre terra (COG), velocidade (por registro/SOG) e razão de curva (ROT) das embarcações envolvidas para a análise de acidentes, em vez de apenas informações limitadas (posição, COG, SOG) do eco por radar. As informações de manobra dos eventos do acidente

permitem entender o movimento real da embarcação antes dos acidentes, particularmente para os de colisão e encalhe.

Para coordenar os recursos no cenário de operações de busca e salvamento no mar (SAR), é importante saber a posição e a situação de navegação das embarcações nas redondezas da embarcação ou da pessoa em apuros. O AIS pode fornecer informações e conhecimento adicionais sobre os recursos para a operação no local, apesar de o alcance do AIS estar limitado ao alcance do rádio VHF. O padrão AIS vislumbra também o uso possível de aeronave de busca e salvamento e inclui uma mensagem para que as aeronaves informem a posição.

As informações fornecidas pelos equipamentos AIS, como dados de identificação única, posição, curso e velocidade, podem ser exibidas em uma tela ou em um ECDIS. O transceptor AIS de bordo tem a finalidade de auxiliar os oficiais de uma embarcação e permitir que as autoridades marítimas rastreiem e monitorem movimentos de embarcações; além disso, esse transceptor VHF é padronizado com um receptor GPS, além de outros sensores eletrônicos de navegação, como bússolas giroscópicas ou indicadores de razão de curva.

Segundo a IMO (BRASIL, 2009), as informações que um sistema AIS é capaz de fornecer podem ser agrupadas em três categorias principais:

- estática, como o MMSI, indicativo de chamada e nome, comprimento, boca, tipo de navio e localização da antena;
- dinâmica, como a posição do navio, hora, rumo verdadeiro (*Course Over Ground* - COG e *Speed Over Ground* - SOG), proa, condições da navegação e taxa de guinada; e
- relativa à viagem, calado vigente, destino e hora estimada ETA e o tipo de carga, se for o caso.

A convenção SOLAS exige que o AIS seja instalado a bordo de embarcações de viagens internacionais com tonelagem bruta (GT) de 300 toneladas ou mais, bem como todas as embarcações de passageiros, independentemente do tamanho. Em 2007, o novo padrão AIS de Classe B foi introduzido no mercado, permitindo uma nova geração de transceptores AIS de baixo custo.

Para Bento (2013), o AIS é capaz de detectar navios dentro da faixa VHF/FM, se as massas não forem muito elevadas; o valor típico de alcance que se espera no mar é de 20 a 30MN dependendo da altura da antena. A cobertura, tanto para navios como para estações da terra, pode ser melhorada com o auxílio de estações repetidoras.

Os dados têm origem nos sensores navegacionais da embarcação, normalmente no receptor e a bússola giroscópica do sistema global de navegação via satélite (GNSS).

Figura 12 - Transponder AIS



Fonte: Atlantic Radio Telephone (2017).

O padrão AIS é composto de diversas categorizações que especificam os tipos de produtos individualmente. A especificação para cada um deles fornece uma classificação técnica detalhada que garante a integridade geral do sistema AIS global, dentro de um padrão todos os tipos de produto devem operar.

2.4.2.5.1 Classe A

O Transreceptor (transmissão e recepção) foi concebido para ser incorporado nos navios comerciais, tais como navios cargueiros e grandes navios de passageiros. O AIS classe A instalado em embarcação opera utilizando a multiplexação por acesso múltiplo auto-organizado por divisão do tempo (*Self Organised Time Division Multiple Access - SOTDMA*). Os equipamentos de Classe A devem conter um visor integrado, transmitir a 12W, possuir capacidade para interface com diversos sistemas de embarcações, bem como oferecer seleção sofisticada

de características e funções. A frequência de transmissão padrão é de poucos segundos. Os dispositivos AIS de Classe A recebem todos os tipos de mensagens AIS.

2.4.2.5.2 Classe B

O Transreceptor (transmissão e recepção) é instalado em embarcações que operam utilizando acesso múltiplo por divisão de tempo do transportador (CSTDMA). Os equipamentos de Classe B transmitem a 2W, e não necessariamente incluem um visor integrado; eles são conectados à maioria dos sistemas de visores, nos quais as mensagens recebidas são exibidas em listas ou sobrepostas em gráficos.

Segundo a NORMAM-26/DHN (BRASIL, 2009), a frequência de transmissão padrão ocorre, normalmente, a cada 30 segundos, mas este valor pode variar de acordo com a velocidade da embarcação ou com as instruções das estações base. Mensagens relativas à viagem de AIS B não são obrigatórias e podem ser inseridas a critério do comandante ou mestre de embarcação.

2.4.2.5.3 AIS AtoN

O Transreceptor (transmissão e recepção) é baseado em terra ou em boias, e opera utilizando multiplexação por acesso múltiplo por divisão de tempo de acesso fixo (FATDMA). Ele foi desenvolvido para coletar e transmitir dados relacionados às condições climáticas ou marítimas, bem como repassar mensagens AIS para ampliar a cobertura da rede.

Os padrões técnicos para as estações AIS AtoN (*Aids to Navigation*) são definidos pelo documento IEC 62320-2 da Comissão Eletrotécnica Internacional.

Os AIS AtoN podem ser classificados em três diferentes tipos:

- Estação de AIS AtoN tipo 1 – considerada a estação mais simples dos três tipos existentes. Ela transmite apenas seus próprios dados.
- Estação de AIS AtoN tipo 2 – contempla um receptor de capacidade limitada, o que permite seu controle e configuração remotamente por uma estação base, via enlace de dados VHF; e
- Estação de AIS AtoN tipo 3 – considerada a estação mais complexa dos três tipos existentes. Possui capacidade para

participar integralmente do enlace de dados VHF, com a transmissão e recepção de todas as mensagens do sistema.

2.5 DESTAQUES

No capítulo 2 da presente pesquisa, explanou-se acerca da fundamentação teórica, que teve por objetivo apresentar o cenário atual do modal de transporte hidroviário brasileiro, as bacias hidrográficas e hidrovias, cabotagem e a intermodalidade, além do enfoque na hidrovia Tietê-Paraná, descrevendo sobre os comboios que navegam na hidrovia segunda a NPCF, a descrição principais das eclusas, os principais terminais, as características dos rios Tietê e Paraná, as restrições à navegação e uma tabela, fornecida pelo DH, onde foram apresentados números de acidentes com embarcações entre 1995 e 2014.

As principais organizações intervenientes no modal de transporte hidroviário foram também apresentadas: IMO, IALA, ANTAQ, DNIT e DPC, como também leis, decretos e normas da Marinha do Brasil para a navegação em hidrovias brasileiras.

Os serviços (que podem ser facultativos e obrigatórios em um VTS), as tecnologias de informação e comunicação (TICs), de localização e identificação de embarcações, e as funções do sistema AIS, bem como o equipamento transponder, a tecnologia AIS e suas classes, estações base, AIS AtoN e funcionalidades como: prevenção de colisões, investigação a acidentes e busca e resgate (SAR) foram devidamente supracitadas, tendo em vista a extrema importância que, indispensavelmente, agregam ao tema proposto.

3 METODOLOGIA

O capítulo 3 apresenta a metodologia empregada, a classificação e os métodos utilizados em todo o processo de pesquisa da presente dissertação, podendo-se assim classificá-la como de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, onde os procedimentos técnicos adotados foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, levantamento de dados e estudo de caso.

3.1 QUANTO À NATUREZA

A pesquisa de natureza aplicada gera conhecimentos para aplicação prática e, dirigidos à solução de problemas específicos, envolve verdades e interesses locais. (SILVA; MENEZES, 2005).

3.2 QUANTO À ABORDAGEM

De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa qualitativa conceitua-se na relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito; o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Para os autores, a pesquisa é descritiva e os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente, sendo o processo e seu significado os focos principais de abordagem.

Para Chizzotti (2003), o termo qualitativo implica em uma partilha densa com pessoas, fatos e locais para constituir o objeto da pesquisa, extraindo desse convívio os significados. Com isso, o autor interpreta e traduz um texto com perspicácia e competência científica, dando o devido significado ao objeto de pesquisa.

3.3 QUANTO AOS MEIOS E PROCEDIMENTOS

Os procedimentos técnicos adotados para a realização da pesquisa foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso.

Segundo Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa bibliográfica é uma consulta aos principais trabalhos já publicados sobre o tema; é através deles que podemos obter dados atuais e relevantes relacionados com o tema abordado.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), antes de qualquer pesquisa de campo, é preciso analisar minuciosamente todas as fontes documentais que possam servir de suporte ao estudo. A pesquisa documental consiste em acesso às fontes primárias de informação. São exemplos de fontes

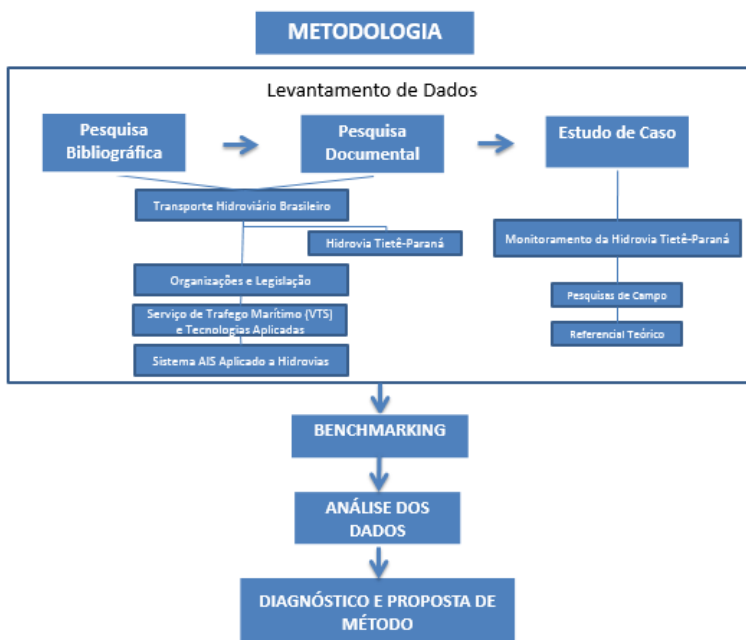
primárias: dados históricos, bibliográficos e estatísticos, pesquisas e material cartográfico, arquivos oficiais e particulares, registro em geral, documentação pessoal, correspondência pública ou privada, etc.

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 deles (YIN, 2005).

Para Gil (1991), a pesquisa pode ser um estudo de caso quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos para permitir o amplo e detalhado conhecimento sobre o tema estudado.

A figura 13 apresenta o delineamento do estudo que consiste em seis macro etapas: Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Documental, Estudo de Caso, *Benchmarking*, Análise dos Dados e Diagnóstico e Proposta de Adequação.

Figura 13 - Metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *Benchmarking*, de acordo com McNair & Leibfried (1992), é uma ferramenta utilizada na obtenção das informações necessárias para

apoiar a melhoria contínua e obter vantagem competitiva. O autor Zairi (1992) descreve o benchmarking como medição da performance em relação ao melhor dos melhores, através de um contínuo esforço de revisão dos processos, práticas e métodos.

Além disso, o benchmarking é considerado uma técnica instrumental de inteligência competitiva e pode ser assim definido: “processo de comparação sistemática de produtos e serviços como os oferecidos pela concorrência ou por empresas consideradas excelentes em algo determinado”. (MACEDO; POVOA FILHO, 1994).

O *Benchmarking* é utilizado nessa pesquisa como uma ferramenta de busca das melhores práticas utilizadas em sistema AIS, na Europa e Estados Unidos, que conduzem a um desempenho superior, assim contribuindo para o desenvolvimento da pesquisa.

Para Marconi e Lakatos (2003), a análise de dados constitui o núcleo central da pesquisa e é nessa fase que se faz necessário definir as hipóteses para posteriormente submeter ao teste de falseamento.

Na última etapa da pesquisa são apresentadas as considerações e diagnóstico acerca do tema discutido: ideias essenciais abordadas durante o referencial teórico e estudo de caso, síntese da pesquisa realizada e melhorias (MARCONI; LAKATOS, 2003). Nessa fase, também foram apontadas sugestões e melhorias na implantação do sistema AIS, contendo uma proposta de método de implantação seguindo o guia *River Information Service* (RIS), utilizado na União Europeia. O guia elaborado pela *The World Association for Waterborne Transport Infrastructure* (PIANC) é baseado em lições aprendidas nas implantações do sistema RIS em países europeus.

Nessa proposta de método, utilizaremos a Hidrovia Tietê-Paraná como estudo para aplicação prática do método, porém esse método pode ser aplicado em qualquer hidrovia interior brasileira.

4 SISTEMA AIS, RIS E PROPOSTA DE MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AIS

Segundo Norris (2007), o AIS é um sistema de apoio à navegação marítima já introduzido globalmente. Inicialmente, o AIS foi previsto como um sistema de dados navio-base para melhorar o funcionamento do VTS, propiciando duas vias automáticas de comunicação de dados entre navios e autoridades portuárias. Esse sistema foi desenvolvido com a finalidade de permitir que os operadores VTS recebessem informações de posição e velocidade detalhadas dos navios.

Segundo o guia da PIANC (2011), Report 125-2011, durante a última década, um número significativo de serviços e sistemas foram desenvolvidos, implementados e colocados em operação, visando a gestão de transportes e gestão do tráfego. Diretrizes internacionais, como por exemplo, a RIS *Guidelines*, são necessárias para garantir a padronização dos serviços e sistemas de informação fluvial.

