

VLADIMIR CANCIAN JUNIOR

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA MONITORAÇÃO E
GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO NAS HIDROVIAS**

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.

SÃO PAULO

2002

VLADIMIR CANCIAN JUNIOR

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA MONITORAÇÃO E
GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO NAS HIDROVIAS**

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.

Área de concentração:

Engenharia Naval

Orientador:

Prof. Dr. Bernardo Luís Rodrigues de Andrade

SÃO PAULO

2002

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Vladimir e Angela
pelo apoio e ajuda em prol de minha
formação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Bernardo Luís Rodrigues de Andrade, pelo apoio proporcionado e por me a solucionar minhas dúvidas desta dissertação.

A Regina pela compreensão e apoio em todos os momentos do desenvolvimento deste projeto.

A George Takahashi, pelo empenho em auxiliar em informações de suma importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Hilton Aparecido Garcia, pela ajuda durante a finalização deste trabalho.

E a todos os amigos, pelo incentivo e apoio em todos os momentos desta jornada.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS.....	VI
	LISTA DE TABELAS	X
	LISTA DE ABREVIATURAS	XI
	RESUMO	XII
	ABSTRACT	XIV
	 CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	 1
1.1	Considerações Gerais.....	1
1.2	Objetivos do Trabalho.....	10
1.3	Condução do Trabalho	13
	 CAPÍTULO 2 - SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO PARA	
	HIDROVIAS.....	13
2.1	Visão Geral	13
2.2	Programa RTD de Transporte.....	16
2.3	Projetos de Pesquisa para Hidrovias na Comunidade Européia .	17
2.3.1	Projeto INCARNATION	17
2.3.2	Projeto RINAC	20
2.3.3	Projeto INDRIS	22
2.3.4	Diretrizes e Recomendações para RIS.....	23
2.4	River Information System - RIS	24
2.4.1	Objetivos do RIS	25
2.5	Arquitetura para os Serviços RIS	26
2.5.1	FIS – Sistema de informação sobre as Vias	26
2.5.2	TTI e STI – Sistemas de Informação sobre o Tráfego	28
2.6	Sistemas para Redução de Calamidades.....	29
2.7	Benefícios Proporcionados pelo RIS	30
2.8	Planejamento para Implantação do RIS	30

CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE	
INFORMAÇÃO	
	32
3.1	Planejamento do Sistema de Informação..... 33
3.2	Níveis de Informação..... 32
3.3	Estrutura do Sistema de Informação 34
3.4	Caracterização da Via 36
3.4.1	Base Cartográfica da Via 38
3.5	Caracterização dos Veículos 41
3.6	Serviço de Monitoração, Comunicação e Transmissão de Dados dos Veículos 42
3.6.1	Tipos de Comunicação e Transmissão de Dados Adotados nos Veículos 42
3.6.2	Monitoração Gráfica dos Veículos 44
3.7	Dados e Informação sobre as Pontes 45
3.8	Dados e Informação sobre os Canais de Navegação 48
3.9	Dados e Informação sobre as Eclusas 51
3.10	Estrutura Física do Centro do Sistema de Informação 54
3.11	Ferramentas de Informação para os Usuários da Via 55
3.11.1	Serviço de Comunicação e Posição dos Veículos 57
3.11.2	Serviço de Planejamento de Viagens 58
3.11.3	Serviço de Monitoramento de Pontes 60
3.11.4	Serviço de Monitoramento de Canais 61
3.11.5	Serviço de Monitoramento de Eclusas 61
3.11.6	Serviço de Monitoramentos de Veículos 62
3.11.7	Serviço de Aviso aos Navegantes 62
3.11	Comunicação Via WAP 62
 CAPÍTULO 4 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA	
DE INFORMAÇÃO	
	65
4.1	Hidrovia Tietê 66
4.2	Hidrovia Paraná 67
4.3	Gabarito das Hidrovias 69

4.4	Responsabilidade sobre as Vias.....	71
4.5	Transporte pela Hidrovia.....	72
4.6	Transporte de Carga por Comboios.....	74
4.7	Restrições da Via	76
4.8	Sistema de Informação Praticado Atualmente	78
4.9	Exemplo da Aplicação do Sistema de Informação.....	79
4.9.1	Rota Adotada.....	80
4.10	Quantidade de Veículos em Operação	81
4.11	Veículos e Parâmetros Adotados	82
4.12	Exemplos das Aplicações	83
4.12.1	Condição 1 – Viagem Ótima.....	83
4.12.2	Condição 2 – Viagem com Saída de Dois Veículos no Mesmo Horário.....	85
4.12.3	Condição 3 – Viagem com Três Veículos Sem Planejamento	87
4.12.4	Condição 4 – Viagem com Quatro Veículos Sem Planejamento.....	89
4.12.5	Condição 5 – Viagem com Quatro Veículos Com Planejamento.....	99
	CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO.....	103
5.1	Sugestão para Trabalhos Futuros	106
6	ANEXOS	107
	ANEXO A - Rotina de Conversão de Coordenadas.....	107
	ANEXO B - Planilha de Planejamento de Viagem de Comboios	109
	ANEXO C - Eclusas da Hidrovia Tietê-Paraná.....	112
	ANEXO D - Gabaritos de Navegação da Hidrovia Tietê -Paraná	116
	ANEXO E - Embarcações que Operam na Hidrovia Tietê-Paraná	118
	ANEXO F - Canais de Navegação da Hidrovia Tietê-Paraná.....	121
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Evolução da Carga Movimentada na Hidrovia Tietê-Paraná	4
Figura 2.1 - Evolução do Tráfego por Modal de Transporte de Mercadorias.....	15
Figura 2.2 - Imagens de VTS Localizado na Bélgica.....	18
Figura 2.3 – Imagem de um Dispositivo ECDIS.....	27
Figura 2.4 – Imagem de um Dispositivo AIS.....	29
Figura 3.1 – Estrutura do Sistema de Informação.....	35
Figura 3.2 – Trecho da Hidrovia Digitalizada e Vetorizada para o AutoCAD	39
Figura 3.3 – Caminho Percorrido pelas Informações Via Satélite	43
Figura 3.4 – Trecho da Via Digitalizado com Sobreposição da Posição dos Veículos	45
Figura 3.5 – Imagem da Tela do Sistema de Informação – Monitoração de Pontes	47
Figura 3.6 – Estrutura do Serviço de Informação de Comunicação e Posição dos Veículos	48
Figura 3.7 – Imagem da Tela do Sistema de Informação – Monitoramento dos Canais.....	50
Figura 3.8 – Estrutura do Serviço de Informação para Monitoração dos Canais de Navegação	51
Figura 3.9 – Estrutura do Serviço de Informação para Monitoração das Eclusas	53
Figura 3.10–Estrutura Física do Centro do Sistema de Informação	55
Figura 3.11–Tela Principal do Portal no Navegadores Internet Explores 5.5	56
Figura 3.12–Apresentação da Tela de Posicionamento dos Veículos na Base Cartográfica da Via	57
Figura 3.13–Tela do Editor de Texto para Comunicação com os Veículos	58
Figura 3.14–Exemplo de Planejamento da Viagem de um Veículo	59

Figura 3.15–Imagem do Circuito de TV das Eclusas do Rio Tietê.....	61
Figura 3.16–Exemplo de Acesso WAP para Localização de um Veículo	63
Figura 3.17–Área de Cobertura de Telefonia Celular no Estado de São Paulo	64
Figura 4.1 – Localização da Hidrovia Tietê- Paraná	66
Figura 4.2 – Malha Rodo – Ferroviária integrada a Hidrovia Tietê	67
Figura 4.3 – Malha Rodo – Ferroviária integrada a Hidrovia Paraná	68
Figura 4.4 – Comboio Tipo Tietê.....	69
Figura 4.5 – Comboio Tipo Paraná	69
Figura 4.6 – Nova Formação para o Comboio Tipo Tietê.....	76
Figura 4.7 – Rota Adotada para Exemplo da Aplicação	80
Figura 4.8 – Situação On-line da Eclusa de Bariri às 8:54 hs do dia 09/08/02	92
Figura 4.9 – Situação On-line da Eclusa de Bariri e Ponte SP-225 às 12:25 hs do dia 09/08/02	93
Figura 4.10–Situação On-line da Eclusa de Bariri às 15:00 hs do dia 09/08/02	94
Figura 4.11–Situação On-line dos Comboios 01,02 e 03 às 22:29 hs do dia 09/08/02	95
Figura 4.12–Situação On-line dos Comboios 01,02,03 e 04 às 3:00 hs do dia 15/08/02	95
Figura 4.13–Situação On-line dos Comboios 01,02,03 e 04 às 4:30 hs do dia 15/08/02	96
Figura 4.14–Situação On-line dos Comboios 01,02,03 e 04 às 8:00 hs do dia 09/08/02	97
Figura 4.15–Situação On-line dos Comboios 01,02,03 e 04 às 13:30 hs do dia 09/08/02	97
Figura 4.16–Situação On-line dos Comboios 01,02,03 e 04 às 19:30 hs do dia 09/08/02	98
Figura 4.17–Situação On-line dos Comboios 01,02,03 e 04 às 21:30 hs do dia 09/08/02	98

Figura A.1 – Rotina AutoLISP para Transformação de Coordenadas Geográfica Plano Retangulares.....	107
Figura A.1 – Tela de Execução da Rotina de Conversão no AutoCAD	108
Figura B.1 –Planilha de Calculo para Planejamento de Viagens dos Veículos	110
Figura B.2 –Estrutura da Planilha de Planejamento de Viagens dos Veículos	111
Figura C.1 – Eclusa de Barra Bonita - 1973.....	112
Figura C.2 – Eclusa de Bariri - 1968.....	112
Figura C.3 – Eclusa de Ibitinga - 1986.....	113
Figura C.4 – Eclusa de Promissão - 1986	113
Figura C.5 – Eclusa de Nova Avanhandava - 1991.....	114
Figura C.6 – Eclusa de Três Irmãos - 1994	114
Figura C.7 – Eclusa de Jupiaá - 1998	115
Figura C.8 – Eclusa de Porto Primavera - 1992	115
Figura D.1 – Gabaritos de Canais da Hidrovia Tiete-Paraná	116
Figura D.2 – Gabaritos de Eclusas da Hidrovia Tiete-Paraná	117
Figura D.2 – Gabaritos do Canal Pereira Barreto.....	117
Figura E.1 – Comboio da CNA – CNTT – Formação 2 x 1	118
Figura E.2 – Comboio da EPN - TORQUE – Formação 2 x 1	118
Figura E.3 – Comboio da Comercial Quintella – Formação 2 x 1.....	118
Figura E.4 – Comboio da Navegação Diamante – Formação 3 x 1.....	119
Figura E.5 – Comboio da SARTCO - ADM – Formação 4 x 1	119
Figura E.6 – Embarcação de Extração e Transporte de Areia	120
Figura E.7 – Embarcação de turismo – Barra Bonita - SP	120

Figura F.1 – Canal Perreira Barreto	121
Figura F.2 – Detalhe do Canal Perreira Barreto e Canal de Bariri – Margem Esquerda	121
Figura F.3 – Canal de Bariri – Margem Direita	122
Figura F.4 – Canal de Iguaraçu do Tietê.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Comparação de Fretes, por Modal de Transporte.....	2
Tabela 1.2 - Comparação entre os Modais, em Função da Capacidade de Carga Transportada.....	3
Tabela 3.1 - Informações de Cada Veículo Exibida no Serviço de Posicionamento ...	57
Tabela 4.1 – Dimensões das Eclusas do Rio Tietê.....	70
Tabela 4.2 – Dimensões das Eclusas do Rio Paraná.....	70
Tabela 4.3 – Frota das Empresas de Navegação para Transporte de Carga.....	72
Tabela 4.4 – Movimentação de Carga de Longa e Média Distância – 2000/2001.....	73
Tabela 4.5 – Comparação entre o Comboio Tipo e o Novo Comboio Utilizado	75
Tabela 4.6 – Planilha de Calculo para a Viagem Ótima.....	83
Tabela 4.7 – Planilha de Calculo para a Viagem de Dois Veículos no Mesmo Horário	85
Tabela 4.8 – Planilha de Calculo para a Viagem de Três Veículos sem Planejamento	87
Tabela 4.9 – Planilha de Calculo para a Viagem de Quatro Veículos sem Planejamento.....	89
Tabela 4.8 – Planilha de Calculo para a Viagem de Quatro Veículos com Planejamento.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS

ASP	Active Sever Pages
AIS	Automatic Identification System
CD-ROM	Compact Disc Read Only Memory
DGPS	Differential GPS
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
ECDIS Inland	Inland Electronic Chart Display and Information System
FIS	Fairway Information System
FTP	File Transfer Protocol
GEO	Geo-synchronous Earth Orbit
GIS	Geographical Information System
GPS	Global Positioning System
GPS Reciver	Receptor GPS
GSM	Global System for Mobile Communication
HTML	Mark Up Language
HTML	Hyper Text Markup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
ICT	Information and Communication Technology
INDRIS	Inland Navigation Demonstrator of River Information Services
IP	Internet Protocol
PIB	Produto Interno Bruto
ISDN	Integrated Services Digital Network
PC	Personal Computer
RINAC	River based Information, Navigation And Communication
RIS	River Information Services
RTD	Research and Technological Development
SIMGTH	Sistema de Informação para Monitoramento e Gerenciamento do Tráfego nas Hidrovias
SMS	Short Message Service
STI	Strategic Traffic Image; Strategic Traffic Information
TCP	Transfer Control Protocol
TI	Tecnologias de Informação
TTI	Tactical Traffic Image
UAIS	Universal AIS
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
VHF	Very High Frequency
VPN	Virtual Private Network
VTM	Vessel Traffic Management
VTS	Vessel Traffic Services
VTMIS	Vessel Traffic Management Information Systems
WAP	Wireless Application Protocol
WLAN	Wireless Local Area Network
WWW	World Wide Web

RESUMO

Nas duas últimas décadas, o transporte hidroviário no Brasil vem experimentando um crescimento significativo, principalmente para movimentação de produtos básicos, como os grãos agrícolas e minérios. Isto se deve fundamentalmente aos baixos custos de transporte que podem ser proporcionados por este modal. No entanto, se este crescimento se der de forma desordenada e sem controle esta vantagem pode ser rapidamente eliminada pelos possíveis aumentos de acidentes, inclusive ambientais, pelos aumentos de tempos de espera na transposição de obras, pelos congestionamentos em terminais, etc., o que acabará por minar a confiabilidade e a demanda pelo modal.

Com o intuito de dar suporte a este crescimento e oferecer meios para se garantir a segurança, a confiabilidade e a eficiência do transporte hidroviário, apresenta-se neste trabalho a proposta de um Sistema de Informação para monitoração e gerenciamento do uso de hidrovias. O sistema foi desenvolvido a partir do conceito dos “Serviços de Informação para Hidrovias” (RIS), introduzido na Europa com a finalidade de revitalizar e incentivar o uso do transporte hidroviário. As diretrizes e recomendações para implantação dos RIS foram adaptadas para as condições de infra-estrutura disponíveis no país.

O sistema deverá ser gerenciado por um Centro de Serviços de Informação e estará disponível via Internet para todos os envolvidos em atividades de transporte, de operação de obras e de apoio e fiscalização do uso da hidrovia. Sua arquitetura é composta de módulos que têm por objetivos disponibilizar: (1) informações contínuas do monitoramento de veículos e obras; (2) ferramentas para apresentação destas informações em mapas digitais da hidrovia; (3) ferramentas de apoio ao gerenciamento e ao planejamento de viagens.

Para se avaliar a funcionalidade do sistema apresenta-se no trabalho um exemplo hipotético de aplicação à Hidrovia Tietê-Paraná. Neste exemplo simula-

se o monitoramento de veículos na via e o planejamento de viagens de comboios de carga.

Os resultados obtidos mostram que o sistema proposto atende os objetivos de controle e gerenciamento do uso da via e indicam, claramente, os ganhos de segurança e eficiência que podem ser proporcionados ao transporte hidroviário através da implantação de serviços e sistemas de informação.

ABSTRACT

In the last two decades, the transport waterway in Brazil is trying a significant growth, mainly for movement of basic products, as the agricultural grains and ores. This is due fundamentally at the low transport costs that can be proportionate for this modal one. However, if this growth it gives in a disordered way and without control this advantage can be eliminated quickly by the possible increases of accidents, includes environmental, for the increases of times of wait in the conversion of facilities, for the traffic jams in terminals, and others, what will end for mining the reliability and the demand for the modal.

With the intention to give support to this growth and to offer means to guarantee the safety, the reliability and the efficiency of the transport waterway, comes in this work the proposal of a System of Information for to monitoration and administration of the waterway use. The system was developed from the concept of the " Services of Information for waterway " (RIS), introduced in Europe with the purpose of to revitalize and to motivate the use of the transport waterway. The guidelines and recommendations for implantation of the RIS it were adapted for the available infrastructure conditions in Brazil.

The system should be management for a Center of Services of Information and it will be available through Internet for all involved them in transport activities, of operation of facilities and of support and fiscalize of the use of the waterway. Your architecture is composed of modules that have for objectives turn disponible: (1) continuous information of the to monitor of vehicles and works; (2) tools for presentation of these information in digital maps of the

waterway; (3) support tools to the administration and the planning of trips.

To evaluate the functionality of the system this work comes a hypothetical example of application to Waterway Tietê-Paraná. In this example the monitor of vehicles is simulated in the road and the planning of trips of load convoys.

The obtained results show that the proposed system assists the control objectives and administration of the use of the way and they indicate, clearly, safety's earnings and efficiency that can be proportionate to the transport waterway through the implantation of services and systems of information.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 – Considerações Gerais

Na última metade do século XX, o transporte de cargas no Brasil se caracterizou pelo emprego predominante do modal rodoviário. A instalação de um grande parque industrial automobilístico, a facilidade de transportar produtos “porta a porta” e o grande investimento na expansão da malha rodoviária, deram um grande impulso ao modal rodoviário em detrimento dos demais modais, em particular dos meios ferroviário e aquaviário.

Mas o “sucesso” do modal rodoviário acabou esbarrando em diversos obstáculos que, dependendo do produto e da distância percorrida, estão tornando-o ineficiente e caro. A constante alta dos preços dos combustíveis, o crescimento do número de praças de pedágio, a precária manutenção de rodovias e os crescentes congestionamentos nos principais centros urbanos, são exemplos de fatores que têm contribuído para o aumento do custo do transporte rodoviário e, conseqüentemente, para o encarecimento dos produtos movimentados através deste modal.

Quando se trata, por exemplo, do transporte de produtos básicos (grãos, minérios, cargas a granel, etc.) pode-se observar na tabela 1.1 que, nos tempos atuais, em termos de valor de frete, o modal rodoviário é o menos competitivo e o transporte hidroviário se destaca pelo menor valor.

Tabela 1.1 - Comparação de Fretes, por Modal de Transporte (em US\$/t/1.000 km)

FONTES	RODOVIA	FERROVIA	HIDROVIA
Relatório Hidrovia Tietê-Paraná IPT - 1994	40	28	12
Relatório na Onda do Progresso R. PAVAN - 1995	35	20	14
Relatório Rio de Negócios CESP - 1997	35	17	13
Relatório da ESALQ USP - 2002	27	17	10
MÉDIA	34 100%	21 62%	12 35%

(Fonte DH - 2001) [13]

Os produtos básicos, como os grãos agrícolas e os minérios, são produtos que se caracterizam por serem negociados em grandes volumes e por baixo preço unitário e por serem transportados através de longas distâncias entre os centros produtores e os principais pólos consumidores, industriais ou exportadores. No caso destes produtos básicos, principais cargas de exportação do Brasil, estudos recentes apresentados por BALLOU (1995) [04] e GARCIA (2001) [15], mostram que os mesmos só conseguem ser competitivos no atual mercado mundial globalizado, quando movimentados através de meios de transporte de baixo custo como, por exemplo, os modais hidroviário e ferroviário.

Uma das principais razões para o baixo custo destes modais é a compatibilização entre a capacidade de carga de seus veículos e as características da carga. A tabela 1.2, mostra uma comparação entre as capacidades típicas de transporte de cada modal.

Tabela 1.2 – Comparação entre os Modais, em Função da Capacidade de Carga Transportada.