Os próximos itens (4.1 e 4.2) integram o *benchmarking*, utilizado para obter informações do funcionamento e implantação do sistema AIS aplicado as hidrovias europeias e americanas.

4.1 SISTEMA AIS NA EUROPA

O transporte por vias navegáveis interiores, considerado um meio de transporte econômico e que protege o ambiente, é reconhecido pela União Europeia (UE) como um dos principais meios para o sistema de transporte intermodal europeu.

As tecnologias de informação e de comunicações oferecem uma oportunidade de transferir, não só o transporte a granel tradicional, mas também outros bens, contentores e mesmo transportes com preços justos para o sector dos transportes por vias navegáveis interiores. Isto oferece um método de transporte inteligente, seguro e eficiente, com as ligações de informação para os sistemas ferroviário, rodoviário e de mar curto. Em 1998, com base nos resultados de projetos de investigação e várias aplicações, a UE definiu oficialmente o conceito de serviços de informação fluvial (RIS).

Em 2005, a diretiva 2005/44/CE foi adotada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho Europeu, sobre os serviços de informação fluvial (RIS) e sobre as vias navegáveis interiores da Comunidade Europeia. Esta diretiva visava estabelecer um quadro para a implantação e utilização de RIS em conjunto e padronizado, a fim de apoiar o transporte por via navegável, tendo em vista melhorar a segurança, a

eficiência e a proteção do ambiente, bem como facilitar as interfaces com outros meios de transporte.

Segundo um estudo do Panteia (2014), a Europa tem mais de 30.000 km de canais e rios que unem centenas de cidades industriais e áreas aos redores. A rede central de cerca de 10.000 km conecta países dentro da União Europeia, como: Holanda, Bélgica, Luxemburgo, França, Alemanha, Áustria, Eslováquia, Hungria, Polónia, Croácia, Roménia, Bulgária e fora da União Europeia: Suíça, Sérvia e Montenegro, Moldávia e Ucrânia. Embora a espinha dorsal desta rede seja constituída por grandes rios como o Reno e o Danúbio, afluentes e canais conectam diversas cidades menores e centros industriais.

Dados do estudo do Panteia (2014) referentes ao sistema AIS chamam atenção. No final de 2012, as taxas de cobertura do sistema AIS nos corredores Europeus eram altas, por exemplo: no Corredor Reno 92%, no Corredor Danúbio 79%, no Corredor Norte-Sul 89% e no Corredor Leste Oeste 89%. Em alguns países europeus, podemos citar: Alemanha, Holanda e Bélgica, 100% da frota já possui o equipamento AIS de bordo ativo; já na França, em 2013, apenas 55% da frota teve o equipamento ativo.

De acordo com Ten Broeke *et al.* (2001), *transponders* AIS podem ser aplicados em navegação interior, podendo ser utilizados em áreas de tráfego misto (marítimo e terrestre), áreas com altas densidades de tráfego e áreas com dificuldades especiais de navegação, como rios em trechos montanhosos, que é o caso do Rio Danúbio.

O AIS é considerado tecnologia chave do RIS para a troca automática de informação entre navios e entre navio-terra, por isso o próximo item apresenta o RIS.

4.1.1 River Information Services (RIS)

A seguir, apresentar-se-á o *River Information Services (RIS)*, que é um serviço padronizado pela PIANC, e que visa contribuir para um processo de transporte seguro e eficiente utilizando as vias navegáveis interiores em toda sua extensão.

Criada em 1885, a Associação Mundial para a Infraestrutura do Transporte Aquaviário (PIANC) é uma associação que reúne especialistas em obras costeiras e portuárias de vários países do mundo. Esses profissionais se organizam em grupos de trabalho e, anualmente, emitem normas técnicas com o intuito de orientar a expansão do transporte aquaviário e sua infraestrutura. No Brasil, através de suas orientações, as determinações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são

originadas e aplicadas na construção, na manutenção, na expansão e na gestão sustentável de portos e terminais aquaviários (PIANC, 2016).

Segundo o guia da PIANC (2011), os VTS para navegação interior são serviços estabelecidos por uma autoridade competente, destinadas a melhorar a segurança e a eficiência do tráfego marítimo e a proteger o meio ambiente. O serviço deve ter a capacidade de interagir com o tráfego e de responder à situações emergentes na área onde o VTS foi inserido. Os VTS devem compreender pelo menos um serviço de informações, podendo incluir outros, como o serviço de assistência à navegação, ou organização do tráfego. De acordo com o guia da PIANC, o VTS para navegação interior é parte do RIS. Os VTS, para navegação interior, pertencem ao grupo de gestão do tráfego e aos serviços com ênfase na informação e organização.

Os *River Information Services* (RIS) são definidos como serviços harmonizados de informação para apoiar o tráfego e a navegação interior, incluindo as interfaces com outros meios de transportes. Segundo Schilk e Seemann (2012), o RIS, em português, é uma tecnologia de informação, um serviço de informação fluvial que visa a simplificação da troca de informação entre operadores e usuários, projetado para otimizar o tráfego e os processos de transporte na navegação interior, ou seja, para propiciar melhorias na transmissão eletrônica de dados entre água e terra, por meio da troca de informações em tempo real.

Segundo o guia da PIANC (2011), o sistema AIS é uma das tecnologias chaves para o RIS. O objetivo do AIS, dentro do RIS, é melhorar a segurança e eficiência da navegação interior, apoiando as decisões a bordo e em terra. O destaque do sistema AIS reside na detecção e rastreamento de embarcações que são equipadas com ele.

Para Fastenbauer, Sattler e Shilk (2007), a expressão “*River Information Services*” estabeleceu-se em várias pesquisas e projetos de desenvolvimento da União Europeia (UE) como um termo que descreve todos os tipos de serviços de informação para a navegação interior. Outros desenvolvimentos estão ocorrendo em diversas partes do mundo. Ainda para os autores, além de rios, o RIS também inclui canais, lagos e portos. Segundo Feng, Pang e Lodewijks (2014), países como Holanda e Bélgica têm hidrovias interiores altamente desenvolvidas, comprovando que a maneira mais eficaz e sustentável de fazer o transporte até o porto é através das barcaças por hidrovias interiores.

O VTS utilizado para navegação interior, de acordo com o guia da PIANC (2011), refere-se a serviços estabelecidos por uma autoridade competente, destinados a melhorar a segurança e a eficiência do tráfego marítimo e, também, a proteger o meio ambiente. Para a PIANC (2011),

o VTS para navegação interior é parte do RIS. Para poder ser considerado VTS, o sistema deve compreender pelo menos um dos serviços de informação, que pode ser a assistência à navegação ou a organização do tráfego.

4.1.1.1 Objetivos do RIS

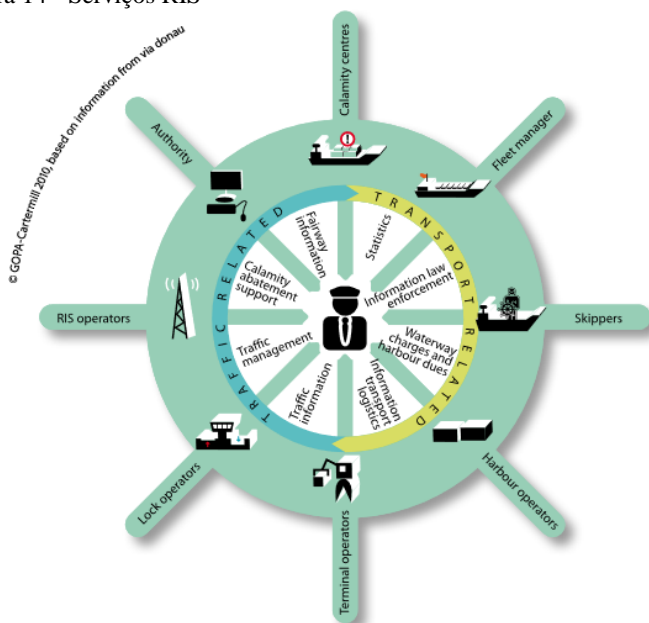
Segundo o guia da PIANC (2011), o RIS tem três objetivos principais:

- (1) Segurança na navegação:
 - Minimizar lesões;
 - Minimizar fatalidades;
 - Minimizar incidentes de viagem.
- (2) Eficiência no transporte:
 - Maximizar a capacidade das vias navegáveis;
 - Maximizar a capacidade de carga dos navios;
 - Reduzir o tempo de viagem;
 - Reduzir a carga de trabalho dos usuários do RIS;
 - Reduzir os custos de transporte;
 - Reduzir o consumo de combustível;
 - Fornecer uma ligação eficiente e econômica entre os modos de transporte;
 - Fornecer portos e terminais eficientes.
- (3) Respeitar o ambiente:
 - Reduzir o risco ambiental;
 - Reduzir as emissões poluentes (em especial o CO₂) e os derrames causados por acidentes.

4.1.1.2 Serviços do RIS

Os principais serviços dos RIS, segundo a PIANC (2011) são: informação do canal, informações de tráfego, gerenciamento de tráfego, apoio na redução de acidentes, informações para logística do transporte, informações para aplicação da lei, estatística e encargos.

Figura 14 - Serviços RIS



Fonte: Transport Research Knowledge Centre (2010).

A figura 14 apresenta os serviços RIS e a relação direta com o tráfego de embarcações na hidrovia ou com informações relacionadas ao modal de transporte hidroviário. Os serviços RIS apresentados nos próximos itens.

4.1.1.2.1 Serviço de Informações do Canal

O serviço de informações do canal, deve conter informações estáticas e dinâmicas, além de informações urgentes sobre o canal. As informações sobre o canal devem ser fornecidas em nível nacional ou internacional, criando e implementando um único ponto de contato de disseminação.

Os dados relativos à segurança devem ser certificados pela autoridade competente. Além disso, esse serviço precisa ter uma indicação da qualidade de informação, e as informações urgentes devem ser atualizadas com frequência, podendo ser comunicadas através de rádio VHF ou AIS.

4.1.1.2.2 Serviço de Informações de Tráfego

As informações relativas à situação do tráfego podem ser fornecidas de duas formas: através de informações táticas de trânsito (TTI) que utilizam radar ou um sistema AIS com ligação às cartas de navegação eletrônica interna (*Inland* ENC), ou através das Informações Estratégicas de Tráfego (STI), usando um sistema AIS e um sistema de relatórios. Existem também níveis de informações que o RIS pode passar, esses níveis são identificados abaixo.

- Níveis de Informação

Os serviços de informação sobre os rios trabalham com base em diferentes. A informação do canal navegável contém apenas os dados da via navegável e as informações de trânsito contêm as informações relativas aos navios na zona RIS. Conforme a PIANC (2011), existem três níveis de informação:

Nível 1 - Informação sobre o canal (FI) contém informações geográficas, hidrológicas e administrativas sobre a via navegável na área RIS que os utilizadores do RIS exigem para planejar, executar e monitorar uma viagem.

Nível 2 - Informações Táticas de Trânsitos (TTI) são as informações que afetam as decisões imediatas do comandante da embarcação ou do operador do RIS no que diz respeito à navegação na situação real do tráfego.

Nível 3 - Informações Estratégicas de Tráfego (STI) são as informações que afetam as decisões a médio e longo prazo dos utilizadores dos RIS. Essas informações contribuem para as capacidades de decisão de planejamento em relação a uma viagem segura e eficiente.

4.1.1.2.3 Serviço de Gerenciamento de Tráfego

Os principais serviços de Gerenciamento de Tráfego que compõem o RIS são os serviços de VTS e de gerenciamento de pontes e eclusas.

- VTS

O RIS pode atuar como um VTS para estabelecer a segurança da navegação, a eficiência do tráfego e a proteção do ambiente. As informações passadas pelo RIS podem ajudar na navegação em geral e, principalmente, nas curvas estreitas, nas pontes, na navegação com correntes cruzadas e rápidas, no tráfego de mão única, entre outros.

- Gerenciamento de Eclusas e Pontes

O RIS pode atuar no apoio e no planejamento das operações de eclusagem, fornecendo informações e auxiliando nas operações de eclusagem e travessia de pontes. Além disso, o RIS pode atuar em decisões de curto prazo para o planejamento de eclusagem, embasado na base de dados dos tempos de espera. A otimização pode acontecer baseada no tempo estimado de chegada e tempo do processo de eclusagem. O guia de implantação do RIS sugere também a criação de um sistema de notificação de embarcações através do AIS, visando melhorar o planejamento de eclusagem e travessias de pontes.

4.1.1.2.4 Serviço de Apoio na Redução de Acidentes

O serviço de apoio na redução de acidentes atua com ações necessárias para limitar as consequências de uma calamidade, facilitando, por exemplo, o apoio através de um relato da posição do navio, de dados de transporte no início e durante uma viagem. Em caso de acidente, o centro RIS faz integração dos dados sem demora aos serviços de emergência.

Informações de posição das embarcações devem ser enviadas ao RIS quando entrarem ou saírem da área RIS, em pontos específicos dentro de uma área RIS ou quando os dados forem alterados.

4.1.1.2.5 Serviço de Informações para Logística do Transporte

O planejamento da viagem, tarefa do capitão e do proprietário do navio, compreende desde o planejamento do carregamento e do calado do navio até o planejamento do horário estimado de chegada e saída, além de possíveis carregamentos ou descarregamentos durante a viagem.

A comunicação e o intercâmbio de informações entre os parceiros privados e públicos nos RIS para aplicações logísticas devem ser

efetuados de acordo com os procedimentos e normas acordados para os RIS.

Segundo PIANC (2011), a confidencialidade do intercâmbio de dados num RIS deve ser assegurada. Nos casos em que a informação logística é fornecida por sistemas operados por uma autoridade competente, a mesma deve se responsabilizar pela tomada de medidas necessárias, assegurando assim a proteção da confidencialidade de informações comerciais.

4.1.1.2.6 Serviço de Informações para Aplicação da Lei

A aplicação da lei garante às pessoas a adesão de leis próprias de sua jurisdição. O RIS apoia a aplicação da lei na navegação interior nos seguintes domínios:

- A. A gestão transfronteiriça (por exemplo, o movimento de pessoas controladas pelo serviço de imigração, alfândegas)
- B. Cumprimento dos requisitos de segurança do tráfego
- C. Cumprimento dos requisitos ambientais

4.1.1.2.7 Serviço de Estatística

Os serviços RIS para estatísticas baseiam-se principalmente em outros serviços RIS, sobretudo, em serviços de informação e gestão de tráfego, por meio de armazenamento de dados, durante um específico período de tempo.

4.1.1.2.8 Serviço de Encargos

Os serviços RIS para taxas de navegação e taxas portuárias baseiam-se principalmente nas tecnologias-chave do RIS: sistema AIS e ECDIS; além disso, os regulamentos de privacidade são pré-condições essenciais para este serviço.

4.1.1.3 Sistemas em operação

Conforme o guia da PIANC (2011), diversos sistemas RIS já estão em funcionamento na Europa. Entre eles é possível citar:

- DORIS Áustria – Sistema RIS da Áustria;
- BULRIS – Bulgária – Sistema RIS da Bulgária;
- RIS Croácia – Sistema RIS da Croácia;

- LAVDIS Czech Republic – Sistema RIS da República Tcheca;
- RIS Flanders – Sistema RIS da Bélgica (Região Sul);
- RIS Wallonie – Sistema RIS da Bélgica (Região Norte);
- Elwis Germany – Sistema RIS da Alemanha;
- Hungary Pannon RIS – Sistema RIS da Hungria;
- FIS server The Netherlands – Sistema RIS dos Países Baixos;
- Romania RORIS – Sistema RIS da Romênia;
- Slovakia NtS Vudba – Sistema RIS da Eslováquia;
- Port of Switzerland – Sistema RIS da Suíça.

4.1.1.3.1 Sistema RIS na Alemanha

Segundo Strengé (2015), o sistema AIS aplicado a hidrovias foi desenvolvido para apoiar a navegação a bordo e em terra, com base no RIS. Como os conteúdos de informação e troca de dados são padronizados, essas informações podem ser facilmente fornecidas pelo RIS, onde são requisitadas informações sobre a navegação, dados da embarcação, situação do tráfego na hidrovia ou movimentação. Esses serviços e sistemas estão em processo de implantação na Alemanha nos últimos anos. Em alguns lugares do país, o RIS já está em uso, e melhorias estão sendo implementadas ou planejadas.

Os principais componentes do sistema AIS em funcionamento na Alemanha são: estações base, estações repetidoras, servidores regionais e centros de teste e avaliação. Essa estrutura faz parte do sistema RIS e visa facilitar a integração com outros sistemas europeus.

4.1.1.3.2 Sistema RIS na Polônia

Conforme Drozd (2007), na Polônia, um dos maiores benefícios da implantação do sistema AIS é a detecção e identificação de navios. O sistema AIS, juntamente com os dados de radares, tornou-se parte importante do sistema nacional de monitoramento de tráfego. A segurança dos navios equipados com o transponder AIS foi consideravelmente melhorada por efeito da cobertura do sistema AIS.

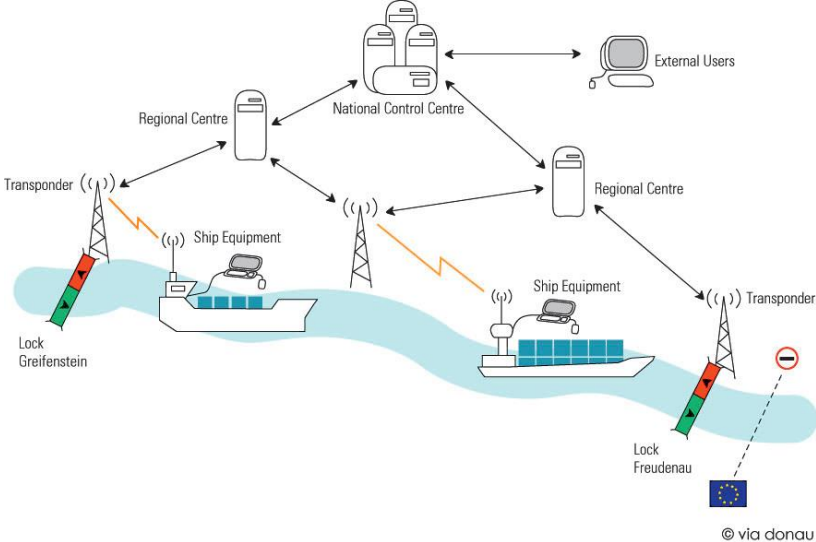
Para Durajczyk (2016), a implantação do RIS na Polônia ainda é muito recente e é difícil mensurar todos os benefícios advindos da sua implementação. No entanto, todas as análises publicadas até agora mostram, indiscutivelmente, que os serviços de informação fluvial trazem consideráveis lucros econômicos. Todavia, é essencial para a Polônia permanecer no processo de desenvolvimento do RIS, juntando-se à

implementação harmônica na Europa e desenvolvendo pesquisas para o futuro do RIS na UE.

4.1.1.3.3 Sistema RIS no Rio Danúbio

O Rio Danúbio é o segundo rio mais longo da Europa. Ele passa por diversas capitais da Europa e constitui a fronteira natural de dez nações. De acordo com Kühtreiber, N. *et al.* (2007), no rio Danúbio, um dos principais elementos do sistema *Donau River Information Services* (DoRIS) são os *transponders* AIS. Dentro do DoRIS, apresentado na figura 15, os *transponders* trocam informações de posicionamento e outras informações relevantes via VHF. Os dados de tráfego são processados e armazenados numa base central de dados, permitindo assim a reconstrução de acidentes.

Figura 15 - Conceito do DoRIS no Rio Danúbio



Fonte: Kühtreiber, N. *et al.* (2007).

Percebe-se, através da Figura 6, que o conceito do DoRIS é baseado em uma comunicação de rádio de curta distância entre os navios envolvidos, e também, com as estações de controle terrestres, trocando mensagens de identificação do navio, posição, tempo e outras informações relacionadas ao transporte.

O próximo item também faz parte do *benchmarking*, realizado para obter informações do funcionamento e implantação do sistema AIS, aplicado a hidrovias nos Estados Unidos.

4.2 SISTEMA AIS NOS ESTADOS UNIDOS

Nos Estados Unidos, por exemplo, mais de um bilhão e meio de toneladas de carga movem uma média de 450 milhas por ano por barcaças (GROSSARDT; BRAY; BURTON, 2014). Em comparação com outros modos de transporte como o ferroviário e rodoviário, é de longe a opção mais econômica e eficaz, no que tange a preservação ambiental.

Conforme Troegl (2012), como a rede de vias navegáveis dos EUA abrange 196 locais de eclusas nos principais rios navegáveis, a gestão segura e eficiente do tráfego de barcaças através dessas eclusas foi identificada como um dos principais objetivos da implementação do RIS. Com base nas experiências do Sistema Nacional de Identificação Automática (NAIS) da Guarda Costeira dos EUA (USCG) e das lições aprendidas com a implementação do AIS nas vias navegáveis europeias, o conceito para o *sistema Lock Operations Management Application* (LOMA) foi elaborado e contratado por um fornecedor de software da Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (USACE). Grande parte dos recursos deste projeto foi investida na elaboração das diferentes partes das especificações LOMA e na gestão da interface com o fornecedor de software. A aceitação do sistema LOMA foi adquirida em sua totalidade em setembro de 2012, após uma intensiva aceitação estabelecida no Plano de Aceitação (ATP), que inclui mais de 150 páginas de descrições de testes. Como parte final deste projeto de pesquisa cooperativa, foram elaboradas recomendações para o futuro desenvolvimento e implementação de RIS e serão apresentadas mais adiante neste documento.

4.2.1 *Nationwide Automatic Identification System (NAIS)*

A Guarda Costeira dos Estados Unidos (USCG) mantém o Sistema Nacional de Identificação Automática (NAIS) para coletar dados de monitoramento de tráfego em tempo real em navios que operam em águas territoriais dos EUA. Os transmissores-receptores a bordo dos navios transmitem o sinal AIS que contém a posição, a velocidade e outras informações de identificação. Essas informações chegam às torres em terra com um intervalo de segundos. Por conseguinte, o sistema destina-se principalmente à prevenção de colisões e à sensibilização geral do

domínio marítimo para melhorar a segurança, a gestão ambiental e apoiar os esforços de busca e salvamento.

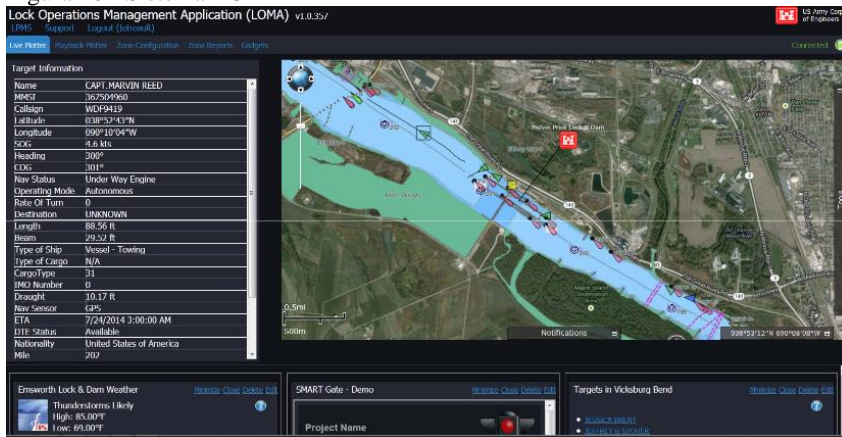
Segundo Mitchell e Scully (2014), como principal agência federal que supervisiona a implementação nacional do AIS, a USCG identificou limitações técnicas e de usuário inerentes à tecnologia AIS, e tem procurado melhorar a qualidade e a disponibilidade dos dados. A USCG mantém uma rede de torres baseadas em terra para receber os relatórios AIS de navios que operam em águas costeiras, e também para a transmissão de mensagens relacionadas ao tráfego de embarcações.

4.2.2 *Lock Operations Management Application (LOMA)*

O Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (USACE), através do desenvolvimento do sistema *Lock Operations Management Application* (LOMA), apresentado na figura 16, que significa Aplicações de Gerenciamento e Operações de Eclusas na língua portuguesa, mantém um sistema complementar de torres AIS em muitas de suas eclusas e barragens ao longo de seus rios e vias navegáveis interiores.

De acordo com Mitchell e Scully (2014), os órgãos americanos USACE e a USCG têm um acordo de compartilhamento de dados e relatórios, recebidos através das torres do AIS. Além da imagem ao vivo e das condições de tráfego na via navegável fornecidas pela tecnologia AIS, os relatórios dos navios são armazenados por vários anos, desde o momento da recepção, resultando em uma enorme base de dado que contém padrões de utilização dos navios e tendências nas vias navegáveis costeiras e fluviais.

Figura 16 - Sistema LOMA



Fonte: NAVCEN (2017).

Segundo Lillycrop e Tetreault (2015), as principais capacidades do LOMA são exibições geográficas e interface para os operadores de eclusas. Essas interfaces contêm informações em tempo real do navio e permite ao operador estabelecer zonas para monitoramento automático. Os usuários podem coletar estatísticas de uso da hidrovia e receber alertas quando os navios entram em uma zona específica, além de também reproduzir acontecimentos após o fato, para uma melhor análise de um incidente.

O próximo item apresenta o projeto e o status da implantação do sistema AIS na hidrovia Tietê-Paraná, contendo detalhes da implantação, estudo preliminar de cobertura e arquitetura do sistema.