VEÍCULO	CAPACIDADE (em toneladas)	FORMAÇÃO PARA TRANSPORTE	CAPACIDADE DE CARGA (em toneladas)	UNIDADES EQUIVALENTES
Barcaça Tietê	1.250	(1 comboio) 4 Barcaças	5.000	1 Barcaça ou 1 Comboio Tietê
Vagão Hopper	60	(1 comboio) 54 Vagões	3.240	21 Vagões ou 1,6 Comboio Hopper**
Carreta	27	1 Carreta	27	46 Carretas ou 185 Carretas***

** 21 vagões relacionada a 1 barcaça Tietê e 1,6 comboio Hopper relacionada a 1 comboio Tietê.

*** 46 carretas relacionada a 1 barcaça Tietê e 185 carretas relacionada a 1 comboio Tietê.

Os mesmos estudos mostram que é fundamental o emprego do conceito de multimodalidade para garantir a eficiência do sistema de transportes como um todo. Por este conceito, os diversos meios de transporte são integrados para permitir que as vocações e as qualidades de cada um sejam exploradas ao máximo, no sentido de garantir, entre a origem e o destino final dos produtos, um transporte sustentável e de baixo custo total.

Segundo o Ministério dos Transportes (2002) [25], hoje no Brasil cerca de 68% dos grãos agrícolas são transportados por rodovia, 27% por ferrovia e apenas 5% por hidrovias. Este desbalanceamento faz com que o custo do transporte destes grãos seja muito elevado, comprometendo a competitividade do produto brasileiro no mercado internacional.

O transporte rodoviário, isoladamente, não é capaz de atender de forma competitiva o escoamento da produção agrícola e de outros produtos básicos. Já as ferrovias, sucateadas nas últimas décadas por falta de investimentos, não atingem as regiões produtoras. É em função disso que o transporte fluvial vem recentemente ganhando impulso e retomando, ainda que de forma incipiente, a sua

verdadeira vocação entre os modais, ou seja, o transporte de grandes quantidades de cargas de baixo valor agregado em médias ¹ e longas distâncias ².

Um exemplo bastante ilustrativo é o que vem ocorrendo na Hidrovia Tietê-Paraná. A figura 1.1 mostra a evolução de movimentação de cargas nesta Hidrovia nas últimas décadas.

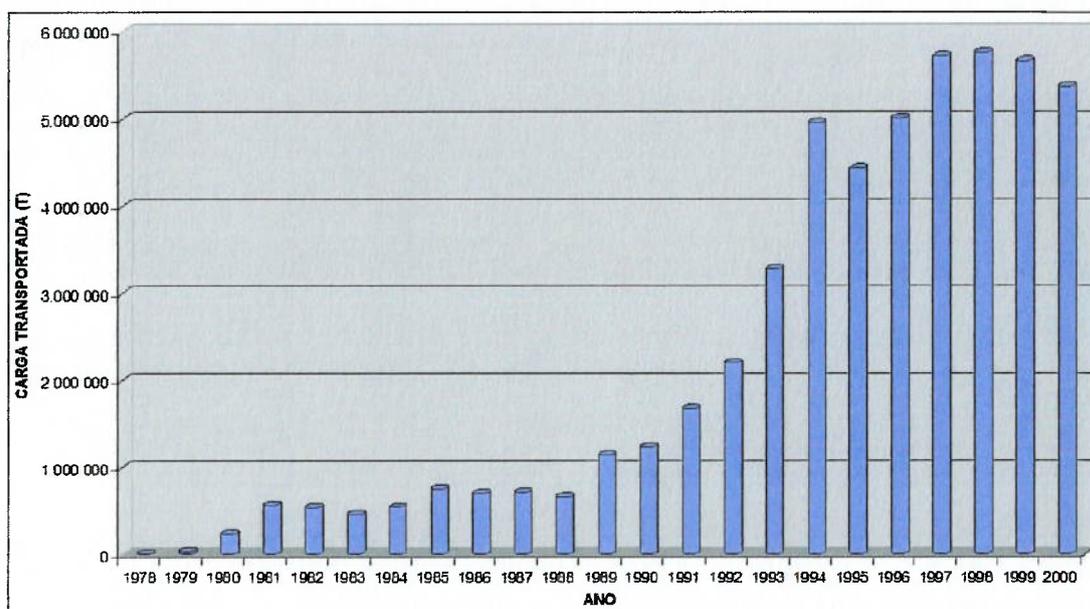


Figura 1.1 – Evolução da Carga Movimentada na Hidrovia Tietê-Paraná
(Fonte DH - 2001) [13]

Em 2001, o movimento de cargas transportadas nesta hidrovia cresceu 23% em relação a 2000 (Fonte: DH - 2001) [13]. Segundo RIVA (2000) [33] a hidrovia do Tietê-Paraná será a espinha dorsal da movimentação de cargas do centro-oeste, sul e sudeste brasileiro, pois é acesso estratégico aos portos de Santos, Paranaguá, São Sebastião e Sepetiba.

1 - transporte para média distância – de 50 a 300 Km. 2 - transporte para longa distância – acima de 300 Km

A hidrovía do Madeira é outro exemplo recente da viabilidade do transporte fluvial. A soja produzida na Chapada dos Percis – MT, vem sendo transportada por comboios de onze mil toneladas de capacidade. Terminais de carga e transbordo eficientes garantem o transporte até Itacoatiara – AM, onde o produto é transferido para navios e exportado.

Na hidrovía do Paraguai, comboios de dez mil toneladas, já movimentam cerca de dois milhões de toneladas/ano de minério de ferro e manganês de Corumbá – MS até os portos paraguaios (Fonte: Ministério dos Transportes - 2000) [24].

Além disso, os rios São Francisco, Araguaia, Tocantins, Tapajós e Teles Pires, que apresentam elevado potencial de captação de carga, com um pouco de determinação política e empresarial, comportarão tráfego empresarial viável.

Apesar dos dados serem animadores, a quantidade de carga transportada por hidrovía em todo o país é de pouco mais de 22 milhões de toneladas, ou seja, representa apenas cerca de 1% de toda carga movimentada no país (Fonte: Ministério dos Transportes – 2002) [25].

Estima-se que em 10 anos, seguindo a projeção do crescimento econômico brasileiro, o transporte fluvial possa atingir pelo menos 70 milhões de toneladas. Esse valor compreenderá uma parcela expressiva da produção agrícola, além de combustíveis, madeira e uma pequena parcela de carga geral.

O transporte fluvial brasileiro vive portanto um período de aceitação e ajustes, motivado pela necessidade de se ofertar produtos com menores custos e dar condições de competitividade aos grãos e minérios nos mercados internacionais. No entanto, para que as projeções de crescimento possam se concretizar, são necessárias uma série de ações visando incentivar e amparar de forma sustentável o uso das hidrovias como meio de transporte de carga. Dentre estas ações pode-se citar as seguintes:

- ✓ Viabilizar um sistema multimodal de transporte, investindo na implantação de terminais adequados para recepção, armazenagem e transbordo entre os diversos modais, de modo que a ferrovia e a rodovia operem de forma integrada ao modal fluvial;
- ✓ Executar obras fluviais para garantir a navegação dos veículos. Segundo RIVA (2000) [33], ao contrário de que se pensa, apenas 5% do total da extensão de cada hidrovia necessita de intervenção. E a maioria das obras se refere à desobstruções do canal e à recuperação da mata ciliar para devolver o rio às suas condições naturais, viabilizando a navegação de grande porte;
- ✓ Regular o uso múltiplos das águas, de modo que as diversas atividades econômicas e sociais (transporte, geração de energia, abastecimento de água, turismo, etc.), desenvolvidas com o apoio dos rios e represas, possam, cada uma delas, ser efetivadas sem o comprometimento das demais.

Um programa recente de revitalização das hidrovias na União Européia (Programme RTD Transport - 2002) [29] mostra, no entanto, que estas ações não devem se limitar apenas às obras de infra-estrutura e às questões regulatórias, mas devem envolver também medidas que atendam, do ponto de vista da segurança e da eficiência de transporte, as necessidades dos usuários, dos operadores de frotas e de obras da via (eclusas, por exemplo) e das autoridades fiscalizadoras e reguladoras. Estes fatores foram identificados como fundamentais para motivar e ampliar o uso do transporte fluvial.

Este programa da União Européia surgiu da necessidade de uma ampla reestruturação do sistema de transportes, provocada pelo esgotamento da capacidade do modal rodoviário que, como no Brasil, dominou nas últimas décadas o transporte interno de cargas naquele continente. Embora houvesse disponibilidade de infra-estrutura para o uso dos modais ferroviário e hidroviário, os mesmos foram

perdendo espaço para o transporte rodoviário, a ponto de, entre 1970 e 1999, a participação do modal hidroviário no total de cargas transportadas ter se reduzido de 8% para 4%, enquanto a do modal rodoviário experimentava um crescimento de 30% para 45%.

Entretanto, as vantagens iniciais do transporte rodoviário, como a rapidez, a confiabilidade, a segurança, o atendimento de prazos foram sendo minadas pelo crescimento dos congestionamentos, da poluição atmosférica, do frete, etc. Com o objetivo de atacar estes problemas, a Comunidade Européia iniciou na década passada o programa de reestruturação de seu sistema de transportes, visando reequilibrar o uso dos modais e reduzir os efeitos danosos da concentração no modal rodoviário.

Neste programa, identificou-se o modal hidroviário como uma das melhores alternativas para se superar parte dos problemas estruturais e verificou-se que a sub-utilização do mesmo estava ligada à deficiências relacionadas à confiabilidade, à eficiência e à segurança do transporte nestas vias. Verificou-se também que estas deficiências, por sua vez, decorriam, em grande parte, da ausência de informações abrangentes e integradas sobre as condições das vias e do tráfego dos comboios ao longo das mesmas e nas regiões de obras e terminais, que permitissem o monitoramento, o gerenciamento e o planejamento das viagens, tanto pelos operadores e usuários como pelas autoridades fiscalizadoras.

Em face destas constatações e com o intuito de sanar as deficiências e revitalizar o uso das hidrovias a União Européia financiou um conjunto de projetos que visavam primordialmente:

- ✓ identificar e definir os tipos e a natureza das informações necessárias para permitir um monitoramento e gerenciamento adequado do tráfego ao longo das hidrovias e de suas obras;

- ✓ estudar, avaliar e propor tecnologias, equipamentos (sistemas técnicos) e padrões para aquisição e transmissão dos dados e informações referentes às vias e suas obras e às embarcações;
- ✓ estudar, avaliar e propor tecnologias e padrões para sistemas de informação para o monitoramento, gerenciamento e planejamento do tráfego e do transporte ao longo das hidrovias.

Dentre os projetos financiados, os que trouxeram os resultados mais relevantes foram os seguintes:

- ✓ INCARNATION [17] - Sistema de informação para eficiência da navegação interior;
- ✓ RINAC [32] – Informação baseada no rio, navegação e comunicação;
- ✓ INDRIS [18] - Demonstrador de navegação interior para serviços de informação no Rio.

Com base nos resultados destes projetos introduziu-se, na União Européia, o conceito de “River Information Services” (RIS), ou Serviços de Informação para Hidrovias. Este conceito, na realidade, representa sintetização e a organização de um conjunto de definições e recomendações referentes aos seguintes aspectos relacionados ao controle do tráfego hidroviário: tipos e naturezas de dados e informações que são necessárias para o monitoramento e controle do tráfego em hidrovias; tipos de sistemas técnicos (equipamentos e dispositivos) adequados para obtenção, transmissão e disponibilização de dados e informações; modos e padrões de comunicação de dados, voz e imagens, possíveis e necessários para as trocas das informações; tipos de ações de controle, gerenciamento e planejamento que podem e devem ser apoiadas pelos dados e informações.

O objetivo da introdução deste conceito foi o de estabelecer parâmetros para assegurar que uma hidrovia, servida por um sistema de informações elaborado com base no conceito RIS, possua as condições necessárias para oferecer um serviço de transporte seguro, eficiente e confiável.

Após a conclusão dos citados projetos a International Navigation Association – PIANC (2002) [26], elaborou um documento detalhado sobre o conceito de RIS (Vessel Traffic and Transport Management in the Inland Waterways and Modern Information Systems) para servir de referência para implantação de sistemas de informação em hidrovias. Neste documento define-se detalhadamente os diversos componentes que formam a arquitetura do RIS, apresenta-se exemplos de aplicação em algumas hidrovias e, finalmente, um conjunto de diretrizes e recomendações para implantação de sistemas de informação hidroviários, tanto no continente europeu como em outras partes do mundo.

Se o Brasil deseja realmente alcançar a integração das hidrovias com os demais modais precisa primeiro garantir confiabilidade no modal. Cumprir os cronogramas de transbordo de um modal ao outro é o mínimo que a multimodalidade exige. De que adianta se ter comboios dos modais férreo ou rodoviário esperando em um terminal para ser carregado da carga do comboio do modal fluvial, se não se tem previsão da chegada deste último, por falta de informação e planejamento? Se isso ocorrer, quebram-se todas as premissas da intermodalidade no transporte.

Neste sentido, além das ações já citadas para incentivar e amparar de forma sustentável o uso das hidrovias, deve-se considerar como fundamentais as seguintes:

- ✓ Implantar serviços de informação referentes à via, suas obras e aos veículos que garantam a eficiência, a segurança e a confiança no transporte hidroviário;

- ✓ Desenvolver e implantar Sistemas de Informação para monitoramento, controle e gerenciamento das vias e veículos e para planejamento do transporte por hidrovia.

1.2 – Objetivos do Trabalho

O desenvolvimento deste trabalho tem os seguintes objetivos:

1. Estudar o conceito de RIS – River Information Services (Serviços de Informação para Hidrovias) e identificar os elementos e componentes aplicáveis às condições brasileiras;
2. Propor um Sistema de Informação para Monitoração e Gerenciamento do Tráfego nas Hidrovias (SIMGTH), elaborado com base no conceito de RIS, com elementos e componentes adaptados para as condições dos principais rios brasileiros.

O objetivo deste sistema SIMGTH é disponibilizar a todos aqueles envolvidos no transporte fluvial as ferramentas e as informações necessárias para apoiar a navegação interior e garantir um transporte seguro, eficiente e confiável nas vias fluviais brasileiras.

Para os operadores ou gerentes de veículos ou frotas o SIMGTH proporcionará informações e ferramentas que possibilitam o planejamento e a escolha da melhor “estratégia” para suas viagens. Além disso, serão oferecidas também informações e comunicação em tempo real para definir a melhor “tática” para sanar qualquer eventualidade que possa ocorrer durante as viagens, através de dispositivos de aquisição e transmissão de dados à distância (Receptor GPS, VHF, VHF Direction Finder, Radar, etc.).

Entre os benefícios que tais ferramentas podem proporcionar a tais usuários, destacam-se:

- ✓ aumento do tempo de utilização dos veículos;
- ✓ redução dos acidentes;
- ✓ redução dos custos operacionais;
- ✓ redução do tempo de viagens;
- ✓ redução do consumo de combustível;
- ✓ solução de problemas mecânicos e operacionais à distância.

O sistema oferecerá também informações e monitoramento em tempo real de pontes, eclusas e canais. Consideradas como pontos críticos à navegação, estas obras merecem atenção especial por serem responsáveis pelos “gargalos” existentes nas vias.

Através de dispositivos de aquisição de dados à distância instalados nas obras, o sistema possibilitará que usuários e operadores monitorem a utilização das obras, possibilitando a otimização de seus usos, o aproveitamento máximo da capacidade de transposição e uma melhor utilização das vias, proporcionando:

- ✓ redução do ciclo de transposição das eclusas e pontes;
- ✓ redução das filas de espera nas obras;
- ✓ monitoramento por imagens dos veículos nas obras;
- ✓ melhor planejamento de utilização das obras;
- ✓ melhor planejamento de carga e descarga.

Além disso, aos usuários da via, serão oferecidas ferramentas de informação via Internet e WAP³, para efetuar o planejamento das viagens, monitorar os veículos à distância e efetuar comunicação via texto em tempo real. Tais ferramentas estarão disponíveis em um portal especialmente desenvolvido para o sistema. Além disso, estará disponível um canal de comunicação aos usuários (“aviso aos navegantes”) onde serão apresentadas diversas informações sobre condições da via, condições meteorológicas, informações sobre possíveis ocorrências, etc.

A tecnologia WAP, utilizada através da telefonia celular, será uma ferramenta de apoio a Internet, que permitirá a apresentação de informações compactas – SMS⁴ aos usuários (recebimento de avisos e alertas em tempo real sobre possíveis ocorrências na via), de forma que tal informação chegue aos usuários o mais rapidamente possível, a qualquer hora e em qualquer lugar, dentro de uma área de cobertura de telefonia celular.

Vale ressaltar que aplicação de tal serviço não trará vantagens somente ao operador, mas aumenta a segurança do transporte tanto para a vida humana como para o meio ambiente. Quaisquer ocorrências como derramamento de óleo ou contaminação por cargas perigosas, poderão rapidamente ser detectadas pelo monitoramento constante, e planos de contingência previamente definidos poderão ser rapidamente aplicados.

3 – WAP - Wireless Application Protocol (Protocolo de Aplicação sem fio), é uma especificação para conjunto de protocolos de comunicação com o intuito de normatizar a forma como os dispositivos sem fio acessam a Internet (Telefones Celulares, palm tops, emissores/receptores de rádio, etc.). 4 – SMS – Short Message Service – Serviço para enviar e receber mensagens curtas (modo texto) para telefones móveis que se utilizam da tecnologia WAP.

1.3 – Organização do Trabalho

Este trabalho está dividido em capítulos. No capítulo I apresenta-se uma visão geral do mesmo e seus objetivos. No capítulo II discute-se o conceito de RIS, descreve-se os projetos que levaram ao desenvolvimento deste conceito e um modelo de RIS que atenda a realidade brasileira. No capítulo III apresenta-se o desenvolvimento do Sistema de Informação para Monitoração e Gerenciamento de Tráfego nas Hidrovias Brasileiras, descrevendo-se os objetivos, a estrutura, os módulos e suas funções. No capítulo IV é apresentada-se um exemplo de aplicação do sistema proposto para a hidrovia Tietê-Paraná e os resultados obtidos pelo uso das ferramentas de informações propostas. No capítulo V, apresenta-se as principais conclusões e recomendações do trabalho.

CAPÍTULO 2

SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO PARA HIDROVIAS

2.1 – Visão Geral

O acesso às informações tem sido de fundamental importância para a eficiência dos meios de transporte. O uso das Tecnologias de Informação (TI) para obtenção de informações on-line está sendo responsável por ganhos significativos no planejamento e no gerenciamento de frotas e do transporte de cargas.

Nos últimos anos, o conceito de padronização de informações para apoiar o tráfego e administrar as hidrovias, foi desenvolvido sobre o nome de Serviços de Informação para Hidrovias. Tais serviços possibilitam o compartilhamento de informações sobre a hidrovia, para aumentar a eficiência do modal fluvial e melhorar a integração com os demais modais.

Nas últimas décadas os modais de transporte têm apresentado desequilíbrio nas quantidades de cargas transportadas. O modal rodoviário teve um crescimento acentuado e os demais, como o ferroviário e hidroviário, não acompanharam este crescimento. Tal fato é também observado na União Européia, onde o transporte rodoviário vem enfrentando graves problemas com congestionamento em suas vias e nas cidades.

A figura 2.1 mostra a evolução do tráfego por modal de transporte na União Européia – 1970 a 1999 para transporte de mercadorias.

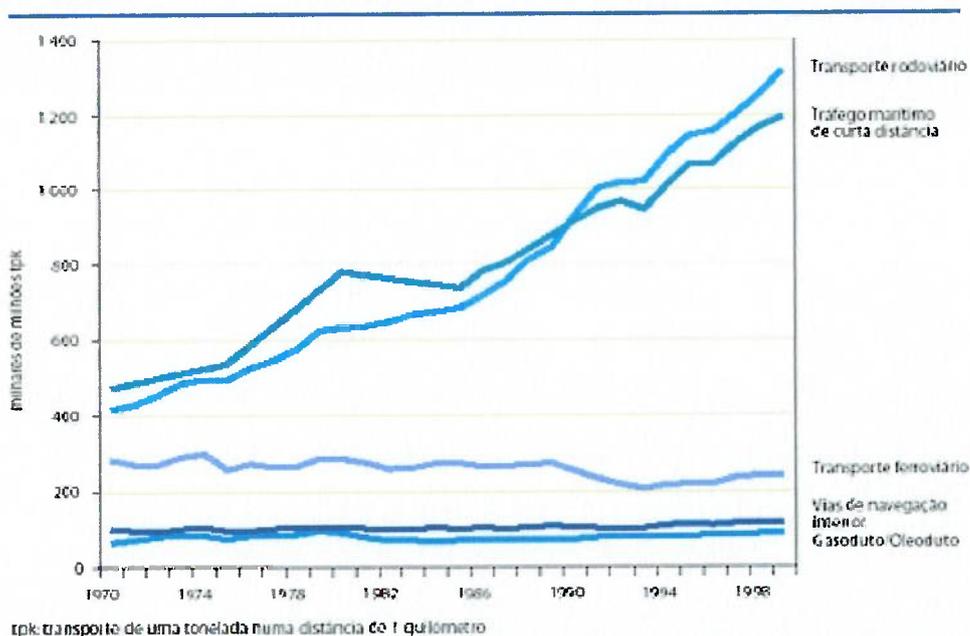


Figura 2.1 – Evolução do Tráfego por Modal de Transporte de Mercadorias
(Fonte: LIVRO BRANCO - 2001) [19]

Segundo o LIVRO BRANCO (2001) [19] o congestionamento faz a economia Européia correr sérios riscos de competitividade. De acordo com o estudo mais recente sobre o assunto, os custos externos do congestionamento, devido apenas ao tráfego rodoviário, representam 0,5% do produto interno bruto (PIB) comunitário. As previsões de crescimento do tráfego até 2010 indicam que, se nada for feito, haverá um aumento significativo do congestionamento nas estradas. Os custos daí decorrentes poderão, assim, crescer 142%, atingindo 80 bilhões de euros por ano, o que representaria, aproximadamente, 1% do PIB comunitário.