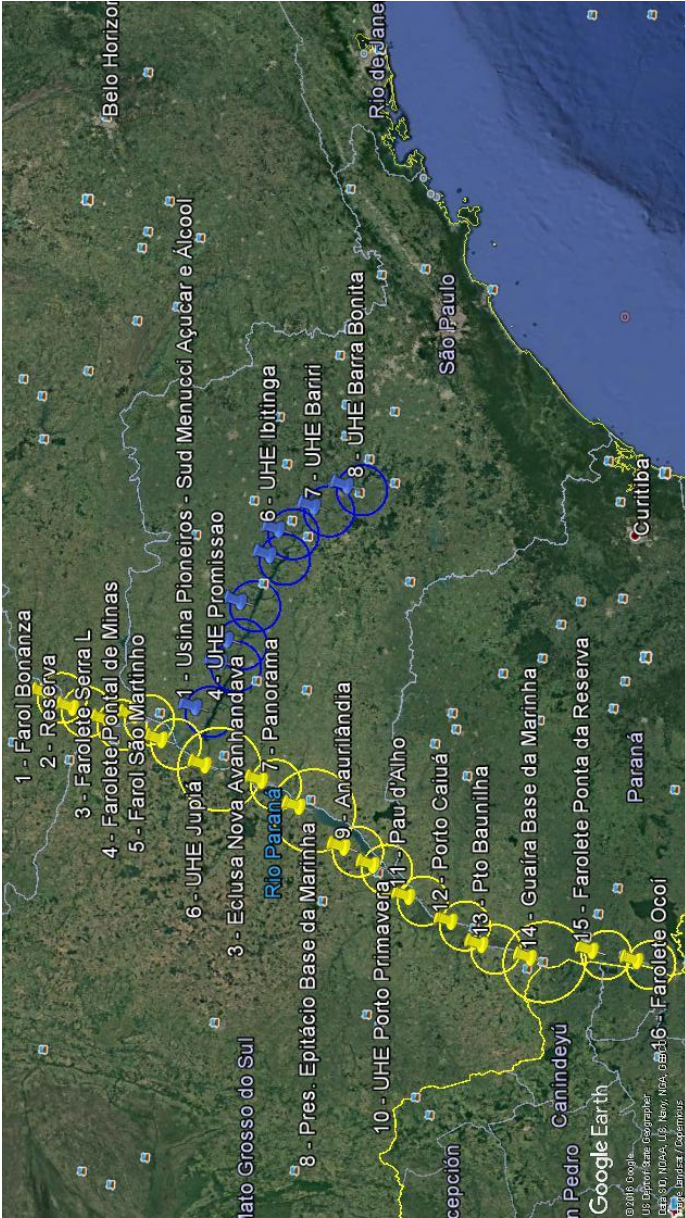
4.3 SISTEMA AIS NA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ

Inicialmente, o Departamento Hidroviário do Estado de São Paulo elaborou a proposta para contratação de um sistema de rastreamento de embarcações via satélite, através do fornecimento pelos usuários de sinal via GPS. Porém, para atender a Portaria N°35/CFTP de 20 de dezembro de 2013, que tornou obrigatório o uso de transceptor AIS para embarcações que trafegam na hidrovia Tietê-Paraná, iniciou-se o desenvolvimento e implantação do sistema AIS nas pontes e eclusas monitoradas pelo Centro de Controle Operacional do Departamento Hidroviário (COS/DH) (SÃO PAULO, 2017).

4.3.1 Estudo preliminar de cobertura

A (UNESP, 2014) elaborou um relatório a respeito de estudos e mapeamento para implantação de cobertura dos rádios do sistema AIS nas hidrovias Tietê e Paraná. Neste relatório estão apresentadas as coordenadas dos 24 pontos mais propícios para a instalação dos rádios, como pode ser visto na figura 17, considerada a disponibilidade de infraestrutura tais como: eclusas, pontes, faróis, faroletes e eventuais cidades às margens da hidrovia, de modo a compor o mapa de recobrimento para um rastreamento/monitoramento com o mínimo de sombras. Os pontos definidos para a composição dos enlaces foram justapostos em suas coordenadas no mapa Google Earth Pro®, para permitir a visualização do campo de cobertura sobre toda a hidrovia.

Figura 17 - Cobertura dos rádios proposta para o Sistema AIS nas hidrovias Tietê e Paraná



Fonte: UNESP (2014).

As sombras devido ao relevo ou influência de atenuação de sinal, não foram consideradas. Entretanto, a (UNESP, 2014) levou em consideração a questão da sinuosidade dos rios e o posicionamento foi estruturado de modo a assegurar visadas diretas sobre o leito do rio entre os sucessivos transmissores. A localização dos pontos para a instalação do sistema AIS classe B foi realizada tomando como referência os dados de rádios “em-trak B100” e “em-trak B212”, cujo alcance pré-estabelecido pelo estudo foi sendo 30 e 50 km, respectivamente. Ambos os transceptores operam com frequência variando de 156.025 a 162.025 MHz. Os alcances foram escolhidos devido a função da elevada estratificação do índice de refração da atmosfera sobre a superfície dos lagos, especialmente nas condições de nevoeiros.

4.3.2 Implantação do Sistema

O Departamento Hidroviário de São Paulo está implantando o sistema AIS por meio do contrato nº DH-0511/2011, que discorre sobre a contratação de empresas que implantam um sistema planejado para monitorar o tráfego de embarcações e das condições locais (meteorológicas e fluviais) no trecho da hidrovia Tietê-Paraná, sob o controle do Estado de São Paulo, e que tem como objetivo aumentar a segurança e a eficiência da hidrovia no trecho sob sua jurisdição. Devido à complexidade e especificidade dos trabalhos envolvidos na concepção do projeto, o desenvolvimento do contrato para implantação do sistema foi idealizado de forma a ser implantado em etapas. As informações e procedimentos que estarão concentrados no COS (Centro de Controle Operacional do Sistema) são:

- Imagens das eclusas;
- Sistema de monitoramento meteorológico das eclusas;
- Sistema de monitoramento operacional das eclusas;
- Imagens das pontes;
- Sistema de monitoramento meteorológico nas pontes;
- Sistema de supervisão de choques nas pontes;
- Sistema de posicionamento das embarcações;
- Sistema de monitoramento em pontos remotos; e
- Sistema de monitoramento do canal Pereira Barreto.

Conforme a tabela 7, fornecida pelo DH, esse é o atual status da implantação do sistema AIS no trecho da hidrovia Tietê-Paraná. Sob o

controle do Estado de São Paulo, a 2ª Etapa do projeto já foi concluída e a 3ª Etapa está em fase de elaboração de edital.

Tabela 7 - Andamento da implantação do Sistema AIS.

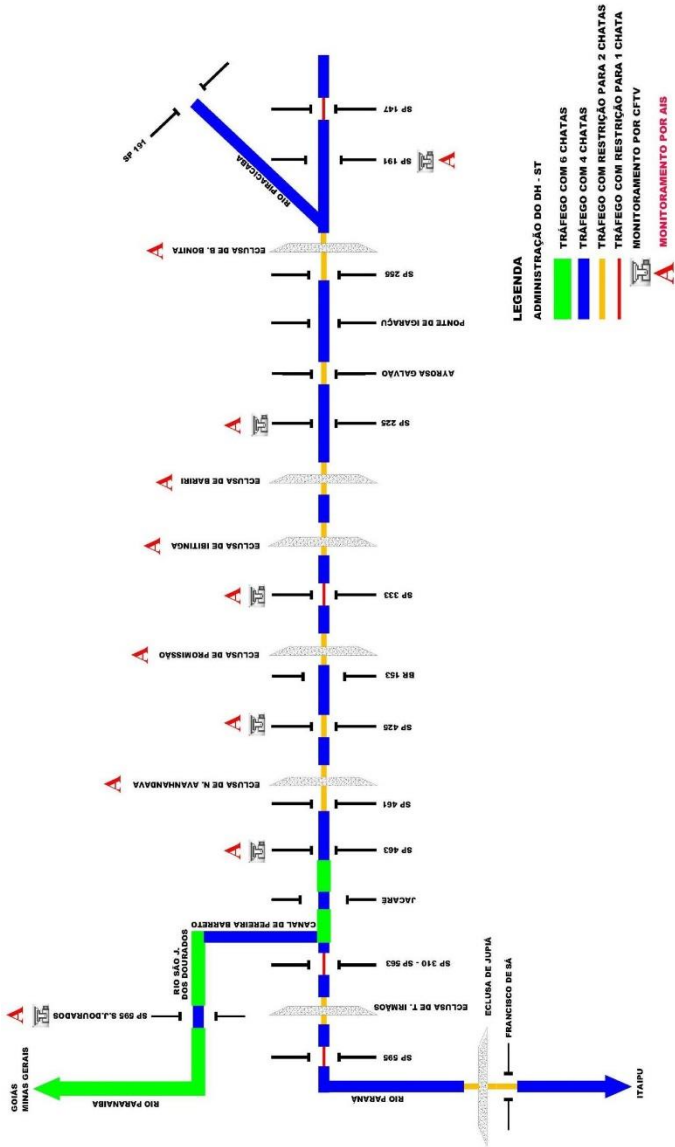
Eclusa/Ponte	CFTV	Estações Meteorológicas	Sinais AIS
Barra Bonita	X	x	x
Bariri	X	x	x
Ibitinga	X	x	x
Promissão	X	x	x
Nova Avanhandava	X	x	x
SP - 191 (Tietê)	X	Em implantação	x
SP – 225	X	Em implantação	x
SP – 333	X	Em implantação	x
SP – 425	X	Em implantação	x
SP – 463	X	x	X
SP – 565	X	Em implantação	X

Fonte: São Paulo (2016).

As Estações Meteorológicas estão em implantação nas pontes das rodovias SP-191, SP-225, SP-333, SP-425, SP-463 e SP-565, já as eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava possuem os sistemas AIS, Estações Meteorológicas e CFTV.

A Figura 18 apresenta um esquemático do monitoramento AIS na hidrovia Tietê-Paraná, contendo os principais pontos de controle da hidrovia, indicando os locais de monitoramento CFTV (Circuito Fechado de Televisão) e AIS nas pontes e eclusas.

Figura 18 - Esquemático do monitoramento AIS na hidrovia Tietê-Paraná



Fonte: São Paulo (2016).

Na 3ª Etapa da Implantação do Centro de Controle Operacional do Departamento Hidroviário, a cobertura relacionada ao mapeamento de embarcações no rio Tietê será ampliada, expandindo assim o sistema de CFTV em pontes, bem como o monitoramento meteorológico e o posicionamento via AIS.

No trecho sob jurisdição da AHRANA, a implantação do sistema AIS encontra-se em fase de desenvolvimento de estudos e licitação para contratação de empresa, a AHRANA visa realizar uma implantação rápida para atender a Portaria N°35/CFTP. Conforme ata da 69 reunião a AHRANA informou que um estudo será elaborado pela Universidade Federal de Santa Catarina para implantação do sistema AIS na área de responsabilidade de sua administração.

4.3.3 Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema contratado pelo DH é composta pelo Centro Operacional do Sistema (COS) e pelas Centrais de Aquisições de Dados, Transmissão e Recepção de Dados, Sistema de Rastreamento de Frota e Sistema Supervisório.

Localizado na sede do Departamento Hidroviário, em São Paulo, o Centro Operacional do Sistema (COS) é constituído de servidor principal e backup, bem como do aplicativo de banco de dados relacional (organiza, armazena, recupera, possibilita acessos local e remotamente, faz manutenção). Todos os dados provenientes das centrais, diretas e indiretas, são transmitidos para este local para utilização ou consulta.

Como centrais de Aquisição de Dados, entendem-se o conjunto de sensores, processadores, links e instalações fiscais, que são responsáveis pelas aquisições, processamentos locais e envios de dados. Os sensores locais são interligados a um computador responsável pela leitura, decodificação, armazenamento e envio de transmissão ao Centro Operacional do Sistema (COS) dos dados recebidos.

Os dados adquiridos pelas Centrais de Aquisição de Dados são transmitidos até o COS, onde são armazenados e disponibilizados para os vários aplicativos. Os dados recebidos são validados quanto à integridade para em sequência serem armazenados no banco de dados do COS. Desta forma, estarão disponíveis para consulta através da interface do centro operacional do sistema.

O sistema supervisório é o conjunto de aplicativos desenvolvidos para gerenciar, a partir do COS, as informações transmitidas pelas centrais de aquisição de dados e pelo sistema de rastreamento de

embarcações, processando todas as informações recebidas e as rotinas definidas.

Inicialmente o rastreamento da frota de embarcações que operam na hidrovia seria executado através de comunicação satelital ou híbrida (satelital e telefonia móvel – GSM - *Global System for Mobile Communications*) e de posicionamento automático via GPS. Segundo o São Paulo (2016), as informações transmitidas através do AIS atualmente são: nome da embarcação, companhia, velocidade e horário da última posição recebida. Como pode ser visto na Figura 19:

Figura 19 - Informações transmitidas pelo Sistema AIS



Fonte: São Paulo (2016).

Para o melhor desempenho do sistema do DH é necessário que além das informações já transmitidas, algumas outras possam ser inseridas, como: chatas, calado das chatas, tipo de carga, quantidade de carga, origem e destino. Considerando a implantação do AIS, o DH poderá contar com essas informações referente a hidrovia Tietê-Paraná.

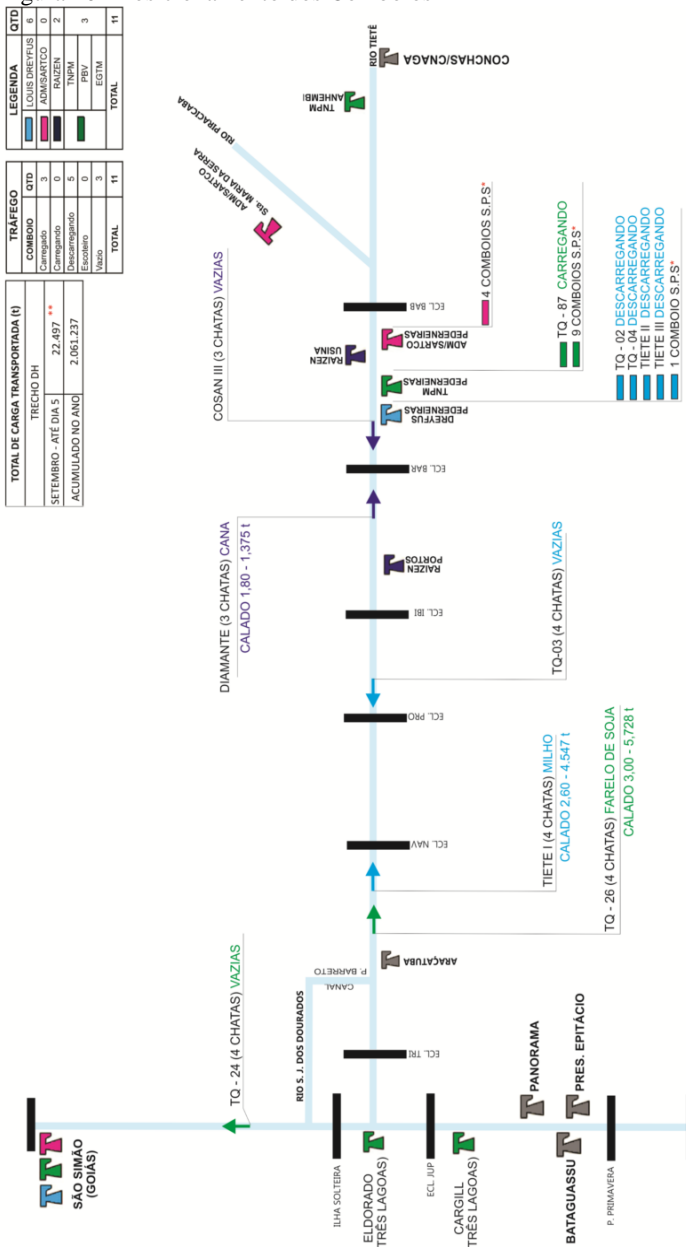
4.3.4 Controle e Monitoramento dos Comboios

Através de informações trocadas entre os operadores de eclusas e COS, o DH monitora e controla diariamente o posicionamento das embarcações e usuários cadastrados, controlando assim o tráfego de embarcações e o total de carga transportada.