A fim de reverter este quadro e diminuir o congestionamento e seus efeitos deletérios, a Comunidade Européia decidiu financiar projetos e pesquisas para reequilibrar os modais de transporte através de um desenvolvimento sustentável.

2.2 – Programa RTD de Transporte

O Programa RTD ⁶ de Transporte foi criado com o objetivo de desenvolver pesquisas para o desenvolvimento, integração e administração de um sistema de transporte mais eficiente, mais seguro e amigável, que possa assegurar a mobilidade sustentável de bens e pessoas. Entre os objetivos do programa estão a elaboração do planejamento de uma rede multimodal de transporte na Europa e o desenvolvimento de pesquisas para a otimização dos modais de transporte individualmente.

Apoiado pelo Parlamento Europeu, a Comissão Europeia discutiu soluções para a otimização do sistema de transporte na Comunidade Europeia, através do 4º Framework Transport RTD Programme (1994 a 1998). A partir deste programa, a Comissão Europeia decidiu que, antes de se efetuar novos investimentos em infra-estrutura para os modais congestionados, primeiro se desenvolvessem projetos e ações para melhorar a eficiência e reequilibrar o uso dos modais de transporte. Entre as propostas surgiu então o programa de revitalização do modal fluvial, através da melhoria da eficiência e da otimização do transporte.

A partir de então, 55 projetos e ações foram apresentados somente na área de navegação costeira e interior. Entre estes projetos, três deles se destacaram por tratar de novas estratégias para promover a navegação interior e sua integração com os demais modais. São eles:

- ✓ INCARNATION [17] - Sistema de Informação para Eficiência da Navegação Interior – Projeto iniciado em 01/01/1996 com duração de 24 meses.

⁶ – RTD - Research and Technological Development – Setor de pesquisa de transporte e desenvolvimento tecnológico da União Europeia.

- ✓ RINAC [32] – Informação Baseada no Rio, Navegação e Comunicação - Projeto iniciado em 01/01/1997 com duração de 24 meses.
- ✓ INDRIS [18] - Demonstrador de Navegação Interior para Serviços de Informação no Rio - Projeto iniciado em 01/01/1998 com duração de 22 meses.

2.3 – Projetos de Pesquisa para Hidrovias na Comunidade Européia

2.3.1 – Projeto INCARNATION

O projeto INCARNATION, iniciado em 1996, está preocupado em aumentar a segurança da navegação e a confiança no transporte pelas vias interiores, através do uso de sistemas de informação. Além disso, os sistemas terão também outros objetivos como o de oferecer informação precisa e eficiente para aumentar a capacidade de uso das vias. Com o uso dos sistemas isto é possível, pois se evitará surgimento de filas em áreas de intenso tráfego.

O projeto também está preocupado com os centros VTS – Vessel Traffic Services.

O desenvolvimento do radar para hidrovias e a implantação de bóias e marcas com refletores disponibilizaram à navegação equipamentos para melhorar as condições de navegabilidade dos veículos. Em locais de intenso tráfego de veículos e propícios a acidentes, foram implantados os Centros VTS. Através do uso do radar e comunicação VHF, os operadores dos VTS monitoram e auxiliam o tráfego dos veículos nas áreas de abrangência destes centros. Tais VTS se multiplicaram por toda Europa, mas cada um utilizando um tipo de tecnologia para sua localidade. Originalmente, os VTS surgiram para controlar o tráfego dos navios nos grandes portos da Europa, sendo posteriormente adaptados para as hidrovias.

Enquanto os centros VTS certamente aumentam a segurança, os custos de sua implantação são bem elevados. Há então uma proposta para melhorar a

eficiência dos VTS, reduzir custos e ampliar seu papel para provedores de informação de tráfego.

Alguns VTS dispõem de serviços de comunicação via Internet e de identificação automática por transponders AIS ⁷ (Automatic Identification System). Diversos veículos possuem computadores conectados a Internet por comunicação móvel, sistemas de posicionamento por satélites e transponders AIS a bordo, para comunicação com os VTS. Estes VTS começaram a desempenhar os Serviços de Administração de Tráfego de veículos, porém cada VTS tem sua particularidade, seus serviços não padronizados e operam individualmente sem haver comunicação entre eles. Cada VTS definiu sua política de operação e padrões de operação e comunicação. Isso traz algum prejuízo à navegação, pois um mesmo veículo passa por diversos VTS ao longo dos rios, e cada um opera em frequência VHF diferentes, requerendo diversos equipamentos de comunicação e desviando a atenção dos operadores dos veículos, que precisam estar atentos aos diversos padrões de cada VTS.

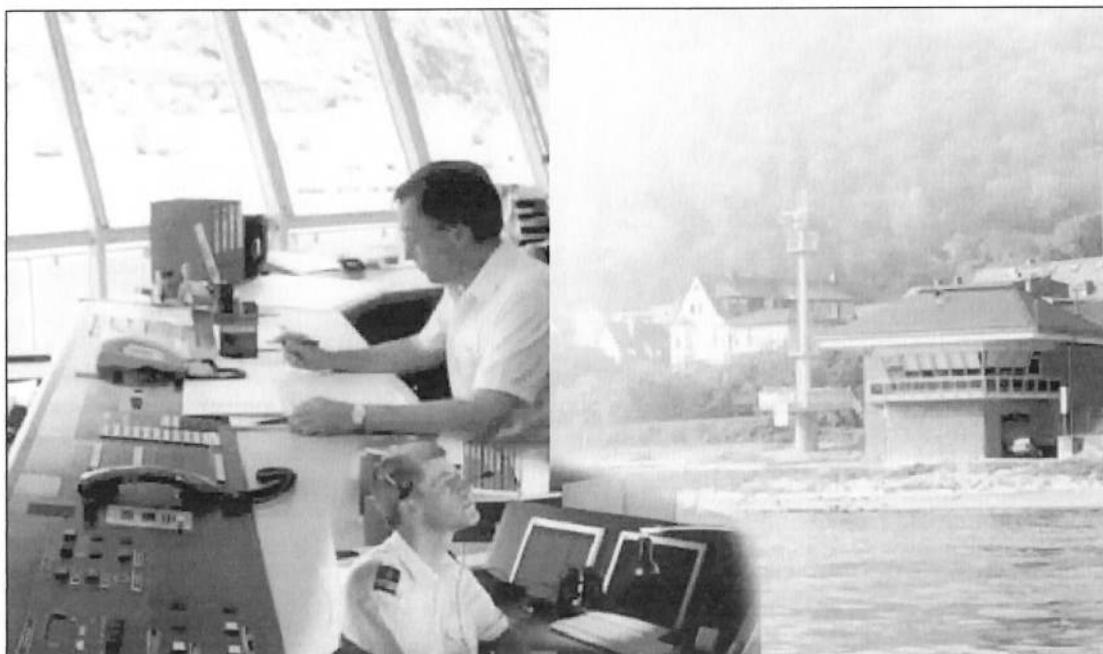


Figura 2.2 – Imagens de VTS Localizado na Bélgica (Fonte: PIANC - 2002) [26]

7 – O conceito AIS, será melhor discutido no item 2.5.2 deste capítulo.

Os VTS atualmente operam localmente, ou seja, os serviços não são padronizados e operam individualmente. O conceito RIS pode ser considerado uma solução, através da padronização do projeto, em que todos os usuários utilizarão equipamentos, sistemas de informação e normas comuns em toda Comunidade Européia.

O projeto INCARNATION também enfatiza a introdução do RIS ⁸ (River Information Services) e discute sobre a segurança e eficiência no transporte de cargas baseada em tecnologia a bordo dos veículos.

Além disso, o projeto INCARNATION tem vários outros objetivos, tais como:

- ✓ oferecer informação precisa e eficiente, podendo aumentar a capacidade de uso das vias;
- ✓ oferecer informação para evitar surgimento de fila em áreas de congestionadas;
- ✓ proporcionar novos investimentos para melhorar a infra-estrutura da via;
- ✓ descrever as exigências de políticas de segurança, capacidade, proteção do ambiente, eliminação de calamidade nas vias fluviais interiores;
- ✓ definir as relações entre segurança, capacidade e impactos ambientais como uma função de um conhecimento ao usuário da via;
- ✓ descrever diferentes opções de administração;
- ✓ trazer imagens de radar da via a um PC (Computador Pessoal) a bordo do veículo, com informação de outros veículos com tecnologia de GPS.

8 – O conceito RIS, será melhor discutido no item 2.4 deste capítulo.

2.3.2 – Projeto RINAC

O projeto RINAC (River based Information, Navigation and Communication) Informação Baseada no Rio, Navegação e Comunicação, aborda a integração da arquitetura de informação embarcada no próprio veículo. Iniciado em 1997 o projeto tem como objetivo definir a descrição funcional de uma arquitetura que administra os fluxos de informação a bordo de um veículo e proporcionar para a tripulação as aplicações apropriadas para operar em um ambiente RIS.

A proposta da arquitetura do RINAC é compatível com o RIS e com os conceitos distintos de informação tática e estratégica. Pode-se esperar então que a arquitetura RINAC se ajuste perfeitamente com o futuro da navegação interior, onde será uma ferramenta para operar dentro de um ambiente RIS.

O projeto se baseia no princípio de que com o aumento do tráfego dos veículos e suas dimensões, combinado com crescentes exigências de segurança, treinamento da tripulação e certificação, mais informação tem que estar disponível nos veículos. A integração de piloto automático, controle de trajetória, situação do tráfego combinado com comunicação de dados futuramente poderá ser alcançada. O uso de tecnologias avançadas no transporte fluvial, junto com a harmonização da relação homem/máquina aos dispositivos de controle de informação, aumentará a eficiência e segurança da navegação interior.

Baseado em pacotes de trabalho, conclui-se que a integração de fluxos de informação possibilitará uma melhoria no que se refere à segurança e proporcionará benefícios comerciais com a diminuição na carga de trabalho da tripulação. Estas conclusões incluem os seguintes itens:

- ✓ melhoria da segurança através de posicionamento baseado em ECDIS interior - Inland Electronic Chart Display and Information System (Ver item 2.5.1), transponder AIS, Radar e GPS Diferencial⁹;

9 - Diferencial GPS – Diferencial Global Positioning System – Sistema de posicionamento global com correção - GPS – Global Positioning System – Sistema de posicionamento global

- ✓ melhoria comercial e integração logística de informação que possibilitará otimizar custos, tempo e equilíbrio de lucros;
- ✓ diminuição da carga de trabalho da tripulação, pois a integração da informação possibilitará a automatização de várias tarefas;
- ✓ exibição de informação tática em tempo real;
- ✓ a padronização do conceito de RINAC propicia um ambiente estimulante para fabricantes internacionais desenvolverem ferramentas e aplicações que melhorem a situação nas vias interiores.

O conceito da arquitetura RINAC pode ser descrito em quatro níveis: nível do usuário, nível de aplicação, nível de distribuição e nível de comunicação.

- ✓ O nível de comunicação define a forma e os tipos de tecnologia para efetuar a comunicação dos dados a bordo dos veículos (GPS diferencial, radar, AIS, GSM¹⁰, etc);
- ✓ O nível de distribuição define a forma de armazenar e administrar as informações (em banco de dados) através do ECDIS interior;
- ✓ O nível de aplicação separa o tipo de informação - a informação tática da informação estratégica - para definir a aplicação;
- ✓ O nível do usuário define a forma pela qual a informação será apresentada para o capitão (tripulação do veículo) - através de uma ou duas telas, etc.

10 - GSM – Global System for Mobile Communication – Módulo de Comunicação Global (via satélite).

Em contrapartida, para utilização do sistema RINAC devem ser efetuados treinamentos e obtidas certificações para que os usuários possam operar os dispositivos de informação como o ECDIS interior. Devido às constantes mudanças de tecnologias é necessário que haja especialização dos usuários, para que os mesmos possam controlar os sistemas de radar, os quadros eletrônicos e outros sistemas de informação que se incorporarão ao RINAC.

2.3.3 – Projeto INDRIS

O projeto INDRIS (Inland Navigation Demonstrator for River Information Services) – Demonstrador de Serviços de Informação para Rios para Navegação Interior - tem por objetivo padronizar e definir os procedimentos para a comunicação nas vias fluviais. A princípio o projeto demonstrará o padrão de informação aberto entre os usuários em três locais, Rio Danúbio, Reno-Scheldt e Senna.

O projeto tem como objetivos:

- ✓ integrar a comunicações das vias fluviais interiores da Europa em rede e propor metodologias e diretrizes para o desenvolvimento destas comunicações;
- ✓ mostrar, através das imagens, o tráfego de veículos fluviais através de monitoramento a distância;
- ✓ mostrar as imagens de estratégias de tráfego apoiadas por bancos de dados, através de informações eletrônicas fornecidas por embarcações que administram o tráfego de veículos;
- ✓ utilizar sistemas de informação para apoiar os usuários das vias, através de planejamento de viagens, proporcionando informação sobre as vias de navegação, tempo de viagem dos veículos e sobre as obras;

- ✓ mostrar a importância da aplicação de tecnologia de ECDIS para navegação interior, onde são incorporados sistemas de segurança;
- ✓ promover uma plataforma de demonstração ,através da qual podem ser mostradas aplicações do sistema a autoridades e a futuros usuários.

Estes objetivos foram derivados de objetivos mais gerais relativos aos RIS, que se dividem em:

- ✓ aumentar a segurança de navegação interior em portos e rios, num sentido preventivo, e contribuir com a medida preventiva julgada necessária pelas autoridades competentes;
- ✓ proteger o ambiente, fornecendo informações sobre cargas perigosas às autoridades competentes, para que estas possam propor procedimentos de combate a poluição dentro de um plano previamente estabelecido;
- ✓ acelerar a navegação interior, aperfeiçoar recursos de portos interiores e administrar fluxos de tráfego;
- ✓ construir uma infra-estrutura para troca de informação entre veículos que se interessam em participar dos recursos de informação (terminais e eclusas) e o estado e informação dos portos.

O projeto é finalizado com uma avaliação do sistema de informação que faz uso dos resultados obtidos. O objetivo da avaliação é definir padrões e políticas para as administrações internacionais dos RIS.

2.3.4 – Diretrizes e Recomendações para RIS

Os projetos, sistemas e pesquisas aqui mencionados serviram para caracterizar como deverá ser a concepção de um ambiente RIS. Tal caracterização foi feita pela PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses). Associação de nível mundial não política, que tem como objetivo promover a

manutenção e operação da navegação interior e marítima, alimentando o progresso no planejamento, construção, melhoria, manutenção e operação de vias fluviais interiores e marítimas e portos e de áreas litorais. PIANC foi fundado em 1885 e é a mais velha associação internacional interessada nestes aspectos técnicos de navegação.

Depois de pesquisar diversos projetos com concepção em RIS pelo mundo, publicou em 2002 um trabalho que descreve as diretrizes e recomendações de como deverá ser as bases de um ambiente com o uso do RIS, o *Vessel Traffic and Transport Management in the Inland Waterways and Modern Information Systems*. Além das recomendações, este trabalho traz exemplos de RIS utilizados por todo o mundo.

2.4 – River Information Services - RIS

Os projetos, serviços e pesquisas aqui mencionados serviram para caracterizar como deverá ser a concepção de um ambiente RIS. Tal caracterização foi feita pela PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses), associação de nível mundial não política, que tem por objetivo promover a manutenção e operação da navegação interior e marítima, alimentando o progresso no planejamento, construção, melhoria, manutenção e operação de vias fluviais interiores e marítimas e portos e de áreas litorais. O PIANC foi fundado em 1885 e é a mais velha associação internacional interessada nestes aspectos técnicos de navegação.

Depois de pesquisar diversos projetos de concepção de RIS pelo mundo, publicou em 2002 um trabalho (*Vessel Traffic and Transport Management in the Inland Waterways and Modern Information Systems*) que descreve as diretrizes e recomendações de como devem ser as bases de um ambiente RIS. Além das recomendações, este trabalho traz exemplos de RIS utilizados por todo o mundo.

2.4.1 – Objetivos do RIS

O RIS tem três objetivos principais:

1 – Segurança do transporte

- ✓ minimizar danos;
- ✓ minimizar fatalidades;
- ✓ minimizar Incidentes de Viagem.

2 - Melhorar a eficiência do transporte

- ✓ maximizar a capacidade efetiva das vias fluviais;
- ✓ maximizar a capacidade de carga dos veículos (aumentar as dimensões principais);
- ✓ reduzir o tempo de viagem;
- ✓ reduzir a carga de trabalho;
- ✓ reduzir os custos de transporte;
- ✓ reduzir o consumo de combustível;
- ✓ promover a intermodalidade com os demais meios de transporte.

3 - Tornar o transporte mais amigável ao meio ambiente

- ✓ redução de acidentes contra o meio ambiente;
- ✓ reduzir a emissão de poluentes e derramamento de resíduos perigosos ao meio.

2.5 – Arquitetura para o Sistema RIS

Basicamente, o RIS divide a informação em:

1 - Fairway Information System (FIS) – Sistema de Informações sobre as Vias – são informações sobre as condições da via na área RIS, que são requeridas pelos usuários para planejar e monitorar uma viagem.

2 - Tactical Traffic Information (TTI) – Informação Tática de Tráfego – são informações que afetam os usuários RIS ou as decisões de navegação imediatas do operador VTS; nessa situação a distância é pequena entre os veículos e as ocorrências.

3 - Strategic Traffic Information (STI) – Informação Estratégica de Tráfego – são as informações que afetam os usuários RIS ou as decisões de navegação a médios e longos períodos de tempo; nessa situação as informações contribuem para o planejamento de uma viagem.

2.5.1 – FIS – Serviço de Informações sobre as Vias

O FIS vem aumentar as possibilidades de planejar e administrar as informações de tráfego dos veículos. O processo FIS tem os seguintes elementos:

- ✓ gerenciamento de tráfego dos veículos;
- ✓ gerenciamento de portos e terminais;
- ✓ gerenciamento de movimentação da carga;
- ✓ redução de calamidades.

Com o desenvolvimento da informação para as vias interiores, surgiram diversos sistemas para apoiar a navegação. Entre eles pode-se destacar alguns sistemas e serviços que estão sendo utilizados na via:

- ✓ Serviços de Radiotelefonia para navegação interior. Tal serviço possibilita efetuar a comunicação móvel dos dados e voz entre os veículos e a terra. Tal serviço seria unificado em toda área RIS para possibilitar informação rápida aos veículos sobre as diversas condições da vias;
- ✓ Inland ECDIS – Inland Eletronic Chart Display and Information System – Sistema eletrônico de dados e imagens geradas por radar para gerenciamento do tráfego de veículos de vias interiores utilizado nos países baixos, França, Alemanha e Áustria;

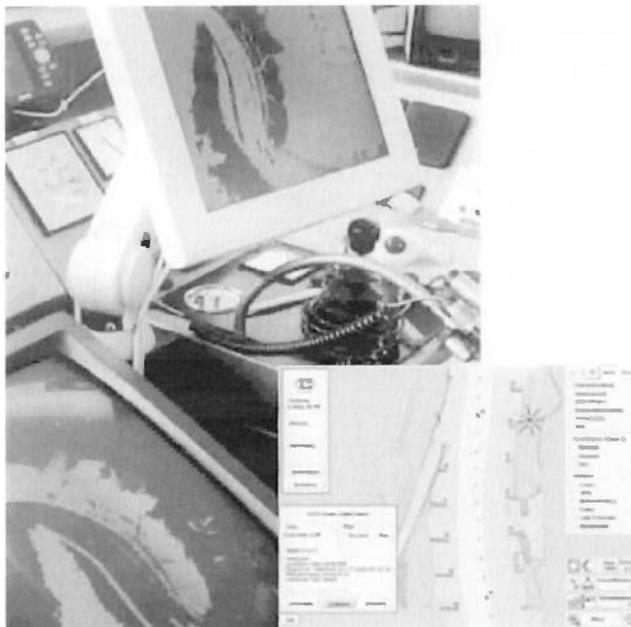


Figura 2.3 – Imagem de um Dispositivo ECDIS (Fonte: PIANC - 2002) [26]

- ✓ Em alguns países a Internet é usada para informar os veículos sobre as condições da via, sobre o tráfego, cotas de navegação, etc. O acesso a essas informações é feito por um PC a bordo, utilizando comunicação móvel, via radiotelefonia ou por satélite. Através de sites na Internet, o FIS fornece informação sobre as vias de navegação, oferecendo serviços de informação sobre as vias da União Européia.

2.5.2 – TTI e STI - Serviços de Informação de Tráfego

As informações de tráfego pode ser obtida de dois modos:

1 - Informação Tática de Tráfego (TTI) – O RIS propõe que os veículos devam ser equipados com Radar, dispositivos AIS, além do serviço ECDIS interior.

- ✓ Através do uso do radar junto com o serviço ECDIS, os veículos teriam a bordo ferramentas para auxiliar na navegação, pois teriam imagem da via e dos demais veículos próximos, possibilitando ter informações imediatas sobre toda e qualquer eventualidade que possa oferecer risco a navegação;
- ✓ AIS – Automatic Identification System – Sistema de Identificação Automática de veículos baseada em imagens de radar. Tal sistema consiste em um dispositivo instalado a bordo, que transmite sinal VHF ou via satélite informando dados sobre o veículo como: identificação, posição, origem, destino, tipo de carga, etc. Quando o veículo se aproximar ou chegar a algum terminal, porto ou em qualquer ponto da via que haja a necessidade de identificação, o dispositivo AIS se encarrega de transmitir todas as informações automaticamente, facilitando e agilizando a identificação.

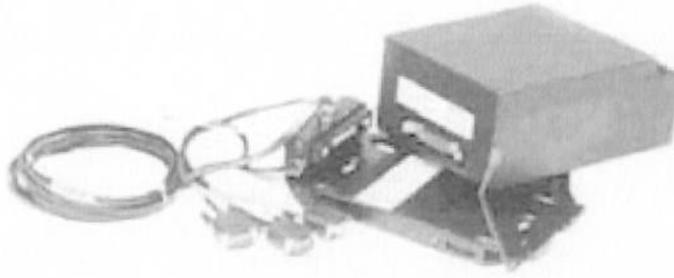


Figura 2.4 – Imagem de um Dispositivo AIS (Fonte: PIANC - 2002) [26]

2 - Informação Estratégica de Tráfego (STI) – Tal informação seria utilizada para efetuar o planejamento de viagem dos veículos e da utilização da via, a fim de se obter com antecedência informações sobre as condições de navegabilidade. Tais informações podem auxiliar na administração das eclusas e da passagem por canais. Através de modelos de previsão de viagens em função dos tempos de navegação e de passagens por obras na via, a informação estratégica será uma ferramenta poderosa para o planejamento.

2.6 – Serviços para Redução de Calamidade

Em caso de algum tipo de acidente na via envolvendo veículos, principalmente os que transportam produtos perigosos, os centros RIS receberão a informação da ocorrência e, dependendo da avaliação de risco, tomarão as providências cabíveis para evitar que o acidente possa agravar ainda mais a situação.

Este serviço é possível, porque os veículos são monitorados constantemente pelos centros RIS, que dispõem em seus bancos de dados todas as informações necessárias para colocar em ação um plano de contingência para os possíveis acidentes.

2.7 – Benefícios Proporcionados pelo RIS

Após a realização dos projetos europeus para a navegação interior, percebeu-se, pelos benefícios gerados, como é indispensável a administração do tráfego de veículos.

Segundo Pieter Stuurman (2002) [27], após a implantação dos operadores VTS, as estatísticas mostram que houve uma redução de aproximadamente 25% nos acidentes envolvendo os veículos de navegação interior. Outro ponto a favor é que a aplicação dos VTS permitiu um aumento de 20% no tráfego de veículos, mantendo os padrões mais altos de segurança.

Também segundo dados obtidos após a implantação do projeto INCARNATION, ouve uma redução de:

- ✓ 15,75% em mortes e ferimento a pessoas;
- ✓ 15,75% em danos e colisões de veículos;
- ✓ 4,50 % de custos repassados a terceiros.

(Fonte: Resultados do Projeto INCARNATION) [17]

2.8 – Planejamento para Implantação do RIS

A implantação do RIS pode ser encarada como um investimento para o modal fluvial. É fato que o sistema propicia grandes benefícios à navegação, mas os custos de implantação justificam um planejamento adequado a cada tipo de via navegável. Devem ser avaliadas as necessidades para o uso do RIS em função do melhor custo benefício para os usuários. Além disso, a implantação do RIS vai muito além da implantação dos serviços.

O RIS necessita de uma base legal para as ações:

- ✓ definir as autoridades competentes que irão se responsabilizar pelas ações;
- ✓ definir as áreas de cobertura;
- ✓ definir os deveres e obrigações no ambiente RIS, além da política de incentivos a navegação e a intermodalidade.

Este trabalho propõe a implantação de diversos serviços de informação para as hidrovias brasileiras, concebidos dentro do conceito RIS. As propostas apresentadas se enquadram na concepção do RIS, mas também se adaptam as realidades e as necessidades brasileiras. Apresentam-se serviços para as vias considerando as necessidades atuais, a situação que se encontram a via e os veículos, quais os dispositivos de informação e comunicação (móvel e fixo) já existentes e quais podem ser implantadas, atendendo as características físicas e financeiras.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO

O uso da informação na navegação interior de países da União Européia e EUA, está possibilitando tráfego de veículos mais seguro e eficiente. Isto é verificado segundo os resultados apresentados por projetos que se utilizam dos sistemas de informação descritos neste trabalho. O que se constata, é que a informação se tornou uma “ferramenta preciosa” para os usuários que se utilizam das vias navegáveis.

Neste capítulo será discutido uma proposta para implantação dos sistemas de informação para monitoração, gerenciamento e controle de tráfego de veículos nas vias interiores brasileiras. Através de dispositivos de comunicação e transmissão de dados a distância, interligado a veículos e “obras” da via, constituirá conjuntos de sistemas que possibilite, monitorar o tráfego de veículos em pontes, eclusas e canais das hidrovias. Além disso, os sistemas oferecerão ferramentas para gerenciar e planejar o tráfego dos veículos e utilização das vias, através da Internet e dispositivos móveis pela tecnologia WAP.

Para desenvolver o sistema foi considerado os seguintes itens:

- ✓ os dispositivos de comunicação e transmissão de dados a distância, foram escolhidos em função dos meios disponíveis a nível de todo o território Brasileiro, para estabelecer um padrão nacional e por se tratar de distâncias continentais;
- ✓ os sistemas de informação foram desenvolvidos para evitar incompatibilidade entre os diversos hardwares oferecidos no mercado. Para tanto foram escolhidos os sistemas mais conhecidos e utilizado no mercado nacional;

- ✓ os níveis de informação adotados, seguem os mesmos adotados pelas diretrizes do conceito de RIS.

3.1 – Planejamento do Sistema de Informação

O desenvolvimento dos sistemas foi realizado de acordo com as seguintes etapas:

1. Definir os níveis de informação que irão compor o sistema;
2. Estrutura do sistema de informação;
3. Caracterização da via;
4. Caracterização dos veículos;
5. Definir a monitoração, comunicação e transmissão de dados dos veículos;
6. Dados e informação das pontes;
7. Dados e informação dos canais;
8. Dados e informação das eclusas;
9. Estrutura física do centro dos sistemas de informação;
10. Disponibilizar ferramentas de informação aos usuários da vias.

3.2 – Níveis de Informação

Para desenvolver o sistema foram definidos três níveis de informação. Cada nível será tratado em função da sua aplicação:

- ✓ Informação Tática: será toda aquela informação coletada da via onde será utilizada para definir medidas rápidas em situações que possam ocorrer na mesma. Tais medidas são tomadas com minutos de antecedência para evitar situações que possam oferecer risco a navegação e seus usuários e deverão ser tomadas por autoridades, que tenham autonomia e competência para intervir na navegação;

- ✓ Informação Estratégica: será toda aquela informação coletada da via a ser utilizada para efetuar o planejamento das viagens dos veículos. Este planejamento geralmente é feito com informações obtidas com horas de antecedência e também projeção das mesmas. O planejamento das viagens ficará a cargo dos usuários da via, que as efetuarão a partir de informações coletadas sobre as condições atuais de navegabilidade da via e aplicativos disponíveis via Internet.
- ✓ Informação Real: será toda a informação coletada em tempo real, sobre a situação em que se encontra a via e os veículos num dado instante. Essa informação servirá para apoiar nas decisões para as informações táticas e estratégicas.

3.3 – Estrutura do Sistema de Informação

A partir dos níveis de informação foi desenvolvido a estrutura do sistema na qual ele foi idealizado, através de meios de comunicação, e transmissão de dados a distância, banco de dados interligados a aplicativos de controle de tráfego em uma central de informação. Para garantir a qualidade da informação, os meios de comunicação devem ser bem definidos a fim de se obter segurança e confiabilidade na transmissão de dados a qualquer hora e em qualquer ponto da via. Assim, cada meio foi escolhido em função das características da via, obras e veículos.

A figura a seguir mostra a estrutura do sistema de informação.

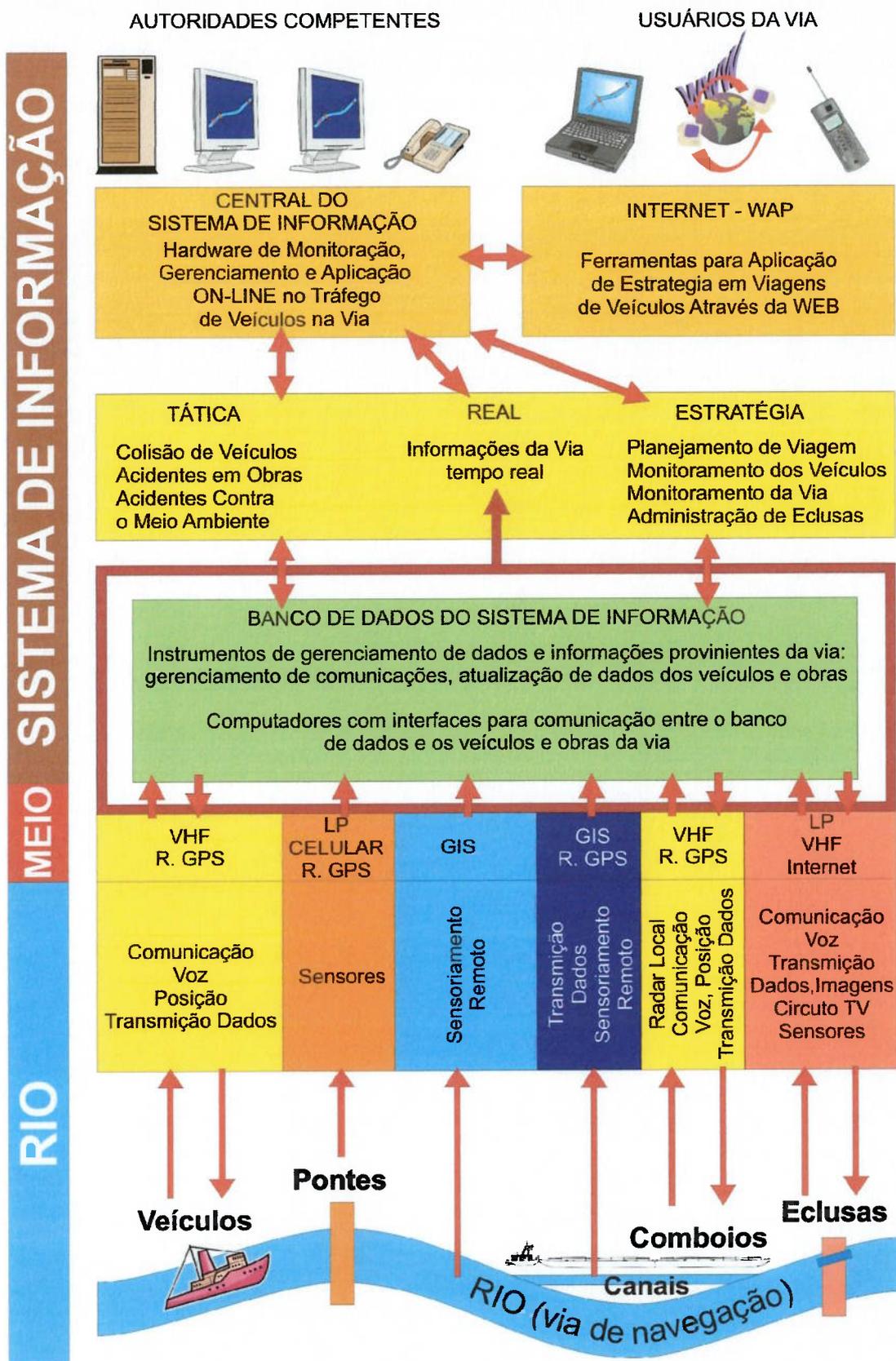


Figura 3.1 – Estrutura do Sistema de Informação

A figura 3.1 mostra a estrutura do sistema de informação, onde cada elemento que compõem o sistema, a hidrovia, veículos, pontes, eclusas, canais e a própria via, possuem um formato e meio de comunicação. As informações serão unidirecionais (somente envia dados) ou bidirecionais (envia e recebe dados), dependendo da aplicação e do elemento da hidrovia. As informações coletadas são enviadas para um banco de dados do sistema de informação, que serão separadas em informações táticas, estratégicas e real. Através de softwares específicos, as informações são convertidas para os hardwares de monitoração, onde autoridades competentes efetuarão o gerenciamento do tráfego na via a distância, através dos dispositivos de comunicação de cada elemento da hidrovia. O gerenciamento do tráfego também é apoiada em informações on-line na via, que são direcionadas para os hardwares de monitoração pelo banco de dados. Além de efetuar monitoração e gerenciamento do tráfego, a central do sistema de informação também se encarregará de disponibilizar para os usuários da via através da Internet e WAP, ferramentas de informação que possibilitarão efetuar o planejamento das viagens, proporcionando uma maior utilização da via e veículos.

3.4 – Caracterização da Via

As características da via são muito importantes para a estruturação do sistema, pois será a base de dados necessária para definir todo o processo de operação do sistema de informação.

Primeiramente será necessário conhecer em detalhes todas as características da via para que se possam definir quais informações que irão compor o sistema.

Com base nas rotas de navegação, serão descritas quais informações serão necessárias para que o banco de dados possa processa as informações que irão apoiar o tráfego dos veículos, a partir das características físicas, legais e as limitações de cada via.

Informações necessárias:

- ✓ Restrições Físicas e Legais: cada via possui os gabaritos de navegação para pontes, eclusas e canais. Tais restrições irão definir os limites de capacidade de tráfego dos veículos, sempre atendendo os critérios de segurança da via;
- ✓ Pontos Críticos: identificar os pontos críticos da via é outro fator muito importante, pois nesses locais é que se encontram grande concentração de tráfego de veículos e também de acidentes;
- ✓ Pontos de Desmembramentos: os pontos de desmembramentos surgem da necessidade de veículos (tipo comboio) terem de transpor alguma obra com suas dimensões maiores do que o gabarito da via, Assim os comboios necessitam efetuar os desmembramentos de suas barcaças. Em função disso são frequentes as ocorrências de filas de espera nesses locais. Logo, há necessidade de identificar os pontos de desmembramentos e quais as condições que a via pode oferecer para tais operações;
- ✓ Eclusas: das eclusas é necessário identificar a localização, as dimensões da câmara, capacidade de utilização, horários de funcionamento, intervalos de manutenção, cotas de navegação, tempo dos ciclos de operação, características especiais, frequência das filas de espera (se houver), localização das bóias de espera e amarração, ocorrência de desmembramento, acidentes e suas causas. Também deverá ser verificado os tipos de comunicações disponíveis (dados, voz e imagens) e se há monitoração nas operações das eclusas;
- ✓ Pontes: das pontes é necessário identificar a localização e as dimensões dos vão de passagens, capacidade de utilização, se existem restrições de passagens, cotas de navegação, altura limite de

passagem, tempo de ciclo de passagem, frequência de filas de espera, desmembramento (se houver), existência de protetores de pilares, localização das bóias de espera, amarração e ocorrência de desmembramento, acidentes e as causas;

- ✓ Canais de navegação: dos canais é necessário identificar a localização, as dimensões do canal (profundidade, largura, comprimento, raios de curvatura, velocidade de correnteza, se a passagens é de mão única ou dupla), cotas de navegação, tempo de passagens, se há ocorrências de filas de espera e desmembramento (se houver e qual a frequência), localização das bóias de espera e amarração e ocorrências de acidentes e as causas.

3.4.1 – Base Cartográfica da Via

Para obter todas as características da via com precisão e grande riqueza de detalhes desde a sua geografia, até as obras da via por toda a sua extensão, definiu-se então constituir a base cartográfica da hidrovia. Através de sensoriamento remoto os mapas da via passaram por digitalização e vetorização para um aplicativo CAD e feita sua interface ao banco de dados com a caracterização da via.

Através da base cartográfica e aplicação ao banco de dados, foi possível através de uma única ferramenta, consultar com rapidez e facilidade qualquer característica da via através dos recursos gráficos contidos no aplicativo CAD.

A Figura 3.2 a seguir ilustra o mapa de um trecho da via que foi digitalizado e vetorizado para o AutoCAD.

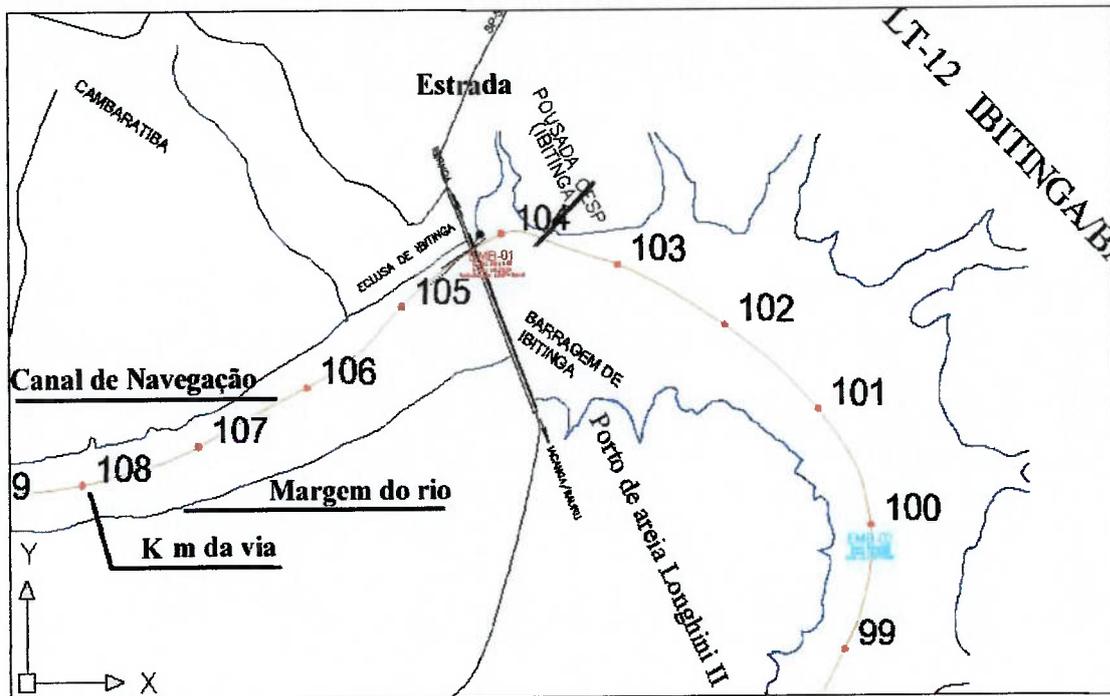


Figura 3.2 – Trecho da Hidrovia Digitalizado e Vetorizado para o AutoCAD

O trabalho de digitalização das vias não é complicado, além disso, as principais administradoras de hidrovias do Brasil como, AHARANA, AHITAR e Marinha do Brasil, já possuem os mapas de suas vias digitalizadas. Resta somente integrar as bases cartográficas em CAD ao banco de dados.