Para Silva (2015), devido ao cenário de demanda crescente pela utilização do modal hidroviário, cresce também o desbalanceamento do tráfego na hidrovia Tietê-Paraná, o que resulta, algumas vezes, em filas de embarcações, principalmente onde estão inseridas as eclusas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava. Porém, para o autor, 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.

Por essa razão, existe a necessidade do controle e monitoramento do posicionamento dos comboios na hidrovia. A figura 20 apresenta uma situação real do dia 06/09/2016, obtida junto ao DH, onde é possível observar o posicionamento dos comboios na hidrovia Tietê-Paraná, de forma macro, além da quantidade de chatas e de carga transportada.

Figura 20 - Posicionamento dos Comboios



* CARGA CONTABILIZADA NA PASSAGEM PELA ECLUSA DE BARRI E QUANTITATIVO DE AREA | S.P.S. - SEM PREVISAO DE SAIDA | ATUALIZADO EM 06/09/2016 AS 11h15

Fonte: São Paulo (2016).

A figura 20 tem a função de ilustrar o posicionamento das chatas no COS, contribuindo para a programação do processo de eclusagem e travessia das pontes na hidrovía Tietê-Paraná, no trecho sob jurisdição do Departamento Hidroviário de São Paulo, o COS atualiza de maneira manual diariamente essa ilustração, mantendo assim o histórico de posicionamento das embarcações e controle de cargas transportadas.

4.4 PROPOSTA DE MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AIS

Neste capítulo será apresentado uma proposta de método para implantação do sistema AIS baseado no guia PIANC do sistema RIS Europeu.

Os sistemas AIS (RIS, LOMA e NAIS) apresentados no capítulo 4, ressaltam a importância da organização do tráfego de embarcações nas hidrovias, em um comparativo entre eles percebemos que todos os sistemas se baseiam no AIS, GPS e ECDIS. Mesmo esses sistemas sendo modulares e adaptáveis as situações específicas de cada hidrovía, todos eles possuem algumas tecnologias consideradas chave para seu funcionamento, conforme pode ser observado na tabela 8.

Tabela 8 - Comparativo Tecnologias Chave

Tecnologias Chave	Sistema AIS na Europa	Sistema AIS Americano	
	RIS	LOMA	NAIS
AIS	x	x	x
GPS	x		x
RADAR			
CFTV	x	x	
ECDIS	x	x	x
ATON			x

Fonte: PIANC (2011) e Mitchell e Scully (2014).

Nessa proposta de método será utilizado como objeto de estudo de caso a hidrovía Tietê-Paraná para aplicação prática do método, destaca-se aqui que esse método pode ser aplicado em qualquer hidrovía interior brasileira. Analisando a tabela 8 para implantação do sistema AIS na hidrovía Tietê-Paraná optou-se por se basear no sistema RIS que possuem

tecnologias chaves que são inerentes com as necessidades do dia a dia dos gestores da hidrovia, além do que, o sistema RIS padronizado pela PIANC possui uma comissão técnica que está diretamente envolvida com navegação em hidrovias e portos, os especialistas desses grupos de trabalhos desenvolvem estudos e representam diversos países e o trabalho mais relevante para implantação, de um novo ou adequação de um existente, do sistema RIS é um Guia com Recomendações de boas práticas para RIS, denominado “*Report 125-2011 – Guidelines and Recommendations for River Information Services*”. Apesar de não ser um padrão oficial, esse relatório pode ser considerado como um guia de implantação referência da área, além de conter o estado da arte sobre monitoramento em hidrovias RIS.

São diversos benefícios que podem ser extraídos do sistema RIS, visando impulsionar a navegação na hidrovia Tietê-Paraná e em qualquer hidrovia interior brasileira, dentre eles, podemos citar: segurança da navegação, proteção do ambiente, eficiência no transporte e aumento do tráfego nas vias navegáveis. O sistema RIS é modular e pode ser adaptado à situação real de cada país e de cada hidrovia.

A necessidade da implantação do sistema AIS baseado no RIS deve ser cuidadosamente avaliada com base numa análise custo-benefício e em uma consulta dos grupos de utilizadores, principalmente em hidrovias que ainda não possuem qualquer tipo de monitoramento. Devido ao sistema AIS ter sido elaborado pelo DH com outras finalidades, que não somente uma implantação baseada no RIS, tornou-se inviável a execução de uma análise custo-benefício, o que era pretendido no início dessa pesquisa. Considerando que o sistema AIS na hidrovia Tietê-Paraná se encontra em implantação na 3ª etapa do projeto e os recursos já foram liberados pelo Estado, a análise custo-benefício não será elaborada, ficando como sugestão para trabalhos posteriores.

Todas as considerações e sugestões dessa proposta de método serão feitas com base no guia RIS (PIANC, 2011). O guia com recomendações para implantação apresenta uma lista com etapas que são necessárias para o planejamento e a execução da implantação de um projeto RIS. Existem diferentes metodologias de execução de projeto, como por exemplo, as metodologias *Agile* ou *The Waterfall*. A metodologia deve ser uma escolha do executor do projeto e do tipo de projeto. Porém, a execução do projeto baseado no guia RIS facilita o processo, pois é baseado em experiências bem-sucedidas de implantação.

Para hidrovias onde não existem sistemas de monitoramento, devem ser considerados os seguintes requisitos para implantação do AIS, dentro da área AIS:

- Aprovação de projeto de implantação pela Marinha do Brasil;
- Consulta aos grupos utilizadores da hidrovia;
- Análise custo-benefício;
 - Quantidade de carga transportada;
 - Quantidade de embarcações;
 - Número de acidentes;
 - Inquérito Administrativo sobre Fatos da Navegação (IAFN); e
 - Investigação de Segurança dos Acidentes e Incidentes Marítimos (ISAIM);
 - Custo da implantação;
 - Tecnologias;
 - Infraestrutura; e
 - Disponibilidade do Sistema;
- Legislação;
 - Obrigatoriedade ao uso do AIS;

O primeiro requisito a ser considerado na implantação do AIS é a aprovação da Marinha do Brasil quanto ao projeto de implantação do sistema AIS, com a definitiva aprovação pode se iniciar as outras etapas e requisitos.

A consulta aos grupos utilizadores da hidrovia deve ser realizada com usuários da via navegável, sindicatos, órgãos governamentais, terminais, embarcadores, marinas, entre outros, que possam contribuir para implantação do sistema, considerando assim dúvidas e questionamentos quanto à implantação.

Na análise custo benefício deve ser considerado os benefícios advindos da implantação do sistema AIS como também o custo da implantação de cada tecnologia, infraestrutura e a disponibilidade em que o sistema estará em operação, os custos com disponibilidade podem variar dependendo da escala dos operadores.

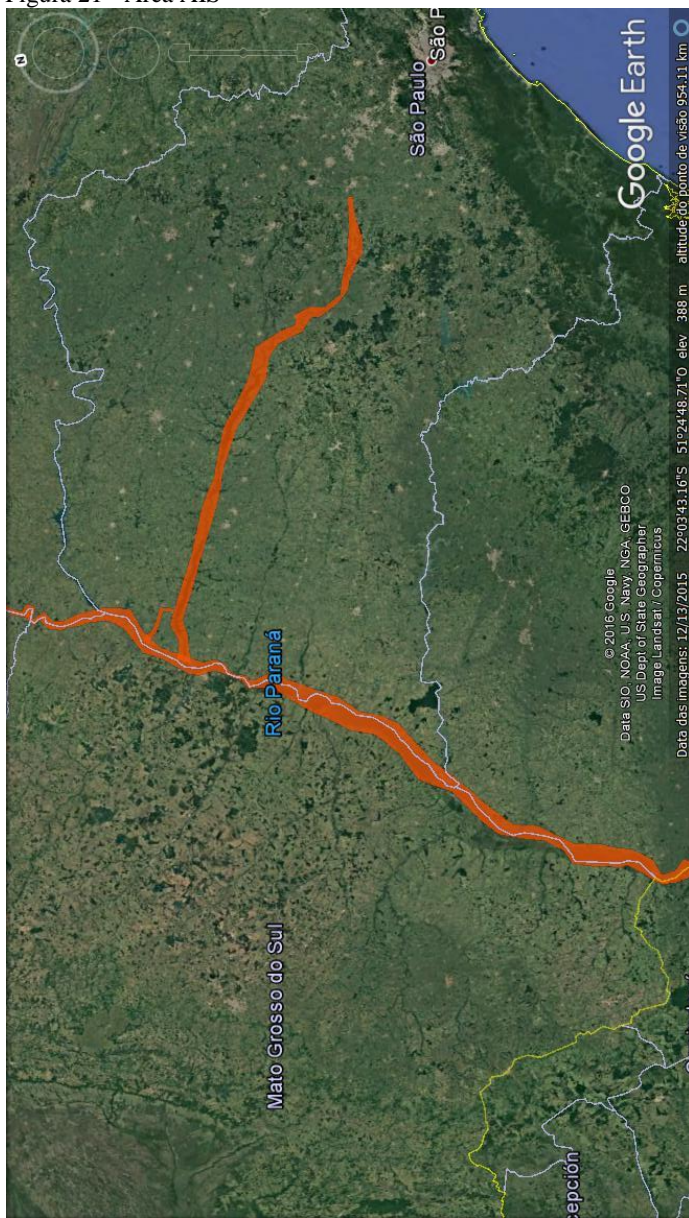
Para implantação do sistema AIS baseado no RIS é necessário definir uma área de interesse onde serão fornecidos os serviços RIS, essa área receberá o nome de área AIS.

4.4.1 Área AIS

A área AIS proposta nessa dissertação para a hidrovia Tietê-Paraná foi definida com base na jurisdição da NTHTPC. Segundo a NTHTPC (AHRANA, 2012) as normas e procedimentos dessa área aplicam às instalações das eclusas, vãos navegáveis das pontes e a trechos navegáveis da hidrovia Tietê-Paraná que são formados pelos rios Tietê, Piracicaba, São José dos Dourados, Paraná, Paranaíba, Grande, Canal Pereira Barreto e afluentes navegáveis e sinalizados.

A área AIS, em laranja, foi projetada cobrindo os rios Tietê, Piracicaba, São José dos Dourados, Paraná, Paranaíba, Grane, Canal Pereira Barreto e, principalmente, cobrindo as áreas onde estão localizados os terminais da hidrovia, através de pontos marcados no software Google Earth Pro ®, como pode ser visto na figura 21.

Figura 21 - Área AIS



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.2 Planejamento do Sistema AIS

Conforme o guia da PIANC, na fase de planejamento da implantação do sistema AIS deve ser elaborado a missão e valores do sistema, após isso, é possível elaborar o planejamento da implantação seguindo as 12 etapas.

A missão e os valores do sistema RIS são a primeira etapa do planejamento da implantação do RIS, e devem ser uma declaração formal, escrita pela organização responsável ou pela autoridade do RIS, onde descreve os objetivos que devem ser alcançados com a implantação RIS.

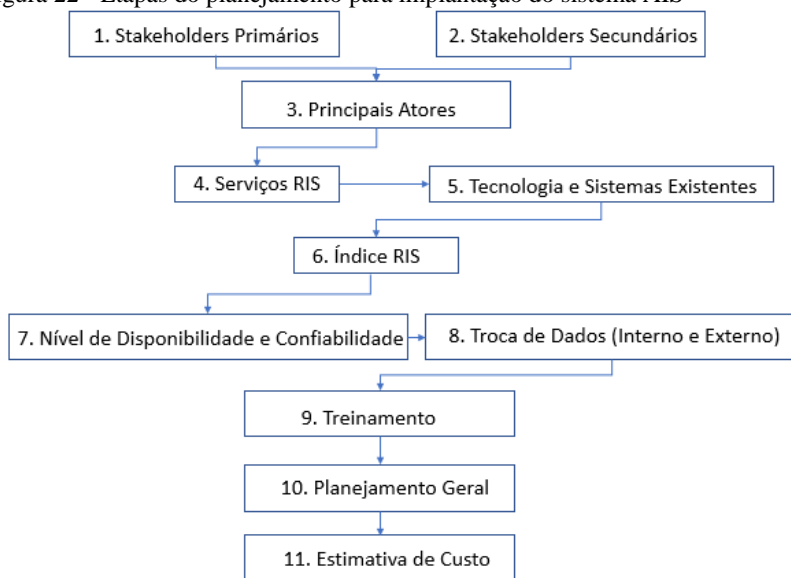
4.4.2.1 Missão e Valores do Sistema AIS na hidrovia Tietê-Paraná

Neste item, apresento uma sugestão de missão e valores para o sistema AIS: O sistema AIS deverá prover a cobertura da área AIS, que seja de interesse do tráfego aquaviário, além do compartilhamento de informações do tráfego com os serviços aliados e de integração de outros sistemas da hidrovia Tietê-Paraná, sistemas dedicados à segurança da navegação, sistema de apoio e gerenciamento de eclusas, sistemas de gerenciamento de carga e da propriedade em geral, sistema de cobrança de taxas, controle de quarentena, controle alfandegário e apoio às operações da Marinha do Brasil, empregando *hardwares* e *softwares* de alto nível, protocolos e *webservices*, utilizando padrões conhecidos e de eficiência comprovada pelo uso.