Dentre os inúmeros aplicativos CAD existentes no mercado, escolheu-se o AutoCAD pelas seguintes razões:

- ✓ possibilidade de integrar os recursos gráficos a banco de dados mais utilizados no mundo;
- ✓ compatibilidade dos arquivos de formato vetorial, de uso universal entre os aplicativos CAD;
- ✓ oferecer recursos de programação e customização para desenvolver programas que manipulam o aplicativo (linguagem AutoLISP);
- ✓ possibilita disponibilizar seus recursos gráficos via Internet, através de navegadores (Internet Explorer e Netscape).

Através da base cartográfica serão definidas as rotas de navegação dos veículos que irão interagir no sistema de informação, sempre adequando as características e condições da via.

Ao criar a base cartográfica das vias, tomou-se o cuidado de transformar as coordenadas geográfica geodésica em coordenadas plano retangular, através do sistema U.T.M. (Universal Transverse de Mercator). Essa transformação foi necessária porque o aplicativo CAD, somente trabalha com coordenadas plano retangulares.

Foram utilizadas fotos de satélites, captura de pontos por GPS no local além de alguns arquivos já vetorizados de trechos das hidroviias. A vetorização englobou a margem dos rios e afluentes, todas as obras existentes ou que cruzem na via (eclusas, pontes, canais, portos, terminais, linhas de transmissão, cidades vizinhas, etc.) e principalmente o canal de navegação.

Para efetuar os cálculos e obter a melhor precisão possível da transformação das coordenadas geográfica em plano retangulares, foi adotado o Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969 - SAD-69, através das Tabelas para Cálculos no Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator (UTM) – Elipsóide Internacional de 1967, fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). Nessa publicação (IBGE – 1986) [16], estão todas as tabelas para cálculos, convenções adotadas, elipsóide de referência, características do sistema UTM adotado e as fórmulas utilizadas para as transformações geográficas, aplicadas no sistema de informação.

Após constituir a base cartográfica, a mesma estará pronta para receber as informações da via através do banco de dados que estará sendo alimentado pelas características e informações da hidrovia. Assim, através do aplicativo CAD, o banco de dados é integrado a base cartográfica.

3.5 – Caracterização dos Veículos

Outras informações que irão compor ao banco de dados serão as características dos veículos que operam nas hidrovias.

A partir de tais características, o sistema irá integrar com os dados e características da via, definindo as melhores opções para o tráfego dos veículos nas vias.

Informações necessárias:

- ✓ Identificação do Veículo: nome do veículo, porto de registro, armador e ou empresa administradora;
- ✓ Tipo de Veículo: o tipo de veículo irá definir qual será o tratamento que o sistema irá exigir dele (passageiro, carga, comboio, autopropelido, etc.);
- ✓ Formação dos Comboios: no caso de um veículo ser do tipo comboio deve-se obter, a formação o tipo do comboio (integrado, semi-integrado ou não-integrado) e quantidade de chatas na formação;
- ✓ Características dos Veículos: identificar as dimensões principais dos veículos (comprimento, boca, calado máximo, deslocamento), capacidade de carga, classificação, tipo de carga (granel sólido ou líquido, etc.);
- ✓ Performance dos Veículos: velocidade dos veículos com carga e sem carga, especificação dos motores (potência) e o tipo dos propulsores e consumo específico (se possível), etc;
- ✓ Características Especiais: identificar se o veículo possui alguma característica especial que seja relevante para o sistema ou no tráfego da via, como transporte de cargas perigosas (tóxicas, inflamáveis, etc.).

Através das informações descritas será possível levantar um histórico de cada veículo. Esse histórico utilizado pelo sistema para definir a performance de cada um, será utilizados com dados de entrada para as ferramentas que simulam viagens de veículos, descritas mais adiante.

3.6 – Sistema de Monitoração, Comunicação e Transmissão de Dados dos Veículos

Outro componente que irá compor o sistema de informação será a monitoração e comunicação com os veículos em operação na via. Através da monitoração será possível obter, a localização, posição geodésica (latitude e longitude) e “status” (situação de operação que se encontra) de cada veículo. A comunicação servirá para obtenção de informações sobre as condições de tráfego na hidrovia, cheguem aos veículos.

Como exemplo, temos os operadores de frota, que poderão a distância e em tempo real, monitorar todos os “passos” de seus veículos em operação na hidrovia. Além disso, através do sistema de comunicação via satélite, será possível intervir no tráfego dos veículos, quando necessário. Tal intervenção poderá ser tanto por parte dos operadores de frota, a fim de melhorar o desempenho dos veículos, ou por parte de autoridades competentes, quando julgar necessário para atender uma necessidade comum entre os usuários no momento em questão e ou para salvar a via, obras e veículos, de acidentes que possam ocorrer.

3.6.1 – Tipos de Comunicação e Transmissão de Dados Adotados nos Veículos

Num primeiro momento poderia ser utilizada a comunicação por equipamentos VHF (voz), que já estão disponíveis nos veículos. Mas este recurso só pode ser utilizado em pequenas áreas de cobertura e não permite longo alcance, logo seria um meio muito limitado.

Propõem-se então equipar os veículos com Receptores GPS. Tal dispositivo permite transmitir e receber dados via satélite a bordo do veículo, em qualquer lugar e a qualquer hora. Além disso, os GPS também fornecem a posição

geodésica do veículo em tempo real, que possibilitará monitorar o veículo em qualquer ponto da via com precisão de 60 metros, muito boa para a finalidade dos dispositivos. Estes dispositivos são os mesmos que já equipam boa parte dos veículos na Hidrovia Tietê-Paraná.

Os Receptores GPS também podem ser preparados para transmitir automaticamente dados sobre o “status” dos veículos, através de sensores conectados a ele. Por exemplo, se conectado ao motor do veículo, os sensores podem enviar informação de uso do motor, rotação, consumo, etc. Além disso, os receptores podem receber e enviar mensagens tipo texto e dependendo do tipo e modelo, pode transmitir imagem e voz.

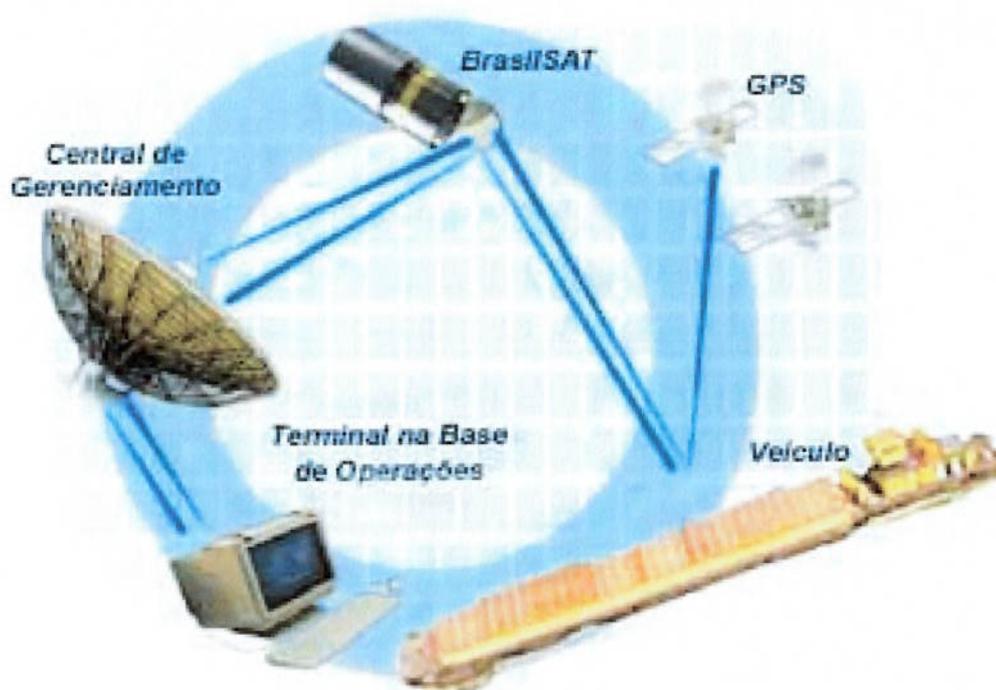


Figura 3.3 – Caminho Percorrido pelas Informações Via Satélite
(Fonte: Figura adaptada da Autotrak 2002) [03]

O Receptor GPS capta as posições dos veículos e as transmite via satélite até a central de operações. O sistema também oferece a comunicação entre a central de operações e o veículo no caminho inverso. A partir da central de operações

as informações são retransmitidas aos usuários via Internet, que pode também seguir o caminho inverso até o veículo.

3.6.2 – Monitoração Gráfica dos Veículos

Através dos Receptores GPS em conexão ao banco de dados, com transmissão da posição geodésica dos veículos em intervalos regulares, o aplicativo CAD pode ser configurado para receber estes dados e apontar na base cartográfica a posição de cada veículo na via. Com a sobreposição da digitalização e da posição de cada veículo, o sistema ilustrará a rota percorrida por cada veículo.

Para apontar a posição dos veículos na base cartográfica, foi desenvolvido uma rotina AutoLISP (programação no AutoCAD), que converte as informações de entrada, provindas dos Receptores GPS de cada veículo em referências gráficas de posição, no momento exato que o comboio se encontra. Para que o sistema possa aceitar as informações de diversos tipos de marcas de rastreadores, foi definido que os dados de entrada para o sistema, será um arquivo texto (ASCII), contendo posição, data, hora e nome do veículo. Esse tipo de arquivo é de uso universal entre os GPS, evitando então qualquer incompatibilidade do sistema de informação com os diversos dispositivos existentes nos veículos.

Essa rotina utiliza-se do mesmo método de transformação de coordenadas geográficas em plano retangulares na vetorização das bases cartográficas da via. Como a linguagem AutoLISP é voltada totalmente para os recursos gráficos, a rotina converte as informações texto em referência gráfica “plotada” nas bases cartográficas da via, juntamente como as seguintes informações:

- ✓ nome do veículo localizado;
- ✓ data e hora do veículo;
- ✓ velocidade média em relação a última posição.

As informações acima são “plotadas” nas bases cartográficas, na posição exata que o veículo se encontrava no momento de enviar as informações para o sistema.

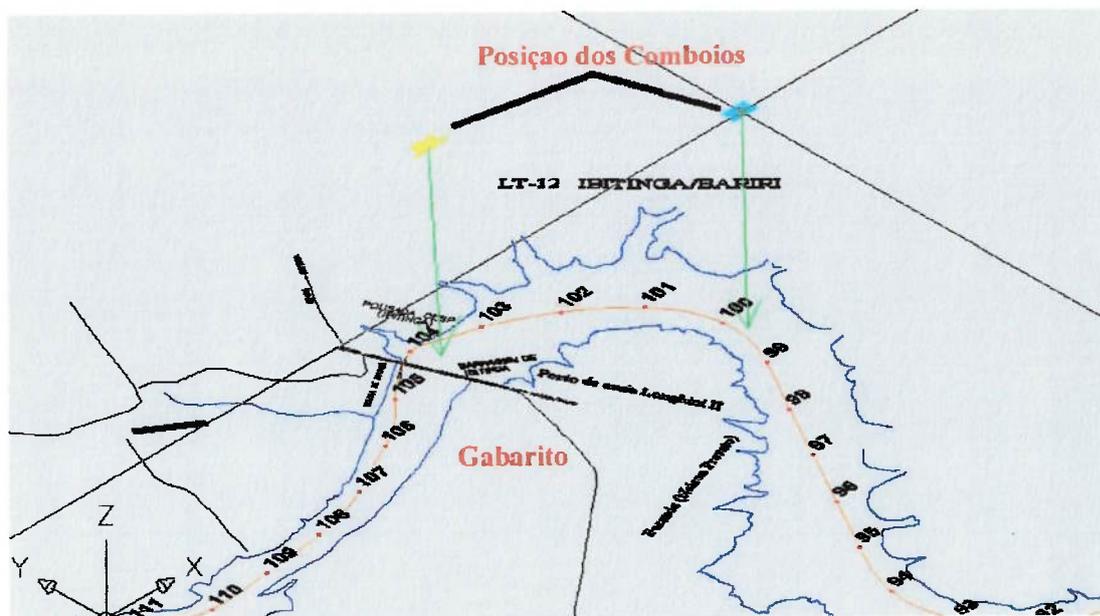


Figura 3.4 – Trecho da Via Digitalizado com Sobreposição da Posição dos Veículos

Através de tais recursos gráficos, fica muito fácil monitorar os veículos na hidrovia, pois através do aplicativo CAD, com a base cartográfica da via de “fundo”, pode-se visualizar com facilidade a posição e rota percorrida pelo veículo. No Anexo A é exibida como a rotina de conversão de transformação de coordenadas geográfica em plano retangulares.

3.7 – Dados e Informação sobre as Pontes

As pontes junto com as eclusas possuem limitações quanto à passagem de alguns veículos. Qualquer um que necessite efetuar passagens pelo local, deve atender as restrições do gabarito da ponte, e quando isso não ocorre os veículos precisam efetuar o desmembramento do comboio. Como consequência, o tempo de transposição aumenta, ocasionando filas e congestionamento.

Além disso, nas pontes é comum ocorrerem acidentes, em decorrência de abaloamento nos pilares. Em função disso, diversas pontes estão sendo equipados

com protetores de pilares para evitar novos acidentes, mas é bom frisar que os protetores foram projetados para suportar pequenas colisões. As principais causas de tais acidentes são as más condições meteorológicas e imprudência dos operadores. Alguns veículos se aproveitam da ausência de fiscalização nas pontes e efetuam passagens arriscadas, com péssimas condições climáticas e de visibilidade. Há também relatos de comboio que ignoram o processo de desmembramento (quando são solicitados), para reduzir o tempo de viagem, aumentando assim as chances de provocar novos acidentes.

Para minimizar tais ocorrências propõe-se efetuar monitoramento das pontes à distância através de:

- ✓ Pelos receptores GPS é possível identificar cada veículo que efetuou passagem pela obras e se efetuou ou não desmembramento. Isso é feito através da monitoração da viagem que registra o momento em que cada veículo efetuou a passagem.

- ✓ Instalação de sensores nas pontes para que se possa detectar a distância, qualquer ocorrência (abalroamentos) que possa haver. Como a maioria das pontes tem sua localização longe dos centros urbanos a transmissão de dados dos sensores poderia ser efetuada via linha telefônica ou celular (se disponível). No caso da impossibilidade dos dois meios, pode-se utilizar os Receptores GPS fixos para a transmissão de dados dos sensores.

Cruzando os dados dos sensores no momento da possível ocorrência com os dados da monitoração dos veículos, será possível identificar rapidamente qual veículo foi responsável por alguma infração ou dano a ponte.

Com tal monitoramento, será possível em tempo real detectar as ocorrências e sua gravidade além de identificar os responsáveis. No caso de ocorrer algum acidente, o sistema de informação emitirá um alerta a todos os veículos

próximo do local, através de mensagens via Receptores GPS. Também será contactada a administradora da rodovia a qual a ponte pertence para tomar as devidas providências quanto ao tráfego nas estradas da referida ponte. Tal alerta será mantido até que uma equipe vá até o local avaliar a gravidade do acidente.

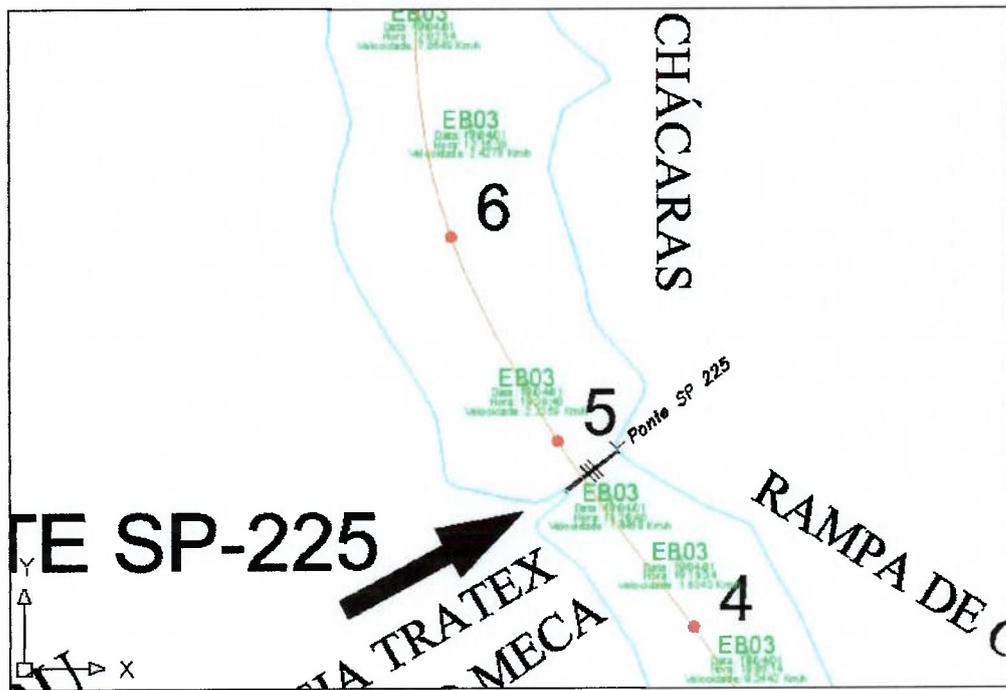


Figura 3.5 – Imagem da Tela do Sistema de Informação – Monitoração das Pontes

A figura acima mostra a operação de passagem de um comboio, onde são exibidos o nome do veículo, data e hora do posicionamento a cada momento que o mesmo se desloca. Todos os dados foram transmitidos por um Receptor GPS a bordo do veículo e transferido para o sistema de informação que trata de exibir em uma tela, usando como fundo a base cartográfica da localização da ponte.



Figura 3.6 – Estrutura do Serviço de Informação de Comunicação e Posição dos Veículos

Na Figura 3.6 é ilustrada a estrutura do Sistema de Informação, Comunicação e Posição dos Veículos, onde a informação parte dos veículos através de radio VHF e Receptores GPS e são armazenadas em um banco de dados, onde é separada em informação tática, estratégia e real. Após separar as informações, elas são enviadas para serem monitoradas e gerenciadas pelas autoridades competentes em uma central do sistema de informação, que são disponibilizadas na Internet. A comunicação dos usuários e autoridades competentes com os veículos, segue o caminho inverso.

3.8 – Dados e Informação sobre os Canais de Navegação

Os canais de navegação se caracterizam pelas limitações de suas dimensões físicas, no que restringem o tráfego de vários veículos ao mesmo tempo.

Quando um veículo está utilizando um canal de navegação com restrição de passagem é necessário que outro que queira utilizá-lo no mesmo instante, deva aguardar até que o primeiro termine a passagem e isso gera uma irregularidade

no tráfego, pois não existe nenhum tipo de controle no local, além das informações recebidas via rádio VHF.

Somente é possível saber se há algum veículo utilizando o canal alguns minutos antes de chegar ao local, nesse caso um veículo deve aguardar o outro a terminar a passagem.

Uma proposta para auxiliar os veículos a efetuarem passagens pelos canais é utilizar o monitoramento dos veículos equipados com os dispositivos Receptores GPS. Assim, através do acesso a informação dos veículos que irão trafegar pelos canais, será possível, planejar e controlar o tráfego nesses locais.

Através do sistema de informação conjugada com a posição dos veículos na base cartográfica e a um banco de dados, será possível monitorar com exatidão todos os veículos que se aproxima da obra, os tempos de aproximação, e tempos de passagem de cada um. Assim através de todas essas informações é possível que um operador de tráfego auxilie os veículos a efetuar a passagem pelos canais, possibilitando otimizar os tempos de passagem. Com isso espera-se fornecer aos usuários da via uma ferramenta para apoiar o tráfego de veículos em canais com restrição de passagens.