4.4.2.2 Etapas do Planejamento

A figura 22 apresenta um fluxograma contendo as 12 etapas do planejamento para implantação estruturada do sistema AIS, conforme o Guia da PIANC.

Figura 22 - Etapas do planejamento para implantação do sistema AIS



Fonte: Adaptado de PIANC (2011).

Essas etapas foram aqui abordadas como forma de proposta de método para implantação do sistema AIS, baseado no Guia PIANC para implantação do Sistema RIS, na hidrovía Tietê-Paraná, porém, a alteração ou modificação dessa proposta para uma real adequação na hidrovía Tietê-Paraná ou em qualquer outra hidrovía pode ser considerada, havendo necessidade.

1. *Stakeholders* Primários

Stakeholders significa público estratégico e descreve uma pessoa, grupo que tem interesse, organização, negócio ou indústria, que pode ou não ter feito um investimento, por vezes sendo apenas parte interessada no projeto. Sendo assim, definiram-se os seguintes stakeholders primários para essa proposta de método:

- Marinha do Brasil
- Diretoria de Portos e Costas
- Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN)
- Comando do 8º Distrito Naval
- Capitania Fluvial do Tietê-Paraná (CFTP)

- Comitê Técnico da hidrovia Tietê-Paraná
- AHRANA
- Departamento Hidroviário do Estado de São Paulo
- DNIT/DAQ
- ANTAQ
- Ministério dos Transportes
- Sindicato dos Armadores de Navegação Fluvial do Estado de São Paulo (SINDASP)

2. Stakeholders Secundários

Os *stakeholders* secundários são partes interessadas na implantação do sistema, porém não tem autoridade de decisão, com isso, os seguintes *stakeholders* são sugeridos:

- Concessionárias e Operadoras de Eclusas (AES Tietê, Companhia Energética de São Paulo (CESP), CTG do Brasil, Tijoá Energia e Itaipu);
- Terminais (Conchas, Anhemi, Santa Maria da Serra, Barra Bonita, Jaú, Pederneiras, Araçatuba, Andradina, Três Lagoas, São Simão, Panorama, Bataguassu, Presidente Epifácio, Mundo Novo, Guairá, Salto del Guairá, Santa Helena, Hernandarias, Presidente Franco);
- Usuários das Vias Navegáveis: (LDC, RAIZEN, ADM/SARTCO, TNPM, PBV, EGTM, entre outros);
- Consórcio DIG TIETE;
- Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS;
- Marinas;
- Iate Clubes; e
- Universidades Pesquisadoras.

3. Principais Atores

Os principais atores intervenientes no sistema AIS, são a composição dos *stakeholders* primários e *stakeholders* secundários:

- Marinha do Brasil;
- Diretoria de Portos e Costas;
- Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN);
- Comando do 8º Distrito Naval;
- Capitania Fluvial do Tietê-Paraná – CFTP;

- Comitê Técnico da Hidrovia Tietê-Paraná;
- AHRANA;
- Departamento Hidroviário;
- DNIT/DAQ;
- ANTAQ;
- Ministério dos Transportes;
- Sindicato dos Armadores de Navegação Fluvial do Estado de São Paulo (SINDASP);
- Concessionárias e Operadoras de Eclusas (AES Tietê, Companhia Energética de São Paulo (CESP), CTG do Brasil, Tijoá Energia e Itaipu);
- Terminais (Conchas, Anhembí, Santa Maria da Serra, Barra Bonita, Jaú, Pederneiras, Araçatuba, Andradina, Três Lagoas, São Simão, Panorama, Bataguassu, Presidente Epifácio, Mundo Novo, Guairá, Salto del Guairá, Santa Helena, Hernandarias, Presidente Franco);
- Usuários das Vias Navegáveis: LDC, RAIZEN, ADM/SARTCO, TNPM, PBV, EGTM, entre outros;
- Consórcio DIG TIETE;
- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS);
- Marinas;
- Iate Clubes;
- Universidades Pesquisadoras;

4. Serviços

O primeiro serviço RIS que deve ser implementado no sistema AIS na hidrovia Tietê-Paraná é o serviço de informações do canal, cujo já foi apresentado no subtítulo 4.1.1.2.1. Em outras etapas, podem ser incluídos os serviços de informações de tráfego e gerenciamento de tráfego, cujo seus subtítulos correspondem nessa ordem 4.1.1.2.2 e 4.1.1.2.3. A implantação total desses três serviços possibilita a inclusão de todos os outros 5 serviços disponíveis no RIS: Serviço de Apoio na Redução de Acidentes, Serviço de Informações para Logística do Transporte, Serviço de Informações para Aplicação da Lei e Serviço de Estatística e Serviço de Encargos, dispostos e conceituados no subtítulo 4.1.1.2 dessa dissertação.

5. Tecnologia e Sistemas Existentes

As tecnologias do RIS que devem ser implementadas no sistema AIS da hidrovia Tietê-Paraná inicialmente são: AIS, ECDIS, GPS e CFTV, principalmente porque são chaves para o funcionamento e já foram compuseram a 2ª etapa do projeto do Departamento Hidroviário de São Paulo.

Como já expostos no capítulo 4, os sistemas que estão em fase de contratação ou já estão em implantação no trecho sob o controle do Estado de São Paulo e do Departamento Hidroviário são:

- Sistema de CFTV;
- Estações Meteorológicas; e
- Sistema AIS;

A AHRANA já iniciou estudos e está em fase inicial de implantação do sistema AIS, elaborando editais que visam atender a Portaria N°35/CFTP.

6. Índice

Os sistemas AIS com base no RIS, possuem índice que se refere a um código de localização composto de 20 dígitos alfanuméricos:

- Código do país na ONU (2 dígitos);
- Código de localização na ONU (3 dígitos);
- Código da hidrovia (5 dígitos);
- Código do terminal ou ponto de passagem (5 dígitos); e
- Código de localização na hidrovia (5 dígitos numéricos).

Para localização de uma embarcação próxima a Pereira Barreto-SP, por exemplo, poderia utilizar-se o seguinte código: BR-PBA- HIDTP-PERBA-41314.

7. Nível de Disponibilidade e Confiabilidade

A disponibilidade pode ser definida como a porcentagem de tempo que um equipamento ou um sistema está operando e executando suas funções atribuídas normalmente. A indisponibilidade pode ser causada por interrupções programadas e não programadas. Devido a necessidade de um sistema seguro é possível atribuir uma disponibilidade 24/7/365,

com uma confiabilidade de 99,9%, ou seja, um *downtime* de apenas 8h 46m fora do ar por ano ao sistema AIS da hidrovia Tietê-Paraná.

8. Troca de Dados (Interno e Externo)

Os procedimentos operacionais e os planos de contingência, que serão elaborados por ocasião da implantação do sistema AIS, detalharão a relação definitiva, bem como o nível das informações às quais eles terão acesso. Porém, acredita-se que diversos órgãos devem ter acesso a esses dados. Dentre eles, podemos citar:

- Marinha do Brasil;
 - Diretoria de Portos e Costas;
 - Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN);
 - Comando do 8º Distrito Naval;
 - Capitania Fluvial do Tietê-Paraná (CFTP);
- Delegacia de Polícia Federal;
- Delegacia de Polícia Marítima;
- Alfândega da Receita Federal;
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária;
- Corpo de Bombeiros;
- Polícia Militar;

Cumprе ressaltar que, em linhas gerais, a implantação do AIS deve permitir que os diferentes setores da Marinha do Brasil recebam informações para serem utilizadas nos seus sistemas de gerenciamento da navegação.

A ANVISA, a Polícia Federal, o Corpo de Bombeiros, a Polícia Militar e outros serviços terão à sua disposição informações que permitam uma melhor execução das tarefas que lhes dizem respeito.

Além disso, o sistema AIS deve ser aberto, permitindo a integração de dados com outros sistemas através de Web Services. O Sistema deve permitir o compartilhamento das informações de tráfego com os serviços aliados e outros agentes, sem envolver diretamente a equipe de operação do AIS, a fim de permitir maior eficiência das ações a serem empreendidas.

9. Treinamento

Os operadores RIS devem passar por treinamentos específicos para essa função, onde os cursos serão ministrados por instituições de ensino

e treinamento acreditadas junto à Autoridade Marítima, no Brasil ou no exterior.

O Programa de Treinamento estará sujeito à aprovação da Marinha do Brasil e dos Administradores da hidrovia, anteriormente à sua implantação. Os cursos devem ser ministrados por instrutores com experiência e conhecimentos suficientes sobre toda a operação, funcionamento e soluções de problemas, relativos ao RIS que será implantado.

10. Planejamento Geral

Essa fase se constitui no planejamento geral da implantação, deve contar com o apoio dos principais atores da hidrovia Tietê-Paraná. Essas questões podem ser debatidas nas Reuniões do Comitê Técnico da Hidrovia Tietê-Paraná. Nessa fase, é importante definir um cronograma de implantação e traçar as metas a curto, médio e longo prazo com a implantação do Sistema AIS.

11. Estimativa de Custos

Não é possível elaborar estimativa de custos, pois além do sistema AIS já estar em implantação através do contrato DH-0511/2011 em parte da hidrovia Tietê-Paraná, não é objeto deste trabalho realizar cotações de mercado. Considerando que as tecnologias chaves do sistema AIS já foram consideradas na 2ª etapa do projeto do Departamento Hidroviário de São Paul, para parte do trecho da hidrovia Tietê-Paraná, parte do investimento total para adequação do sistema já está contratado e em implantação. Acredita-se que será necessário somente um complemento dos recursos já empenhados para adquirir e contratar as tecnologias restantes, visando colocar o sistema AIS baseado no Guia RIS em funcionamento para usufruir dos benefícios advindos do sistema.

4.4.3 Implantação do Método

Para a implantação do método planejado para o sistema AIS, o Guia de recomendações da PIANC apresenta uma série de etapas, como pode ser visto na tabela 9, que auxiliam no desenvolvimento e implantação do sistema.

Tabela 9 - Etapas para Implantação do Sistema

1. Requisitos Funcionais e Operacionais	Os requisitos funcionais e operacionais estão atrelados diretamente aos objetivos da Missão e Valores, os administradores da hidrovía são os responsáveis pela elaboração dos requisitos do sistema, quanto aos procedimentos operacionais a serem cumpridos pelos operadores, devem ser desenvolvidos pelos operadores e enviados para a aprovação da Marinha.
2. Simulação	Na fase de simulação, um protótipo do sistema deve ser desenvolvido e avaliado pelos usuários. É muito importante que os usuários tenham uma sensação de funcionalidade que será fornecida antes do início dos desenvolvimentos.
3. Design Técnico	O design técnico é a descrição de como os requisitos funcionais e operacionais devem ser desenvolvidos.
4. Desenvolvimento	O desenvolvimento deve ser feito com base nos Requisitos Funcionais e Operacionais.
5. Teste de Aceitação Simulado	O teste de aceitação é realizado em um ambiente simulado para verificar se o sistema desenvolvido atende os Requisitos Funcionais e Operacionais.
6. Teste de Aceitação Real	Um roteiro de testes operacionais a ser realizado no sistema, para avaliação do desempenho e da adequação dos equipamentos frente às características e condições especificadas, além disso a inspeção e os testes terão por finalidade comprovar a qualidade do material, do equipamento e da mão de obra empregados na fabricação dos mesmos e verificar se estão estritamente de acordo com as especificações, e as normas aplicáveis, estabelecidas para o material e o equipamento.
7. Treinamento	Este treinamento deve capacitar os operadores a realizarem as manutenções preventiva e corretiva mínimas, necessárias para manter o sistema operando, ou restabelecê-lo, se necessário, excetuando as situações de manutenção especializada em função da

complexidade do evento, além de treinamento operacional de todas as atividades a serem desenvolvidas.

8. Teste do sistema

Após a realização dos testes de aceitação e treinamento, a cobertura prevista para o sistema deverá ser comprovada em um Teste de Operação Contínua (TOC), em condições normais de operação, no regime de 24 (vinte e quatro) horas por dia, 07 (sete) dias por semana, sem que se verifiquem avarias, falhas, sobreaquecimento, sobrecargas ou desgastes anormais em nenhum de seus componentes.

9.Documentação

A documentação é fornecida contendo detalhes do desenvolvimento do sistema, além de um guia para o usuário.

Fonte: Adaptado de PIANC (2011).