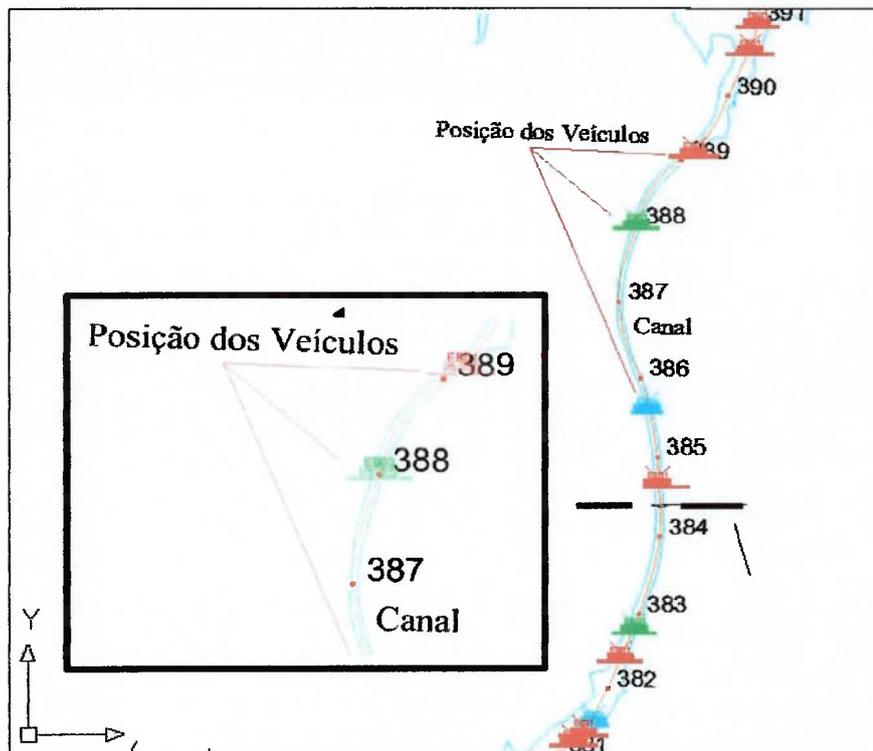


Figura 3.7 – Imagem da Tela do Sistema de Informação – Monitoração dos Canais

A figura 3.7 mostra o monitoramento dos veículos que estão efetuando a passagem no canal de Pereira Barreto, onde são exibidos o nome do veículo, data e hora do posicionamento a cada momento que o mesmo se desloca. Todos os dados foram transmitidos por um Receptor GPS a bordo do veículo e transferido para o sistema de informação que trata de exibir em tela, usando como fundo a localização do canal através da base cartográfica da via.

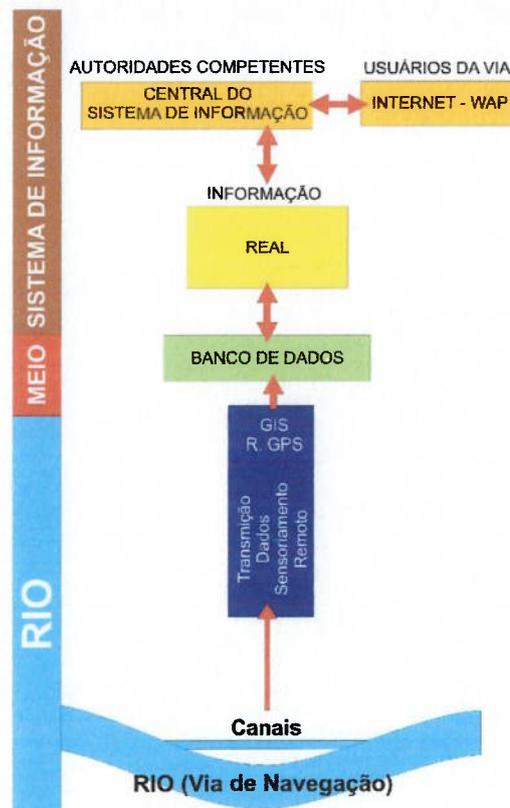


Figura 3.8 – Estrutura do Serviço de Informação para Monitoração dos Canais de Navegação

A Figura 3.8 mostra a estrutura do Sistema de Informação de Monitoração dos Canais de Navegação, onde a informação parte dos veículos nos canais através dos Receptores GPS instalados nos veículos. As informações são enviadas ao banco de dados e armazenadas como informação real. Depois são direcionadas para o sistema central para monitoração do tráfego no canal, onde também será retransmitida para a Internet. Assim será possível efetuar o planejamento prévio da utilização dos canais.

3.9 – Dados e Informação sobre as Eclusas

A as eclusas são as responsáveis pelos principais gargalos das vias de navegação. São elas também que limitam a capacidade de carga da via, em função das limitações de suas câmaras e o grande tempo para efetuar a transposição (até três horas em alguns casos).

Por esses motivos, as eclusas são responsáveis pelo surgimento de filas de espera. Além disso, se houver a necessidade de efetuar desmembramentos dos comboios, o tempo de transposição das eclusas aumentaria muito.

Portanto propõe-se que para reduzir tais ocorrências se efetue o planejamento de utilização das eclusas em função do uso dos veículos através da monitoração e planejamento de utilização da obra. Tal planejamento será o mesmo realizado para utilização das pontes e canais, visto anteriormente.

Com isso os usuários da via terão uma ferramenta de apoio e planejamento muito eficaz para minimizar as filas de espera e congestionamentos nas eclusas. Um simulador estaria disponível via Internet para consulta e utilização dos usuários para efetuar o planejamento das viagens, em função das condições reais de operação que se encontram todos os veículos em operação na via.

Por possuir uma grande infra-estrutura as eclusas podem dispor de todos os recursos de comunicação e transmissão e recepção de dados, voz e imagens. Como algumas das eclusas dispõem de circuito interno de TV, poderiam também efetuar a transmissão das imagens da operação das eclusas para a Internet, para os usuários.

Além dos dispositivos de informação, será mantido no banco de dados todas as informações dos veículos que efetuam transposição nas eclusas, mantendo assim um histórico de passagens dos veículos. Além disso, sempre estará à disposição dos usuários informações de operação das eclusas e possíveis interrupções por motivo de manutenção, acidentes, etc. Com isso os usuários estarão sempre bem informados para elaborar o planejamento de viagens.

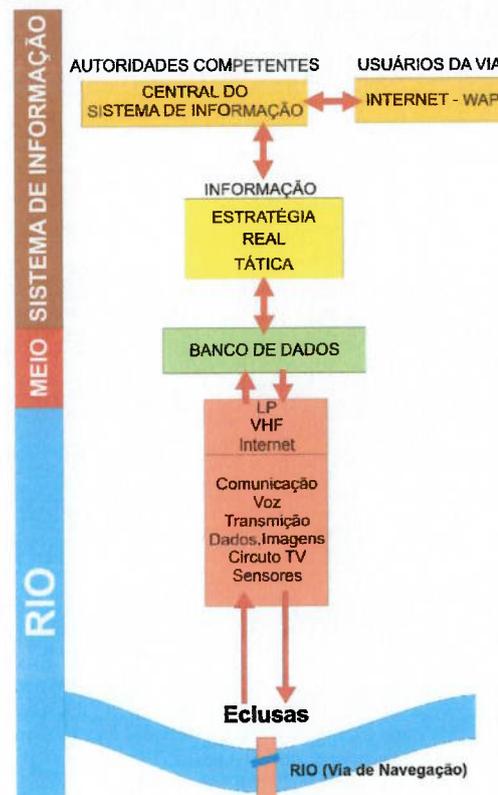


Figura 3.9 – Estrutura do Serviço de Informação para Monitoração das Eclusas

Na Figura 3.9 é apresentada a estrutura do Sistema de Informação para Monitoração das Eclusas, onde a informação parte dos veículos nas eclusas através radio VHF e ou pelo Receptor GPS. As informações também são transmitidas das eclusas através de Linha Privada (LP) e Internet e são armazenadas em um banco de dados, onde são separadas em informação tática, estratégia e real. Após separar as informações, elas são monitoradas e gerenciadas pelas autoridades competentes na central do sistema de informação, que são disponibilizadas na Internet. O gerenciamento pelas autoridades competentes com as eclusas, segue o caminho inverso.

3.10 – Estrutura Física do Centro do Sistema de Informação

Para dar suporte a todos os recursos até aqui descritos, será necessário constituir uma estrutura física que intermedeie as informações providas da hidrovía e as transforme em ferramentas para apoiar o tráfego dos veículos.

Tal estrutura será constituída em um local estratégico na via, onde abrigarão os equipamentos (hardwares), aplicativos (banco de dados, aplicativo e demais sistemas de informação) e todo o aparato para receber as informações providas da via (via satélite, linhas privadas, VHF, acesso a Internet, etc.). Além disso, contará com todo o recurso humano (operadores de tráfego, autoridades competentes, etc.), que possibilitem a operação do sistema como um todo.

A estrutura será responsável por executar as seguintes funções:

1. Disponibilizar ferramentas de informação aos usuários do modal fluvial, para que possam efetuar planejamento e gerenciamento de suas viagens ao longo da área de cobertura do sistema de informação.
2. Disponibilizar aos usuários a situação que se encontra a navegação da via, desde as operações de transposição das obras até as condições meteorológicas.
3. A mais importante de todas, ter autonomia e autoridade para intervir no tráfego dos veículos, a fim de salvaguardar a vida humana e o meio ambiente.

A princípio, a estrutura contará com operadores de tráfego que operarão todo o aparato do sistema de informação e também terão autonomia e competência para sempre intervir, quando algo possa interromper o tráfego e oferecer perigo aos usuários da via. Na verdade os operadores estariam apenas apoiando o tráfego à distância através dos meios de comunicação descritos.

Na estrutura também se localizaria os dispositivos e recursos humanos para manter o portal de apoio ao tráfego em funcionamento, onde serão disponibilizadas as ferramentas de informação aos usuários da via.

A figura abaixo mostra como poderia ser a estrutura física do sistema de informação.

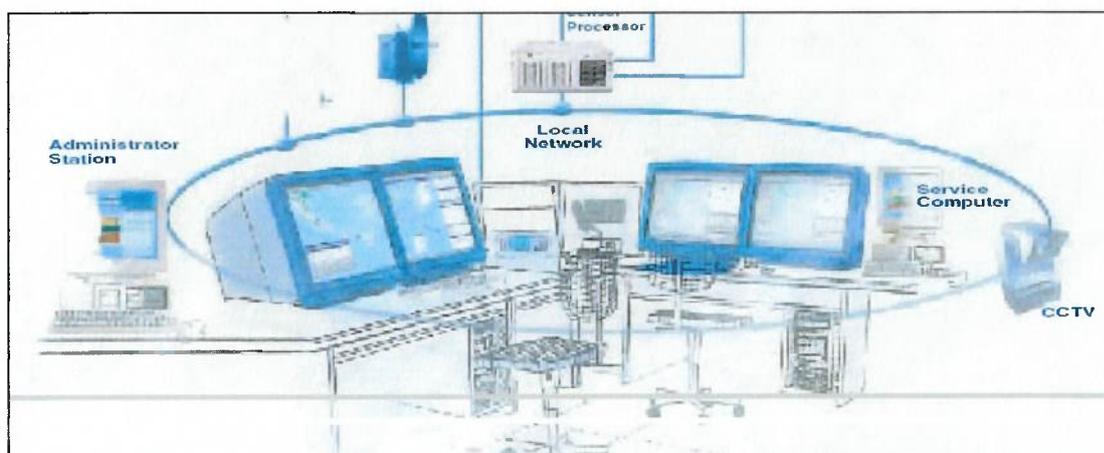


Figura 3.10 – Estrutura Física do Centro do Sistema de Informação

3.11 – Ferramentas de Informação para os Usuários da Via

Além de todos os recursos de monitoração da hidrovia, propõe-se fornecer aos usuários da via, ferramentas de informação on-line para auxiliá-los no planejamento das viagens. Tal ferramenta de informação é um “Portal” disponibilizado na Internet, onde estarão disponíveis vários serviços, que permitirão aos usuários monitorar, planejar e gerenciar seus veículos a distância através do sistema de informação.

O portal se apresenta de fácil entendimento e utilização, dispensando então, algum tipo de treinamento em especial a seus usuários. Apesar de se utilizar da Internet, somente usuários autorizados pelo sistema poderão ter acesso completo ao Portal, por questões de segurança a informação.

Ao acessar o Portal, o usuário terá os seguintes serviços disponíveis:

- ✓ Comunicação e Posição dos Veículos;
- ✓ Planejamento de Viagens;
- ✓ Monitoração das pontes;
- ✓ Monitoração dos canais;
- ✓ Monitoração das eclusas;
- ✓ Características dos Veículos;
- ✓ Aviso aos Navegantes.

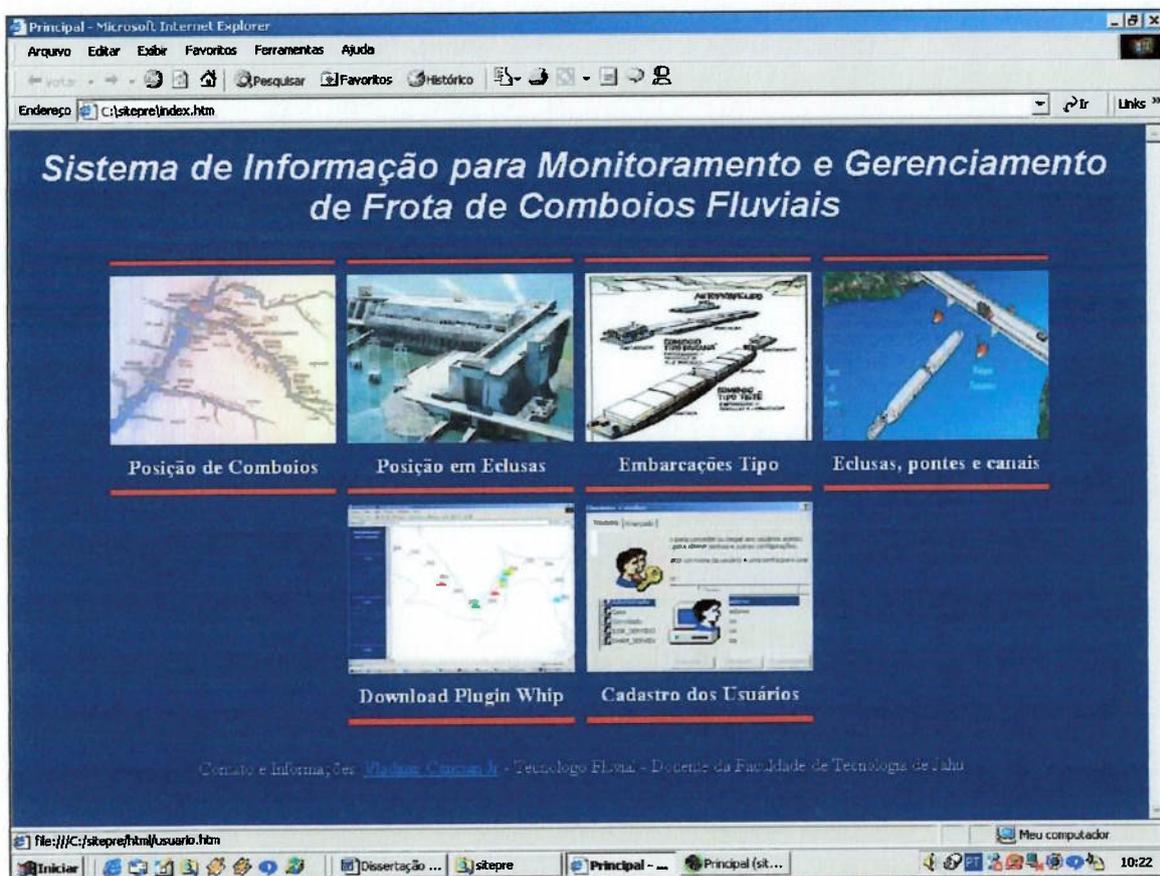


Figura 3.11 – Tela Principal do Portal no Navegador Internet Explorer 5.5

3.11.1 – Serviço Comunicação e Posição de Veículos

Este serviço oferece aos usuários a posição do veículo desejado em tempo real, através de exibição gráfica na base cartográfica do sistema.

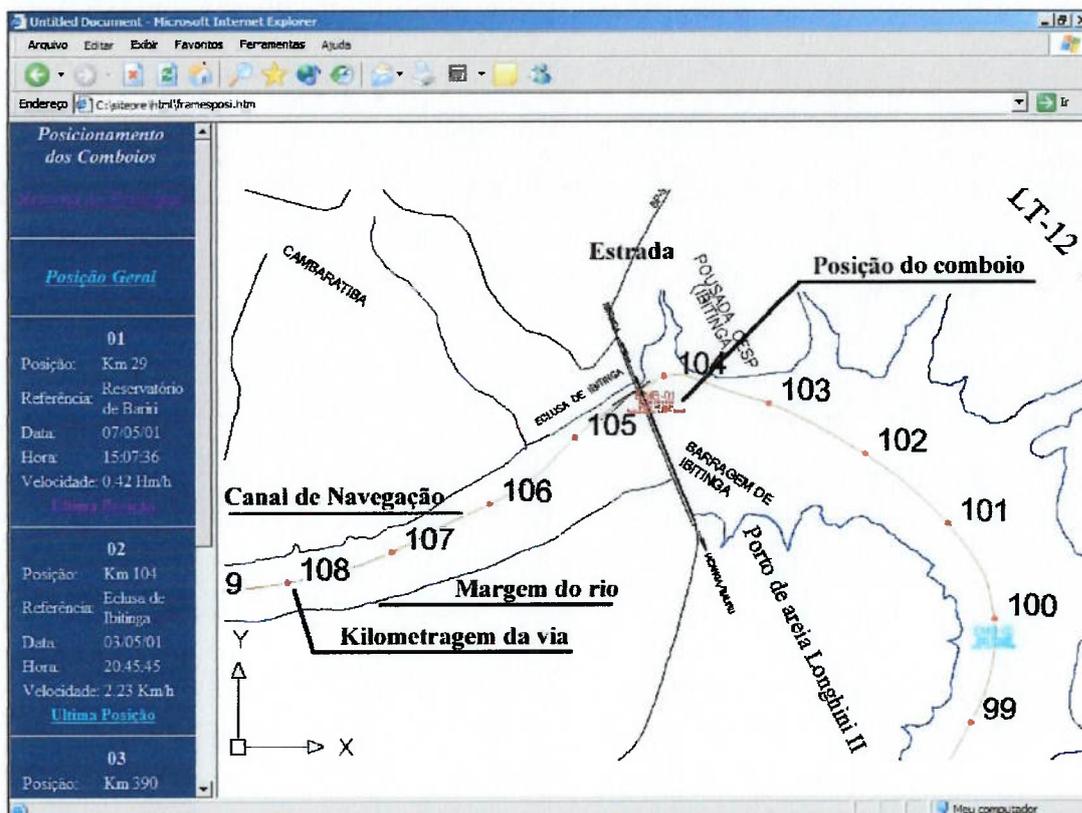


Figura 3.12 – Apresentação da Tela de Posicionamento dos Veículos na Base Cartográfica da Via

Ao escolher o veículo desejado, será exibido a parte, as seguintes informações:

Tabela 3.1 – Informações de Cada Veículo Exibidas no Serviço de Posicionamento

INFORMAÇÕES	EXEMPLO
Nome do Veículo	EMPURRADOR 01
Situação do Veículo (Em operação ou fora de Operação)	Em Operação
Quilometragem da Via	Tietê – Km 104
Posição Relativa	Eclusa de Ibitinga
Tempo da última posição (hh:mm:ss)	05: 39:14
Data da última posição (dd/mm/aa)	27/09/2001
Velocidade da última posição	7,89 Km/h

Para ter o acesso as telas que contém as bases cartográficas da via, será necessário instalar um “plug-in” (de uso livre) no PC que irá acessar o serviço de posicionamento, que estará disponível no Portal para “download”.

Além de fornecer a posição do veículo, o usuário poderá enviar e receber mensagens via texto para o veículo desejado.