O método de implantação proposto apresenta serviços que visam à segurança da navegação, meio ambiente, eficiência no transporte, logística do transporte e legislação. A implantação do sistema AIS baseado no guia RIS proposto nesse capítulo visa também contribuir para o desenvolvimento das hidrovias brasileiras aplicando as tecnologias reconhecidas no setor hidroviário. A adequação ao guia RIS estabelece procedimentos e requisitos funcionais para o desenvolvimento da hidrovia Tietê-Paraná, que podem ser aplicados em outras hidrovias brasileiras.

4.5 DESTAQUES

Esse capítulo apresentou o estado da arte do sistema AIS aplicado a hidrovias, onde, para isso, foi realizado um *benchmarking*, explorando a utilização e implantação do sistema e de tecnologias.

Os sistemas AIS foram padronizados na Europa com a diretiva que estabeleceu a utilização e implantação do RIS, a fim de apoiar o transporte por via navegável, tendo em vista melhorar a segurança, a eficiência e a proteção do ambiente, e ainda facilitar as interfaces com outros modais de transporte.

O sistema AIS nos Estados Unidos é composto pelo (NAIS) para coletar dados de monitoramento de tráfego em tempo real em navios que operam em águas territoriais americanas e pelo (LOMA), que mantém um sistema complementar de torres AIS em muitas de suas eclusas e barragens ao longo de seus rios e vias navegáveis interiores.

Neste capítulo foi também apresentado o estudo de caso, que contém o status atual da implantação do sistema AIS na hidrovia Tietê-Paraná, a arquitetura do sistema e todos os componentes em implantação, o sistema supervisor e como é feito o monitoramento e controle do posicionamento dos comboios na hidrovia.

Por fim, ainda no capítulo 4, foi discorrido sobre a proposta de método de implantação de AIS e a aplicação do método na hidrovia Tietê-Paraná, bem como sugestões de área de interesse AIS, Missão e Valores do Sistema, Etapas do Planejamento e Implantação do Método.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Nesta pesquisa, procurou-se dar uma visão geral da implantação do sistema AIS no modal hidroviário. A navegação em hidrovias é uma alternativa de transporte de baixo custo, seguro e com um fator de poluição relativamente baixo, como já apresentado no desenvolvimento do trabalho, ficando evidente a eficiência do transporte hidroviário se comparado com outros modais. Esse se destaca quanto aos impactos ambientais, ocupação da via, custo de fretes e até mesmo em relação ao consumo de combustível, se comparado aos modais ferroviário e rodoviário.

As principais organizações e legislação intervenientes no modal hidroviário foram apresentadas no decorrer da dissertação. A respeito da hidrovia Tietê-Paraná, vale ressaltar a importância do comitê técnico coordenado pela Capitania Fluvial da Hidrovia Tietê-Paraná. Sabe-se que, segundo o CFTP (2017), já foram realizadas 70 reuniões a fim de discutir e propor soluções e procedimentos referentes à segurança na navegação e ao bom funcionamento da hidrovia, a mais recente realizada no dia 27 de setembro de 2017.

As tecnologias avançadas de informação e comunicação aplicadas as vias interiores proporcionam à navegação interior uma vantagem competitiva sobre outros meios de transporte, bem como um meio eficaz de integração nas cadeias logísticas.

Como visto no estudo de caso da hidrovia Tietê-Paraná, a informação sobre o posicionamento dos comboios é repassada para o COS/DH através dos operadores das eclusas, assim, pode-se afirmar que esse método de controle de tráfego não é confiável, além de não ser em tempo real. Com isso foi atingido o **objetivo A** desta dissertação.

Para alcançar o **objetivo B**, explorou-se nesta dissertação o transporte hidroviário brasileiro, cargas transportadas na navegação interior, bacias hidrográficas, cabotagem, intermodalidade e multimodalidades, além de tecnologias e serviços de tráfego marítimos empregados na navegação em vias interiores.

O sistema AIS em implantação na hidrovia Tietê-Paraná facilitará o controle e o monitoramento da situação real da hidrovia. A partir da implantação será possível obter informações precisas, que possibilitarão a divulgação de informações dos equipamentos AIS (instalados em eclusas e pontes) para a Marinha do Brasil, além de armazenar em um banco de dados e tomar decisões baseadas no tráfego real.

É fato que o investimento no sistema AIS enaltece o desenvolvimento da hidrovia Tietê-Paraná, porém esse sistema pode receber melhorias baseadas nos sistemas AIS em funcionamento na Europa e Estados Unidos. A hidrovia tem potencial para desenvolver um sistema integrado e se tornar referência no Brasil em monitoramento e gerenciamento do tráfego de embarcações em vias navegáveis.

O sistema americano LOMA foi desenvolvido com base no sistema NAIS e lições aprendidas com implantação do AIS em vias navegáveis europeias, o que reforça que as vias navegáveis europeias são referências mundiais em questão de monitoramento e gerenciamento no modal hidroviário. A implantação do conceito RIS no continente europeu unificou o continente e potencializou o transporte por vias interiores, tornando o modelo um exemplo a ser seguido quando se trata de monitoramento e gerenciamento de hidrovias.

A melhor utilização do sistema AIS contribui para a eficiência do processo de navegação na hidrovia. Além da utilização do sistema visando benefícios no processo de eclusagem, são inúmeras as vantagens do sistema AIS no que se refere a segurança da navegação, logística e proteção ao meio ambiente.

É necessário a implantação de sistemas de monitoramentos nas hidrovias brasileiras, para ajudar na tomada de decisão quanto a implantação do sistema AIS nesta dissertação foram dispostos requisitos para implantação, exatamente como exposto no **objetivo C**.

A proposta de método para implantação do sistema AIS baseado no guia do sistema RIS Europeu apresentada nesta dissertação, referente ao **objetivo D**, visa obter melhores resultados na segurança da navegação (Serviços VTS) e proteção ao meio ambiente, além da utilização dos serviços RIS para gerir as operações de eclusagem e travessia de pontes.

Ao discorrer sobre o estudo de caso da presente dissertação, nota-se que melhorias podem ser implantadas ao sistema AIS na hidrovia Tietê-Paraná para agregar na promoção de segurança, eficiência logística e na proteção ao meio ambiente. Em função disso, na presente pesquisa, foi utilizado a hidrovia Tietê-Paraná para aplicação prática do método para implantação do sistema AIS.

Na dissertação do Silva (2015), o autor conclui que o planejamento de eclusagem pode ser o caminho mais eficaz para preencher a lacuna identificada nos procedimentos do sistema de navegação da hidrovia Tietê-Paraná e melhorar o desempenho das operações das empresas. Com isso, a implantação do sistema AIS ao Guia do Sistema RIS contribui diretamente para o gerenciamento do tráfego, atuando no planejamento de eclusagem e travessias em pontes, sendo um sistema capaz de trocar

informações, dar suporte ao comandante e gerenciar o fluxo, baseado na base de dados e horários estimado de chegada e saída.

Para Silva (2015), organizar o fluxo de passagens de embarcações pelas eclusas trará reflexos positivos para toda a hidrovia Tietê-Paraná, por eliminar ou minimizar a ocorrência de filas em eclusas. 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 melhorias na atratividade e a visibilidade do modal.

Os serviços do RIS, dentre eles a organização do fluxo de passagens de embarcações, troca de informações entre embarcações, informações para a logística do transporte e apoio na redução de acidentes são benefícios da implantação do sistema na Hidrovia Tietê-Paraná e que podem ser explorados em outras hidrovias brasileiras, visando o gerenciamento e segurança do tráfego.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES

Considerando a proposta de método para implantação do sistema AIS, fica como sugestão para trabalhos posteriores uma avaliação de leis e acordos internacionais no que tangem os aspectos de monitoramento de embarcações, especificamente com o Paraguai, que faz divisa com o Brasil no rio Paraná.

A análise custo benefício da implantação do método proposto nesta dissertação, poderia contribuir para uma tomada de decisão referente a melhorias no sistema e implantação nas hidrovias brasileiras.

Como o sistema ainda está em fase de implantação na hidrovia Tietê-Paraná, outra sugestão pós-implantação seria uma análise dos impactos no transporte de carga, visando identificar qual o real ganho com a implantação dos equipamentos de monitoramento, para que ajudar no processo de decisão sobre a implantação do sistema em outras hidrovias brasileiras.

REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARANÁ – AHRANA. **Normas de Tráfego na Hidrovia Tietê: Paraná e seus Canais: NTHTPC**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.ahrana.gov.br/normas_tecnicas.html>. Acesso em: 25 abr. 2016.

_____. **Meio Ambiente**. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.ahrana.gov.br/meio_ambiente.html>. Acesso em: 25 abr. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Bacias Hidrográficas: região hidrográfica Atlântico Sul**. [S. l.], 2012. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoSul.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

_____. **Bacias Hidrográficas**. [S. l.], 2016. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/default.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ (Brasil). **Palestras 2012**. [S. l.], 2012. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/IIseminarioBrasilxBelgica2012/Danny%20Aronson%20%20Transporte%20de%20etanol%20pela%20Hidrovia%20Paran%C3%A1%20Tiet%C3%AA.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

_____. **Relatório Técnico: Bacia do Paraná-Tietê: Plano Nacional de Integração Hidroviária: Desenvolvimento de Estudos e Análises das Hidrovias Brasileiras e suas Instalações Portuárias com Implantação de Base de Dados Georreferenciada e Sistema de Informações Geográficas**. Florianópolis, SC; Brasília: ANTAQ; UFSC; LabTrans, 2013a. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/Portal/PNIH/RTBaciaParanaTiete.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2016.

_____. **Plano Nacional de Integração Hidroviária**. 2013b. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/Portal/PNIH.asp>>. Acesso em: 26 out. 2016.

_____. **Anuário Estatístico Aquaviário 2013**. Brasília, DF, 2013c. Disponível em: <<http://antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Anuario2013/index.htm>> Acesso em: 18 maio 2016.

_____. **Relatório Técnico: Bacia do São Francisco: Plano Nacional de Integração Hidroviária: Desenvolvimento de Estudos e Análises das Hidrovias Brasileiras e suas Instalações Portuárias com Implantação de Base de Dados Georreferenciada e Sistema de Informações Geográficas**. Florianópolis, SC; Brasília: ANTAQ; UFSC; LabTrans, 2013d. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/Portal/PNIH/RTBaciaSaoFrancisco.pdf>>. Acesso em 25 maio 2017.

_____. **TKU da navegação interior e de cabotagem – 2014**. Brasília, 2015a. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Transporte-de-Cargas-nas-Hidrovias-Brasileiras-2015-TKU.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

_____. **Anuário Estatístico Aquaviário 2015**. Brasília, 2015b. Disponível em: <<http://antaq.gov.br/Portal/PDF/Anuarios/ApresentacaoAnuario2015.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

_____. **Anuário Estatístico Aquaviário 2016**. [s. l.], 2016. Disponível em: <<http://antaq.gov.br/Portal/PDF/Anuarios/ApresentacaoAnuario2016.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Engenharia portuária**. São Paulo: Blucher, 2013.

ATLANTIC Radio Telephone. **Icom MA-500TR Class B AIS Transponder**. [S. l.], 2017. Disponível em: <<http://www.atlanticrt.com/communication/ais/ais-transceivers/icom-ma-500tr-class-b-ais-transponder.html>>. Acesso em: 11 maio 2017.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 2006.

BARROS, G. L. M. **Navegar é fácil**. Petrópolis, RJ: Catedral das Letras, 2006.

BENTO, C. N. S. **Navegação Integrada**. Niterói, RJ: Claudio Ventura Comunicação Visual, 2013.

BRASIL. Lei n. 9.432, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e da outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 09 jan. 1997.

_____. Lei n. 9.537 de, 11 de Dezembro de 1997. Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 12 dez. 1997.

_____. Lei n. 10.233, de 5 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre [...] e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 6 jun. 2001.

_____. COMANDO DA MARINHA. Portaria nº 77/DHN, de 31 de julho de 2009. Aprova as Normas da Autoridade Marítima para Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS) - NORMAM- 26/DHN. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 06 ago. 2009.

_____. MARINHA DO BRASIL. CAPITANIA FLUVIAL DO TIETÊ-PARANÁ - CFTP. **Normas e procedimentos da capitania fluvial do Tietê-Paraná – NPCF**. Brasília, 2012.

_____. Lei 12.815, de 05 de junho de 2013. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários [...] e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 05 jun. 2013.

_____. MARINHA DO BRASIL. CAPITANIA FLUVIAL DO TIETÊ-PARANÁ - CFTP. Portaria n. 35/CFTP, de 20 de dezembro de 2013. Obrigatoriedade do equipamento transceptor AIS para embarcações/comboios que trafegam na Hidrovia Tietê-Paraná. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 20 dez. 2013. Disponível em: https://www.mar.mil.br/cftp/pdf/portaria_n_%2035_2013_cftp_obrigatoriedad_e_do_ais.pdf. Acesso em: 20. abr. 2016.

_____. MARINHA DO BRASIL. CAPTÂNIA FLUVIAL DO TIETÊ-PARANÁ – CFTP. **Capitania Fluvial do Tietê-Paraná**. [S. l.], 2017. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/cftp/>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

_____. MARINHA DO BRASIL. DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS. **Missão**. [S. l.], 2017a. Disponível em <<https://www.dpc.mar.mil.br/pt-br/institucional/missao>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

_____. MARINHA DO BRASIL. **NORMAN-26/DHN**: Norma da Autoridade Marítima para o Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS). Brasília: Diretoria de Portos e Costas Marinha do Brasil, 2009.

CASTRO JUNIOR, O. A. **Direito Marítimo**: Made in Brasil. São Paulo: Lex, 2007.

CASTRO JUNIOR, O. A.; PASSOLD, C. L.; **Direito Portuário, Regulação e Desenvolvimento**. Belo Horizonte: Fórum, 2010.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista portuguesa de educação**, Braga, v. 16, n. 2, p. 221-236, 2003.

COMPANHIA DOCAS DE SÃO SEBASTIÃO. **Plano de desenvolvimento e zoneamento**. São Sebastião, SP, 2009. Disponível em: <<http://www.portoss.sp.gov.br/cs/groups/public/documents/document/mdaw/day/%7Eedisp/002368.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017.

COMPANHIA ENERGÉTICA EM SÃO PAULO – CESP. **Usina Hidrelétrica Eng. Souza Dias (Jupia)**. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/Empresa_UsinaJupia?OpenDocument>. Acesso em: 20 maio 2017.

CONVENÇÃO Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios – MARPOL (73/78). **Protocolo de 1978 relativo à convenção internacional para a prevenção da poluição por navios, 1973**. [s. l.], 1973. Disponível em:

<http://www.fd.unl.pt/docentes_docs/ma/jc_MA_26322.pdf>. Acesso em: 25 maio 2016.

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

DEMARIA, Marjory et al. **O operador de transporte multimodal com fator de otimização da logística**. 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Institucional**. [S. l.], 2017a. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/aceso-a-informacao/insitucional>>. Acesso em 12 jan. 2017

_____. **Diretoria de Infraestrutura Aquaviária**. [S. l.], 2017b. Disponível em: <<http://dnit.gov.br/hidrovias/diretoria-de-infraestrutura-aquaviaria>>. Acesso em: 15 maio 2017.

DROZD, W. et al. Operational status of polish AIS network. **TransNav-International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation**, v. 1, n. 3, p. 251-253, 2007.

DURAJCZYK, P. Implementation of RIS in Poland: the current state and plans for future development. **Autobusy**, v. 17, n. 12, p. 598-601, 2016.

ERIKSEN, T. et al. Maritime traffic monitoring using a space-based AIS receiver. **Acta Astronáutica**, v. 58, n. 10, p. 537-549, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576506000233>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

FASTENBAUER, M.; SATTLER, M.; SCHILK, G. River information services for commercial users in the inland waterway sector. **IEEE**, p.31-36, 2007.

FELIPE JÚNIOR, N. F.; SILVEIRA, M. R. A Hidrovia Tietê-Paraná e as Redes Intermodais: o caso do porto de Pederneras-SP. **Revista Formação**, Presidente Prudente, SP, v. 1, n. 15, p. 97-107, 2008.

FELIPE JÚNIOR, N. F. **A Hidrovia Tietê-Paraná e a intermodalidade no Estado de São Paulo**. 2008. 288 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2008.

_____. **Circulação, transportes e logística no setor portuário e marítimo brasileiro**. Vila Velha: Above, 2014.

FENG, F.; PANG, Y.; LODEWIJKS, G. An intelligent agent-based information integrated platform for hinterland container transport. In: Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI), 2014 IEEE International Conference on. **IEEE**, p. 84-89, 2014.

GEM ELETTRONICA. **Vessel Traffic Service (VTS)**. [S. l.], 2017. Disponível em <<http://www.gemrad.com/index.php/business-area/surveillance-security/surveillance-solutions/coastal-surv-vtmis-sol/vts>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

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

GROSSARDT, T. H.; BRAY, L.; BURTON, M. **Inland Navigation in the United States: An Evaluation of Economic Impacts and the Potential Effects of Infrastructure Investment**. 2014.

INFO Navigation Malacca Straits. **Automatic Identification System (AIS)**. Kamis, 2012. Disponível em: <<http://infonavigation.blogspot.com.br/2012/04/automatic-identification-system-ais.html>>. Acesso em 18 jun. 2017.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES – IALA. **IALA Guideline: 1028 On the Automatic Identification System (AIS)**. [s. l.], 2004.

_____. **IALA Recommendation V-119: The Implementation of Vessel Traffic Services**. [S. l.], 2009. Disponível em: <<http://www.iala->

aism.org/product/implementation-of-vessel-traffic-services-v-119/>. Acesso em: 17 mar. 2017.

_____. **Constitution of IALA**. [S. l.], 2016. Disponível em: <<http://www.iala-aism.org/about/constitution.html>>. Acesso em: 08 maio 2016.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION - IMO. **Resolution MSC.232(82) adopted on 5 december 2006 adoption of the revised performance standards for electronic chart display and information systems (ECDIS)**. [S. l.], 2006. Disponível em: <[http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MSC.232\(82\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.232(82).pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2017

_____. **History of IMO**. [S. l.], 2016. Disponível em: <<http://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: 05 de maio 2016.

_____. **SOLAS XI-2 and the ISPS Code**. [S. l.], 2017. Disponível em: <[http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide to Maritime Security/Pages/SOLAS-XI-2%20ISPS%20Code.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide%20to%20Maritime%20Security/Pages/SOLAS-XI-2%20ISPS%20Code.aspx)>. Acesso em: 05 de fev. 2017.

JUNQUEIRA, A. O Transporte do etanol pela hidrovia Tietê-Paraná: In: SEMINÁRIO DE PORTOS E VIAS NAVEGÁVEIS, 2., 2011, Brasília. **Anais...** Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2016/12/%E2%80%9CO-Transporte-de-Etanol-pela-Hidrovia-Tiet%C3%AA-Paran%C3%A1%E2%80%9D-Agenor-Junqueira.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

KÜHTREIBER, N. et al. Value-added services for river information systems. **Vermessung & Geoinformation**, v. 95, p. 186-194, 2007.

LILLYCROP, J.; TETREULT, B. The US Army Corps of Engineers: The future of navigation and 21st century waterways. **Coast Guard Journal of Safety & Security at Sea, Proceedings of the Marine Safety & Security Council**, v. 72, n. 2, 2015.

LINO, G. L.; CARRASCO, L.; COSTA, N. **A hora das hidrovias**: estradas para o futuro do Brasil. Rio de Janeiro, RJ: Capax Dei, 2008.

LOBO, E. **Os Avanços nas comunicações e seus impactos junto ao sistema de transporte rodoviário de cargas**. 1997. 161 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 1997.

MACEDO, Alberto Amarante, PÓVOA FILHO, Francisco Liberato. **Glossário da qualidade total**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni : Escola de engenharia da UFMG, 1994.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

McNAIR, C. J., LEIBFRIED, K. H. J. **Benchmarking**: A tool for continuous improvement. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992.

MIGUENS, A. P. **Navegação**: A Ciência e a arte. Brasília, DF: DHN, 1996.

MITCHELL, K.; SCULLY, B. Waterway Performance Monitoring with Automatic Identification System Data. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board, n. 2426, p. 20-26, 2014.

MORIMOTO, C. E. **O vulnerável sistema de GPS**. [S. l.], 2010. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/vulneravel-sistema-gps/>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. O transporte por cabotagem no Brasil- potencialidade para a **intermodalidade** visando a melhoria do fluxo logístico. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 11, n. 2, p. 595-617, 2011.

NORRIS, A. AIS Implementation–Success or Failure?. **Journal of Navigation**, v. 60, n. 01, p. 1-10, 2007.

OLIVA, J. A. B. Panorama das Hidrovias Brasileiras. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE HIDROVIAS: BRASIL-HOLANDA, 2009, Brasília. **Anais...** Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/Portal/pdf/Palestras/SeminarioBrasilHolanda/04Marco/PalestraAlexOlivaBrasilHolanda.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

OLIVEIRA, B. M. **Software de rastreamento de embarcações e plataforma eletrônica para ensaios hidrodinâmicos em túnel de vento**. 2013. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia da Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2013.

PANG, Y.; LODEWIJKS, G. Design of electronic commerce infrastructure for cross-border postal operations. In: PROCEEDINGS OF 2014 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS. 2014. **IEEE**, 2014. p. 406-411. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6960759/>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

PANTEIA. **Evaluation of RIS Implementation for the period 2006-2011 Main Report**. Zoetermeer, jul. 2014. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/inland/studies/doc/2014-07-evaluation-of-ris-implementation-main-report.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

PEREIRA, N. N. et al. Aspectos sobre a segurança no transporte de álcool pela hidrovia Tietê-Paraná. 2007. Disponível em: <<http://www.fontem.com/archivos/270.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

PEREIRA, N. N. **Um estudo sobre instalações propulsoras para empurradores fluviais**. 2007. 241 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. São Paulo, 2007.

PIANC. CENTRAL COMMISSION FOR THE NAVIGATION OF THE RHINE. **Guidelines and Recommendations for River Information Services**. 3. ed. [S. l.], 2011.

_____. **What PIANC stands for.** [S. l.], 2016. Disponível em:
<<http://www.pianc.org/aboutpianc.php>>. Acesso em 11 maio 2016.

PLANO HIDROVIÁRIO ESTRATÉGICO - PHE/MT. **Plano Hidroviário Estratégico – Ministério dos Transportes.** Brasília, 2013. Disponível em:
<http://www.transportes.gov.br/images/TRANSPORTE_HIDROVIARIO/PHE/RELATORIO_PLANO ESTRATEGICO.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2017.

POMPERMAYER, F. M. et al. **Hidroviás no Brasil:** Perspectiva histórica custos e institucionalidade. Rio de Janeiro, IPEA, 2014.

PONS, J. M. S.; REYNÉS, M. R. M. **Geografía de los transportes.** Palma: Universitat de les Illes Balears; Servei de Publicacions i Intercanvi Científic, 2004.

POTENCIAL Marítimo. **O que é ECDIS?**[S. l.], 2014. Disponível em:
<<http://potencialmaritimo.blogspot.com.br/2014/03/o-que-e-ecdis.html>>.
Acesso em: 26 maio 2017.

PRAETORIUS, G.; LÜTZHÖFT, M. Decision support for vessel traffic service (VTS): user needs for dynamic risk management in the VTS. **Work**, v. 41, n. supp. 1, p. 4866-72, 2012.

RHOTHETA ELETRONIK GmbH. **RT-1000:** VHF Radio Direction Finder (VDF) System for ATC and VTS. [S. l.], 2017. Disponível em:
<https://www.rhotheta.com/products/rt_1000>. Acesso em: 26 maio. 2017.

RODRIGUES, J. A. S. **Estradas d'água:** as hidroviás do Brasil. Rio de Janeiro: Action Editora, 2009.

SANTANA, W. A. **Proposta de diretrizes para planejamento e Gestão Ambiental do Transporte Hidroviário no Brasil.** 2008. 277 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. São Paulo, 2008.

SÃO PAULO (Estado). DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO – DH. **XV Semana de Tecnologia Naval**: Fatec Jahu: Equipamentos de Bordo AIS. São Paulo, SP, 2016.

_____. DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO – DH. **Sistema Hidroviário**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <<http://www.dh.sp.gov.br/centro-de-controle-operacional/>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

SCHILK, G.; SEEMANN, L. Use of ITS technologies for multimodal transport operations–River Information Services (RIS) transport logistics services. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 48, p. 622-631, 2012.

SECRETARIA DE PORTOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - SEP/PR (Brasil). **PNLP 2015**: Plano Nacional de Logística portuária: Sumário Executivo. Brasília. 2015. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/plano-nacional-de-logistica-portuaria>>. Acesso em: 20 maio 2016.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. UFSC, Florianópolis, 2005.

SILVA, H. **Considerações sobre planejamento de eclusagens na hidrovía Tietê-Paraná**. 2015.106 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2015.

STRENGE, R. Paper 93 – AIS Land Infrastructure on German Inland Waterways. In: SMART RIVERS, 2015, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: PIANC, 2015. Disponível em: <http://www.pianc.org.ar/_stage/pdf/papers_sr2015/93_paper_Strengge_DEU_1.pdf>. Acesso em: 25 maio 2016.

TEN BROEKE, I. A. A.; WILLEMS, C. P. M.; GLANSDORP, C. C. River information services: a joint European effort to enhance safety and usability of the inland waterway. In: Intelligent Transportation Systems, 2001: Proceedings 2001 IEEE. **IEEE**, p. 1108-1115, 2001.

TRANSPORT RESEARCH KNOWLEDGE CENTRE - TRKC. **River information Services**: Modernising inland shipping through advanced information technologies. Bélgica, 2010. Disponível em: <http://www.transport-research.info/sites/default/files/brochure/20110405_145853_15995_Brochure_RIS_web.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2017.

TROEGL, J. Research Study of River Information Services on the US Inland Waterway Network. **Via Donau**, Vienna, 2012.

U.S. COAST GUARD NAVIGATION CENTER - NAVCEN. **US Army Corps of Engineers (USACE) Navigation Program, Services And Projects**. Estados Unidos da América, 2017. Disponível em: <https://www.navcen.uscg.gov/pdf/ListeningSession/USACE_Listening_Session_2014.pdf>. Acesso em: 12 maio 2017.

UNESP. **Estudo de mapeamento para implantação do sistema AIS (Automatic Identification System) na Hidrovia Tietê-Paraná**. [S. l.], 2014.

UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2005/44/CE do parlamento europeu e do conselho de 7 de Setembro de 2005 relativa a serviços de informação fluvial (RIS) harmonizados nas vias navegáveis interiores da Comunidade. **Jornal Oficial da União Europeia**. [S. l.], 30 set. 2005. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005L0044&from=PT>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

VALENTE, A. M. et al. **Qualidade e Produtividade nos Transportes**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

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

ZAIRI, Mohamed. **Competitive Benchmarking**: an executive guide. Hertfordshire: Technical Communications, 1992.