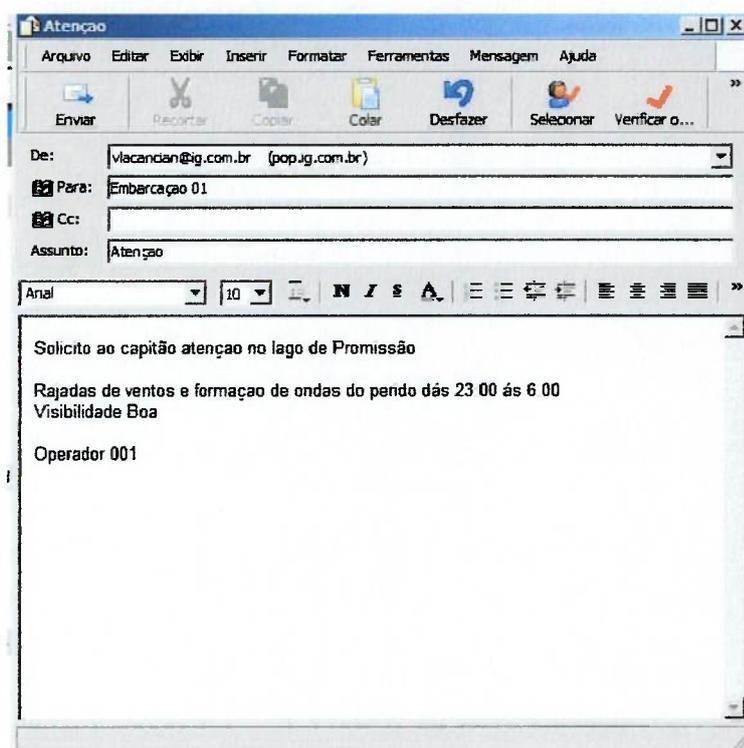


Figura 3.13 – Tela do Editor de Texto para Comunicação com os Veículos

3.11.2 – Serviço Planejamento de Viagens

Este serviço oferecerá aos usuários uma ferramenta para efetuar a simulação da viagem de um veículo, levando em consideração todos os demais veículos em operação na via e condições de utilização e operação de cada obra da via. Ao entrar com os dados de data, hora e o veículo do usuário, o sistema retornará um relatório mostrando qual será o desempenho do veículo em relação aos demais e as obras da via. Neste relatório constará os horários de transposição de obras, se há ou não conflito de horários com outros veículos, previsão de chegada aos terminais de carga, etc, ou seja, através dos relatórios o usuário poderá escolher entre diversas

simulações, momento de iniciar a viagem do referido veículo, minimizando o tempo de viagem e conseqüentemente custo de operação.

A Figura 3.14, mostra o planejamento de uma viagem de um comboio, onde o sistema fornece a previsão dos tempos de passagens pelas obras da via e se outros veículos irão efetuar passagem pelas obras, no mesmo instante em que o veículo em questão.

	Localidade	Data / Hora (Ida) Comboio01	Data / Hora (Ida) Comboio02	Data / Hora (Ida) Comboio03	Data / Hora (Ida) Comboio04	
Viagem de ida	Saída do terminal de Pederneiras	09/02 0:30	10/02 1:30	11/02 2:30	12/02 3:30	
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	09/02 0:54	10/02 0:54	11/02 0:54	12/02 0:54	
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	09/02 10:04	10/02 10:04	11/02 10:04	12/02 10:04	
	Chegada a eclusade Bariri	09/02 12:25	10/02 12:25	11/02 12:25	12/02 12:25	
	Saída da eclusade Bariri	09/02 15:27	10/02 15:27	11/02 15:27	12/02 15:27	
	Chegada a eclusade Ibitinga	09/02 22:29	10/02 22:29	11/02 22:29	12/02 22:29	
	Saída da eclusade Ibitinga	10/02 1:30	11/02 1:30	12/02 1:30	13/02 1:30	
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/02 5:14	11/02 5:14	12/02 5:14	13/02 5:14	
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/02 6:24	11/02 6:24	12/02 6:24	13/02 6:24	
	Chegada a eclusade Promissão	10/02 12:40	11/02 12:40	12/02 12:40	13/02 12:40	
	Saída da eclusade Promissão - ponte BR 193	10/02 15:43	11/02 15:43	12/02 15:43	13/02 15:43	
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/02 17:10	11/02 17:10	12/02 17:10	13/02 17:10	
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/02 18:40	11/02 18:40	12/02 18:40	13/02 18:40	
	Chegada a eclusade Nova Avanhandava	10/02 21:45	11/02 21:45	12/02 21:45	13/02 21:45	
	Saída da eclusade N. Avan. - ponte SP 461(Birigui - Handera)	11/02 3:42	12/02 3:42	13/02 3:42	14/02 3:42	
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/02 6:54	12/02 6:54	13/02 6:54	14/02 6:54	
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/02 8:04	12/02 8:04	13/02 8:04	14/02 8:04	
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/02 12:06	12/02 12:06	13/02 12:06	14/02 12:06	
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/02 13:36	12/02 13:36	13/02 13:36	14/02 13:36	
	Chegada ao canal Pereira Barreto	11/02 17:08	12/02 17:08	13/02 17:08	14/02 17:08	
	Saída do canal Pereira Barreto	11/02 19:16	12/02 19:16	13/02 19:16	14/02 19:16	
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/02 20:54	12/02 20:54	13/02 20:54	14/02 20:54	
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/02 22:09	12/02 22:09	13/02 22:09	14/02 22:09	
	Chegada ao terminal de São Simão	12/02 20:41	13/02 20:41	14/02 20:41	15/02 20:41	
	Saída ao terminal de São Simão	13/02 2:41	14/02 2:41	15/02 2:41	16/02 2:41	
	Viagem de volta	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/02 6:30	15/02 6:30	16/02 6:30	17/02 6:30
		Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/02 6:37	15/02 6:37	16/02 6:37	17/02 6:37
		Chegada ao canal Pereira Barreto	14/02 8:37	15/02 8:37	16/02 8:37	17/02 8:37
Saída do canal Pereira Barreto		14/02 11:02	15/02 11:02	16/02 11:02	17/02 11:02	
Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)		14/02 15:23	15/02 15:23	16/02 15:23	17/02 15:23	
Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)		14/02 16:53	15/02 16:53	16/02 16:53	17/02 16:53	
Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)		14/02 21:53	15/02 21:53	16/02 21:53	17/02 21:53	
Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)		14/02 23:03	15/02 23:03	16/02 23:03	17/02 23:03	
Chegada a eclusade N. Avan. - ponte SP 461(Birigui - Handera)		15/02 3:00	16/02 3:00	17/02 3:00	18/02 3:00	
Saída da eclusade Nova Avanhandava		15/02 3:57	16/02 3:57	17/02 3:57	18/02 3:57	
Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)		15/02 12:36	16/02 12:36	17/02 12:36	18/02 12:36	
Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)		15/02 14:06	16/02 14:06	17/02 14:06	18/02 14:06	
Chegada a eclusade Promissão - ponte BR 193		15/02 16:02	16/02 16:02	17/02 16:02	18/02 16:02	

Figura 3.14 – Exemplo do Planejamento da Viagem de um Veículo

A princípio, o planejamento é feito em uma planilha de cálculo, depois é convertida para HTML para ser exibida pela Internet. Junto com o HTML é feito através de linguagem de programação para WEB (ASP ou PHP), a comunicação dos dados de entrada da planilha, com o banco de dados central, que está sendo alimentado em intervalos regulares com as informações providas dos Receptores GPS dos veículos. Os Receptores estará alimentando o banco de dados

(SQL, ORACLE, ACCESS) em intervalos regulares de 15 em 15 minutos, com a posição geodésica dos veículos, velocidade instantânea, a velocidade média, consumo do motor principal, data e hora e nome do veículo. Todas as informações são armazenadas no banco de dados central em forma de pilha, assim a última informação enviada ao banco, será a primeira a ser acessada pela planilha para efetuar os cálculos de simulação de viagem.

As informações são armazenadas no banco de dados por um período determinado e depois são transferidas para arquivos individuais, que irá compor os históricos. Esse processo é necessário para evitar que o banco de dados não seja sobrecarregado com excesso de dados e cause danos para o sistema. O tempo de armazenamento dos dados será o equivalente a uma viagem redonda de cada veículo.

Sempre que o usuário acessar as planilhas de simulação, acessará dados atualizados. Toda a transferência de informação será efetuada em modo segura e direcionadas exclusivamente aos operadores de frotas, evitando interferência de usuários não autorizados no sistema.

No Anexo B é descrito como a planilha de planejamento foi constituída para o serviço.

3.11.3 – Serviço Monitoramento de Pontes

Este serviço oferece aos usuários através das bases cartográficas identificar os veículos que estão efetuando transposição da obra desejada, em tempo real. Nesse serviço também são exibidas informações sobre as condições das pontes e cotas de navegação.

3.11.4 – Serviço Monitoramento de Canais

Este serviço oferece aos usuários através das bases cartográficas identificar os veículos que estão efetuando passagem no canal desejado, em tempo real.

3.11.5 – Serviço Monitoramento de Eclusas

Este serviço oferece aos usuários através das bases cartográficas identificar os veículos que estão efetuando transposição na eclusa desejada, em tempo real. Nesse serviço também são exibidas informações sobre as condições de operação das eclusas, cotas de navegação e imagens dos veículos efetuando a transposição da obra.

Além disso, este serviço apresentará relatórios dos veículos que efetuaram transposição e os tempos de passagem. E para completar o serviço, um informativo sobre a operação das eclusas será disponibilizado, onde constará horários de operação e paralisação das eclusas por motivos de manutenção, reparo, etc.



Figura 3.15 – Imagens do Circuito de TV das Eclusas do Rio Tietê (Fonte: AES – 2001) [01]

3.11.6 – Serviço Monitoramento de Veículos

Este serviço tem como objetivo oferecer aos usuários informações sobre as características dos veículos em operação na via em questão. Aqui estarão disponíveis arranjo geral, formação de comboios, dimensões principais, capacidade de carga, etc.

3.11.7 – Serviço de Aviso aos Navegantes

Este serviço tem como objetivo fornecer aos usuários informações gerais sobre o sistema de informação, hidrovia e informativos sobre as condições de navegação, meteorológica e demais informações que possa auxiliar aos usuários da via.

Além disso, o serviço pretende criar um canal de comunicação entre os usuários e operadores do sistema, para que haja uma troca de informações, tanto para um lado como para o outro, para a melhoria do sistema. A intenção é que futuramente, esse serviço seja um canal aberto para compartilhar informações entre os usuários do sistema, a fim de proporcionar uma maior integração do sistema de informação.

3.12 – Comunicação Via WAP

WAP, sigla de Wireless Application Protocol (Protocolo de Aplicação sem fio), é uma especificação de conjunto de protocolos de comunicação com o intuito de normalizar a forma como os dispositivos sem fio (celulares, palm tops, etc.) acessam a Internet.

Esse protocolo permite o acesso móvel à informação e serviços disponíveis na Internet ou Intranets privadas, assim como a outros sistemas de informação, por meios de dispositivos móveis. Além de possibilitar aos celulares navegarem pela Internet a tecnologia WAP também permite que possa enviar e

receber mensagens curtas (SMS – Short Message Service, serviço de mensagens curtas disponíveis no celular com tecnologia WAP).

Essa tecnologia propõe disponibilizar aos usuários do sistema de informação, serviços que permitam oferecer consultas rápidas sobre a via e veículos da hidrovia. Através de um portal WAP o usuário poderá efetuar consultas como a localização dos veículos, condições meteorológicas, etc.

A figura abaixo mostra um exemplo de aplicação WAP, onde o usuário pode receber informação sobre a posição de um dado veículo na via.



Figura 3.16 – Exemplo de Acesso WAP para Localização de um Veículo

O foco principal da aplicação da tecnologia WAP ao sistema de informação é oferecer um serviço de alerta aos usuários e operadores de frotas. Em caso de qualquer acidente ou ocorrência grave que possa ocorrer na via, tal informação será enviada imediatamente aos dispositivos WAP (celulares), através de mensagens SMS. Desta forma será possível disponibilizar rapidamente para uma grande quantidade de usuários: Aqui não é o usuário que busca a informação, e sim a informação que busca o usuário.

Além disso, os usuários poderiam programar para receber automaticamente a posição de veículos, passagem por eclusas, pontes e chegada e saída a terminais.

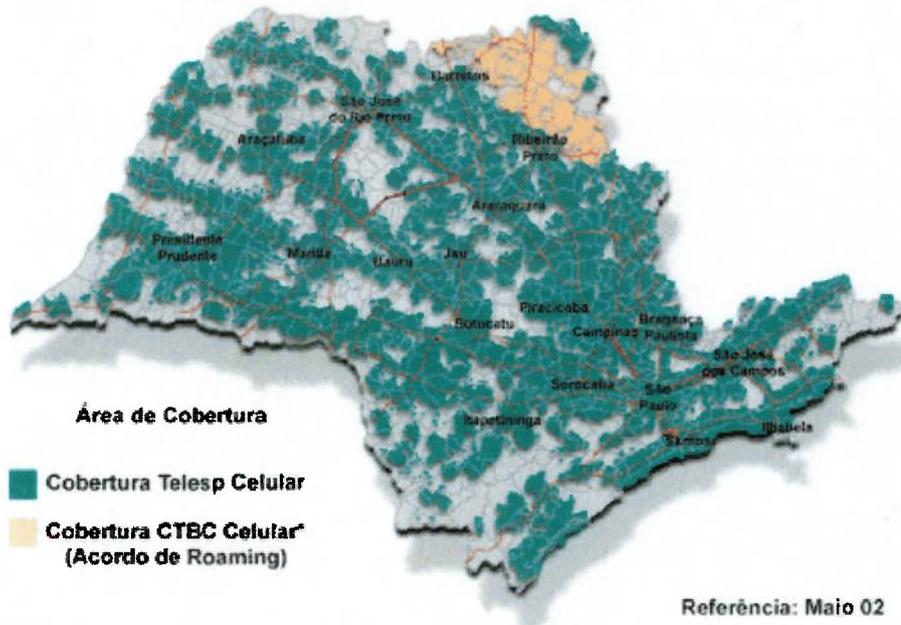


Figura 3.17 – Área de cobertura de telefonia celular no Estado de São Paulo (Fonte: Telesp Celular)

A figura 3.17 exhibe a área de cobertura de uma operadora de telefonia celular. Como pode-se observar é considerável a abrangência da telefonia móvel no Estado de São Paulo, o que possibilita a utilização da tecnologia WAP.

CAPÍTULO 4

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Para desenvolver este trabalho, foi escolhida a Hidrovia Tietê-Paraná por possuir, em uma única via, todas as características físicas (pontes, eclusas, canais e veículos) e tipo de carga transportada, que refletem a realidade da navegação fluvial no Brasil. Além disso, é a Hidrovia que concentra o maior pólo econômico e industrial do país, Estado de São Paulo.

A Hidrovia Tietê-Paraná tem grande importância no escoamento de produtos agrícolas, provenientes dos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os produtos são embarcados no terminal de São Simão - GO e desembarcado no terminal de Pederneiras - SP para efetuar o transbordo para ferrovia, com destino até os centros consumidores na região de São Paulo ou para o porto de Santos, para exportação.

A figura abaixo mostra a abrangência da hidrovia Tietê-Paraná e sua importância quanto a sua localização no Brasil e Mercosul.



Figura 4.1 – Localização da Hidrovia do Tietê-Paraná (Fonte DH - 2001) [13]

4.1 – Hidrovia Tietê

A Hidrovia Tietê corta o estado de São Paulo de leste a oeste, oferecendo um importante corredor para transporte de produtos agrícolas. Atualmente é possível navegar na hidrovia deste a sua foz como Rio Paraná até altura do município de Conchas situado a montante da barragem de Barra Bonita, totalizando 586 quilômetros de via navegável.

A figura 4.2 mostra a abrangência da Hidrovia Tietê junto com as principais malhas rodoviárias e ferroviárias, pelas quais escoam todas cargas da hidrovia até os portos marítimos para exportação.

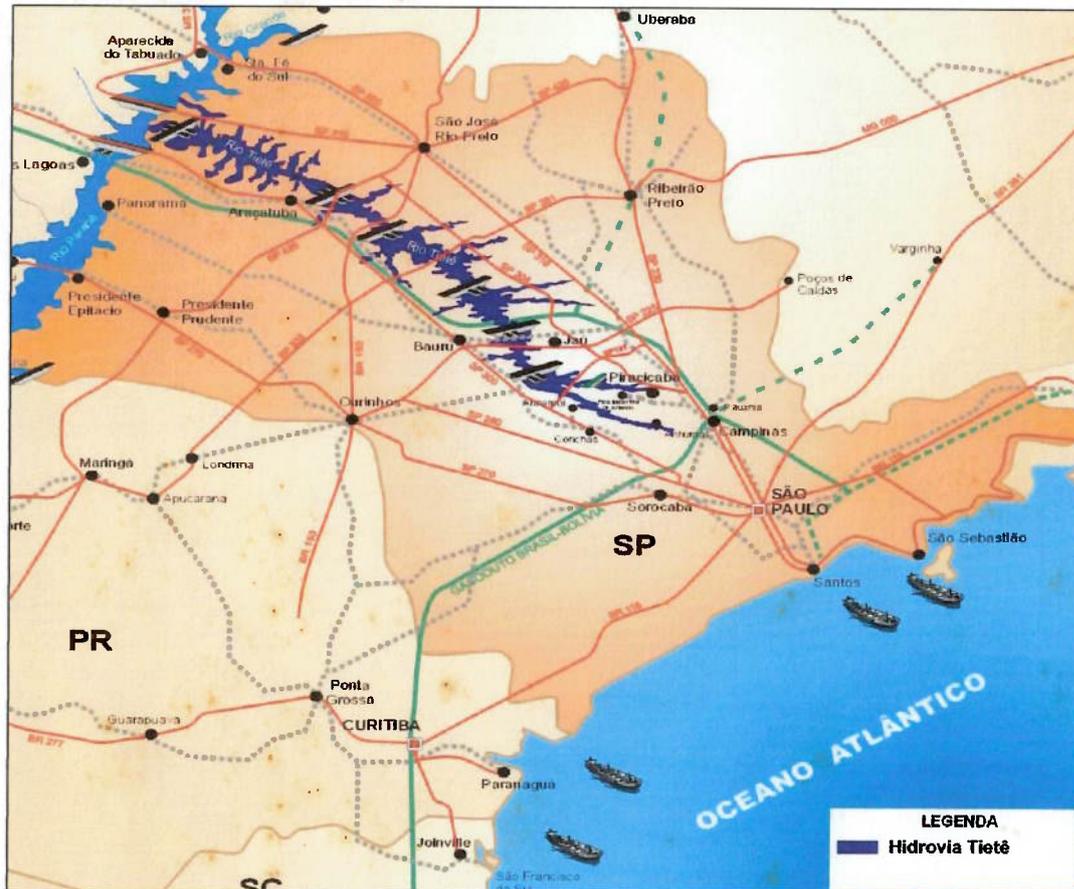


Figura 4.2 – Malha Rodo - Ferroviária Integrada a Hidrovia Tietê-Paraná
(Fonte DH - 2001) [13]

Atualmente a Hidrovia Tietê é quase que toda canalizada transformando-se numa sucessão de reservatórios em cascata, transpostos através de eclusas (elevadores de água) junto às barragens. De montante para jusante tem-se as barragens de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, todas com eclusas.

4.2 – Hidrovia Paraná

A Hidrovia Paraná se inicia a partir da barragem de Itaipu na divisa entre o Brasil e o Paraguai e se estende de sul para norte entre o estado do Paraná com o Paraguai e Mato Grosso do Sul, depois São Paulo com Mato Grosso Sul e

termina entre os estados de Goiás e Minas Gerais, até a barragem de São Simão (rio Paranaíba) totalizando 964 quilômetros conforme ilustra a Figura 4.3. De jusante para montante temos as barragens de Itaipu (sem eclusa), Porto Primavera, Jupia e Ilha Solteira (sem eclusa). Por enquanto não há previsão para construção de eclusas na Barragem de Itaipu Para transpor a barragem de Ilha Solteira é necessário contornar através do Rio Tietê, transpor a barragem de Três Irmãos, desviar pelo canal de Pereira Barreto e retornar pelo Rio São José dos Dourados até o Rio Paraná para continuar a navegação pela Hidrovia Paraná, um acréscimo de 63 km para o contorno.

A figura 4.3 mostra a abrangência da Hidrovia Paraná junto com as principais malhas rodoviárias e ferroviárias.

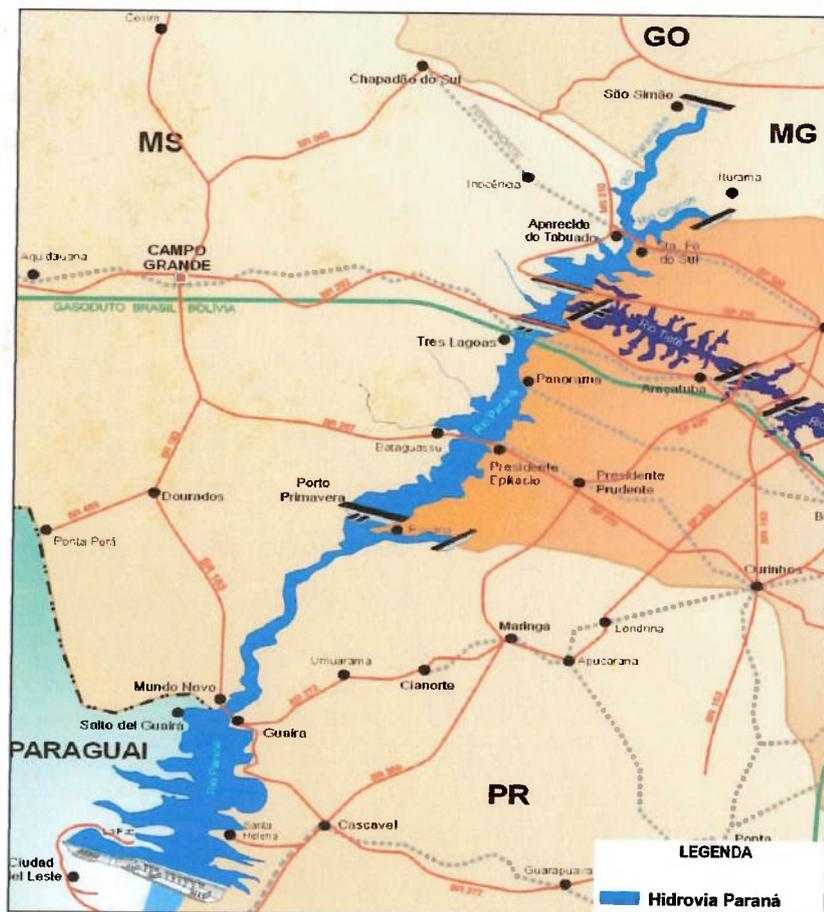


Figura 4.3 – Malha Rodo - Ferroviária Integrada a Hidrovia Paraná (Fonte DH - 2001) [13]

As eclusas do Paraná possuem dimensões maiores, acreditando que a movimentação de carga fosse maior do que na Hidrovia Tietê.

4.3 – Gabarito das Hidrovias

As obras da Hidrovia Tietê-Paraná foram construídas obedecendo a gabaritos de navegação previamente estudados. Os gabaritos são as dimensões limites e padrões preestabelecidos da hidrovia, devido às restrições impostas por canais, pontes e eclusas. Assim as embarcações que se adequam aos gabaritos terão condições de operar de modo eficiente, seguro e econômico na hidrovia.

Obedecendo a este conceito, foram estabelecidos os comboios tipo para operarem na Hidrovia Tietê-Paraná. Nas figuras 4.4 e 4.5 pode-se observar as dimensões máximas dos comboios tipo, para cada hidrovia.

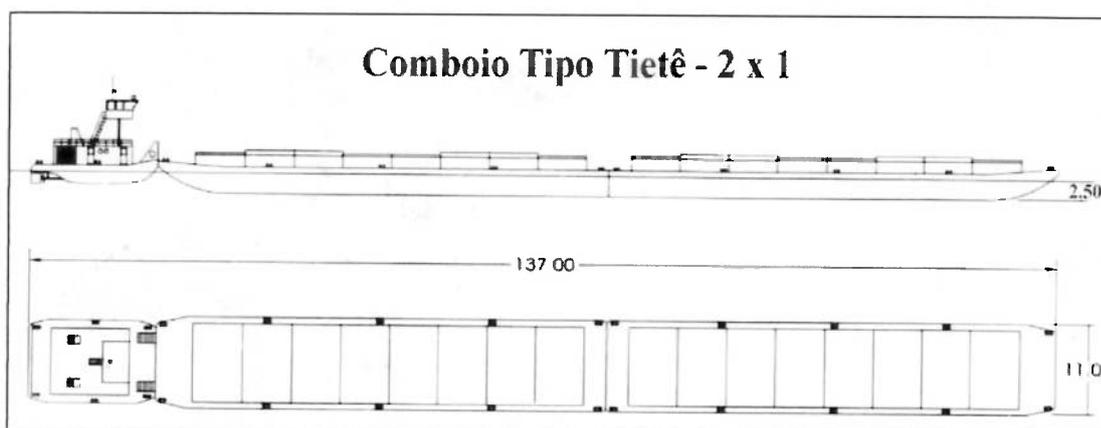


Figura 4.4 – Comboio Tipo Tietê (Fonte: CESP - 1996) [07]



Figura 4.5 – Comboio Tipo Paraná (Fonte: CESP - 1996) [07]

As eclusas da Hidrovia Tietê-Paraná possuem a câmara dimensionada para acomodar o comboio tipo de cada hidrovia:

Tabela 4.1 – Dimensões das Eclusas do Rio Tietê

ECLUSA	RIO TIETÊ					
	Comprimento (metros)	Largura (metros)	Altura Máscara (metros)	Desnível Máximo (metros)	Tempo de Enchimento (minutos)	Ciclo Eclusagem (minutos)
Barra Bonita	142,25	11,76	7,00	25,00	11	59
Bariri	142,00	12,02	7,00	24,00	10	53
Ibitinga	142,45	12,04	7,00	23,00	10	57
Promissão	142,00	12,00	7,00	27,00	15	67
Nova Avanhandava (superior)	142,00	12,10	7,00	18,00	10	57
Nova Avanhandava (inferior)	142,00	12,10	7,00	16,60	10	53
Três Irmãos (superior)	142,00	12,10	7,00	24,30	11	59
Três Irmãos (inferior)	142,00	12,10	10,00	25,50	11	57
Calado máximo das eclusas 2,50 metros, exceto Três Irmãos, com 3,50 metros						

(Fonte: CESP - 1995, 1996) [06], [07]

Tabela 4.2 – Dimensões das Eclusas do Rio Paraná

ECLUSA	RIO PARANÁ					
	Comprimento (metros)	Largura (metros)	Altura Máscara (metros)	Desnível Máximo (metros)	Tempo de Enchimento (minutos)	Ciclo Eclusagem (minutos)
Jupia	210,00	17,00	7,00	25,00	11	59
Porto Primavera	210,00	17,00	7,00	24,00	10	53
Calado Máximo das eclusas: 3,50 metros						

(Fonte: CESP - 1995, 1996) [05], [07]

No Anexo C são apresentadas às eclusas da Hidrovia Tietê-Paraná.

As obras auxiliares e complementares para navegação obedecem as seguintes dimensões:

Pé de piloto mínimo em acesso às eclusas	0,50 m
Raio de curvatura mínimo (Tietê).....	800,00 m
Raio de curvatura mínimo (Paraná)	1500,00 m
Largura mínima de canais retos (Tietê).....	48,40 m
Largura mínima de canais retos (Paraná)	70,40 m
Sobrelargura em canais curvos(Tietê).....	12,00 m
Sobrelargura em canais curvos(Paraná)	14,00 m
Vão mínimo entre pilares de pontes (Tietê)	1 vão de 50,00 m
Vão mínimo entre pilares de pontes (Tietê)	2 vãos de 25,00 m
Vão mínimo entre pilares de pontes (Paraná).....	1 vão de 100,00 m
Vão mínimo entre pilares de pontes (Paraná).....	2 vãos de 50,00 m

(Fonte: CESP - 1995) [06]

No Anexo D é apresentadas figuras dos gabaritos da Hidrovia Tietê-Paraná.

4.4 – Responsabilidade sobre as Vias

A responsabilidade da conservação e manutenção da hidrovia (sinalização, balizamento, eclusas e canais) era do Departamento de Hidrovia da CESP (Companhia Energética de São Paulo). Hoje com a privatização do setor energético do estado de São Paulo, o departamento foi extinto e criado o DH (Departamento de Hidrovia) de responsabilidade da Secretaria de Transporte do Estado de São Paulo, que fiscaliza toda a via, sendo de sua e competência conservar as eclusas, canais e sinalização de parte da hidrovia.

As hidrelétricas de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga e Nova Avanhandava, ao serem privatizadas, foram assumidas pelo grupo americano AES Tietê. Em contrato firmado com o Estado a nova concessionária das hidrelétricas tem

a responsabilidade de realizar a manutenção e operação das eclusas durante 24 horas por dia, efetuar obras para melhoria do tráfego na via e efetuar a manutenção de toda a sinalização e balizamento correspondente ao trecho da concessão.

Já as hidrelétricas de Três Irmãos, Ilha Solteira, Jupia e Porto Primavera, continuam sobre a direção da CESP e fiscalização do DH, e poderão ser privatizadas ou não. A não privatização dependerá da atual crise energética nacional, que decidirá o futuro da geração de energia estatal. Ver no Anexo C e F as eclusas e canais existentes na hidrovia Tietê-Paraná.

4.5 – Transporte pela Hidrovia

Atualmente cinco principais empresas de navegação dividem o transporte de médio e longo percurso pela hidrovia; a CNA – CNTT (Grupo Libra), Navegação Comercial Quintela, Sartco (Grupo ADM), EPN – (Grupo TORQUE) e Navegação Diamante (Grupo COSAN).

A tabela 4.3 apresenta a frota das principais empresas de navegação que transportam carga pela hidrovia Tietê-Paraná.

Tabela 4.3 – Frota das empresas de navegação para transporte de carga

EMPRESA GRUPO	EMPURRADORES			BARCAÇAS		
	Qtde (un.)	Potência (HP)	Potência Total (HP)	Qtde (un.)	Tonelagem (t)	Tonelagem Total (HP)
COMERCIAL QUINTELA	04	920	3.680	16	1.500	24.000
EPN TORQUE	09	700/920	8.060	32	1.500	48.000
CNA LIBRA	05	860	4.300	10	1.500	15.000
SARTCO ADM	17	300/884	7.772	70	280/700	28.700
DIAMANTE COSAN*	06	210/500	2.200	24	350	8.100
TOTAL	41	210/920	26.512	156	280/1.500	123.390

(Fonte: DH – 2001 - *Fonte da assessoria de imprensa do Grupo Cosan em 09/02) [13]

Os principais produtos transportados a longa distância (toda extensão da via) é a soja em grão e farelo de soja. Todas as empresas se utilizam de embarcações tipo comboio, composta por duas, três ou quatro chatas mais o empurrador. Cada barcaça transporta em média de 800 a 1.250 toneladas de carga (variação dependendo do tipo da carga e dimensões das chatas).

No caso da soja o transporte é feito de São Simão, (Rio Paranaíba) até Pederneiras ou Anhumas (Rio Tietê), onde é feito o transbordo para ferrovia ou carretas que têm como destino a centros consumidores e para o porto de Santos para exportação. Já cana-de-açúcar é transportada pelas usinas produtoras de açúcar e álcool, que dispõem de frota própria que atuam na navegação numa distância média de 150 km, tanto a jusante quanto a montante das usinas. Basicamente as usinas fazem transporte regional (médio curso). Entre elas pode-se destacar a usina Diamante (Navegação Diamante) situada no município de Jaú - SP, pioneira no transporte de cana pela hidrovia desde a década de 70.

A tabela 4.4 mostra a movimentação de carga de longa e média distância na hidrovia Tietê-Paraná.

Tabela 4.4 – Movimentação de carga de longa e média distância – 2000 / 2001

Tipo de Carga	Janeiro a Novembro de 2000		Janeiro a Novembro de 2001	
	Carga (toneladas)	TKU*	Carga (toneladas)	TKU*
Soja	527.479	323.569.456	678.068	428.859.815
Farelo de Soja	244.800	183.932.675	274.315	199.771.745
Total Longa Distância	772.279	507.502.131	952.383	628.631.560
Cana	593.665	29.446.222	603.079	30.721.739
Total Média Distância	593.665	29.446.222	603.079	30.721.739
Total Longa e Média Distância	1.365.944	536.948.353	1.555.462	659.353.299

(Fonte: DH - 2001 - * TKU - Tonelada Quilômetro Útil) [13]

Segundo o jornal Comércio do Jahu na edição de 22 de setembro de 2002 [07], o transporte de cana-de-açúcar pela hidrovia Tietê-Paraná foi o que mais cresceu no primeiro semestre de 2002. O aumento no volume carregado, em relação ao mesmo período de 2001, foi de 28%. Assim, até junho de 2001, foram transportadas cerca de 243,3 mil toneladas de cana. Em 2002, o número chegou a 310 mil toneladas transportadas. Segundo o jornal, os dados foram obtidos da assessoria de empresa do Grupo Cosan.

Outro produto de transporte regional é a areia e a pedra usada na construção civil. Extraída e transportada por embarcações apropriadas, geralmente são autopropelidos ou barcas conduzidas por empurradores de pequeno porte. Segundo o Departamento Hidroviário [13] esse tipo de transporte representou, no ano 2000, 73,5% de toda a carga transportada pela hidrovia. Foram transportadas 3.945.185 toneladas, mas apesar de representar grande parcela no total de carga transportada, esse tipo de transporte é feito somente regionalmente, a curta distância. As embarcações areieiras se encontram em maior número que as demais, porém por efetuarem trajetos curtos, poucas utilizam as eclusas.

As embarcações de turismo vêm se destacando nos últimos anos, com o desenvolvimento do turismo regional entre os municípios de potencial turístico. Essas embarcações fazem percursos curtos de pequena duração e exploram principalmente a passagem em eclusas e passeios ecológicos. A utilização das eclusas por essas embarcações é sempre efetuada em dias e horários fixos, possibilitando que outros veículos que venham utilizar as eclusas possam programar a utilização com antecedência. No Anexo E são apresentadas diversas embarcações que operam na Hidrovia Tietê-Paraná.

4.6 – Transporte de Carga por Comboios

Os comboios tipo da Hidrovia do Tietê - Paraná se restringe a atender as limitações da via, em função do gabarito das pontes, eclusas e canais da hidrovia. Assim, os comboios tipo foram projetados a fim de atender todas as limitações das

vias. Desde o início da navegação no Rio Tietê, a formação dos comboios sempre atendeu as dimensões do comboio tipo, mas em função de vários fatores, o conceito do comboio tipo está mudando.

A fim de reduzirem custos e aumentarem a capacidade de carga transportada pelos comboios, algumas companhias de navegação optaram por trabalhar com comboios de quatro barcaças (formação 2 x 2), e a tendência é que outras empresas adiram a essa formação.

Analisando a tabela 4.5, é possível notar que, mesmo obtendo uma redução de velocidade média, aumento no tempo de passagens em eclusas, as companhias de navegação preferiram operar com a nova formação, pois conseguem transportar o dobro de carga com acréscimo no custo de cerca de 30% . O custo adicional foi obtido em função do acréscimo ao tempo de operação do veículo, no percurso de ida e volta do terminal de Pederneiras a São Simão.

Tabela 4.5 – Comparação entre o comboio tipo e o novo comboio utilizado

COMBOIO	Número de Chatas	Tempo Médio de Viagem Redondo (horas)	Velocidade média (km/h)	Tempo médio de passagem em eclusas (minutos)	Capacidade de carga (toneladas)	Custo de Transporte por tonelada
Comboio Tipo Tietê	2	187	13,5	58	2.500	100%
Novo Comboio Tietê	4	226	9,5	220	5.000	65%

Segundo a Comercial Quintella, no ano de 2002, cerca de 80% dos comboios de longo curso que operam na Hidrovia Tietê-Paraná irão compor seus comboios com formação de quatro chatas.

A figura 4.6 mostra a nova formação dos comboios tipo Tietê.

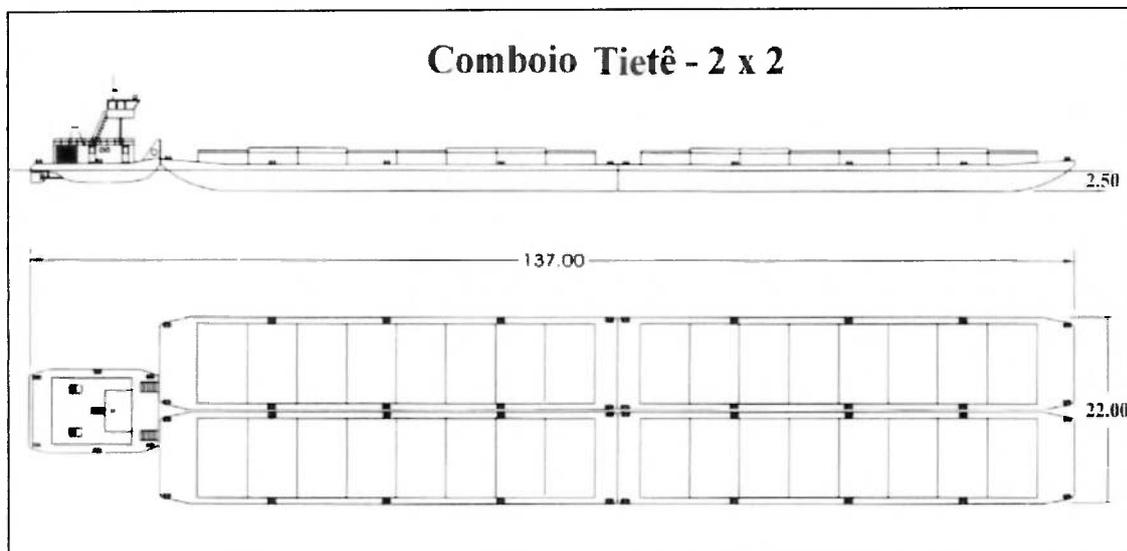


Figura 4.6 – Nova Formatação para o Comboio Tipo Tietê

4.7 – Restrições da Via

Por não se adequarem ao gabarito da Hidrovia do Tietê, a nova configuração dos comboios implicou no desmembramento dos. Além disso, por orientação da Marinha do Brasil, a passagem em ponte e eclusas do rio Tietê devem ser efetuadas de duas em duas chatas, a fim de evitar acidente e manter a segurança. Com base na rota adotada, são doze os pontos de desmembramentos (entre ponte, canais e eclusas). Isso significa que, em função do tempo total de viagem, em 33% da viagem o comboio está “parado” transpondo alguma obra ao longo da via.

Porém, o grande “vilão” no aumento no tempo das viagens, não são os desmembramentos, mais sim as filas de espera que surgem nas obras, provocada quando dois ou mais comboios se encontram. Assim, um comboio tem que aguardar a passagem total de outro, para que o mesmo possa transpor a obra. Por falta de informação entre os comboios, as filas de espera estão se tornando muito frequentes nas obras da hidrovia. A ausência de um dispositivo de controle de tráfego pelas obras está provocando aumentos significativos no tempo de viagens entre os comboios. Um comboio somente saberá que existe outro veículo utilizando a

passagem no momento em que se aproximar do outro (um veículo avistando o outro), ou se receber a comunicação via rádio VHF, que significa uma distância média de 10 a 15 quilômetros, ou seja, um tempo muito pequeno para que se possa tomar qualquer decisão para minimizar as filas de espera.

Em medição no local foi possível obter o tempo médio de passagem para um comboio composto de quatro chatas, que fará um desmembramento duas a duas, que é de 80 minutos para passagem em pontes, e de 3 horas para passagem em cada eclusa. É bom lembrar que existem barragens com duas eclusas, como é o caso das eclusas de Nova Avanhandava e Três Irmãos, logo o tempo de passagens por essas eclusas é pouco mais do que o dobro do tempo, em relação às demais.

O canal de Pereira Barreto permite o tráfego com cruzamento de comboios tipo Tietê. Para comboios tipo Paraná e o novo comboio do Tietê (formação 2 x 2), devido às dimensões maiores, só é permitido o tráfego em um sentido. O controle do tráfego pelo canal é feito pela usina de Três Irmãos através de radio UHF. O tempo médio de passagem é de 1 hora sem desmembramento, com ele, esse tempo chega em média até 3 horas e 30 minutos.

Segundo a Comercial Quintella, é comum em período de plena operação dos comboios na hidrovia ocorrerem filas de espera em pelo menos duas obras ao longo de uma viagem. Em função delas, as embarcações ficam um tempo considerável parada em espera, no que resulta em aumento de custos operacionais, provocado pelo aumento no tempo das viagens dos comboios.

Há uma certa competição entre as companhias de navegação em função do tempo de viagem, que está diretamente ligada ao tempo de passagem e espera em filas, pelas obras ao longo da via. Ao se aproximarem das obras os comboios de companhias distintas sempre querem ter a preferência de passagem em relação a outra.

O que se nota é que a ausência de mecanismos para monitoração, gerenciamento dos veículos e das vias propiciou o surgimento de filas de espera nas pontes e eclusas, à medida que fluxo e número de veículos aumentou em função do crescimento da quantidade de carga transportada pelas hidrovias.

A fim de assegurar o tráfego dos veículos pelas vias fluviais, a Marinha do Brasil (responsável pela fiscalização legal das vias e veículos), estabeleceu normas e procedimentos para efetuar a passagem dos comboios por pontes, eclusas e canais. Apesar da legislação e penalidades aplicadas, é muito comum a tripulação ignorar os procedimentos de segurança durante a transposição das obras. Como resultado, por ignorar tais procedimentos, vários acidentes ocorreram ao longo da via. Entre eles podemos destacar:

- ✓ abalroamentos contras os pilares das pontes;
- ✓ avarias em comportas de eclusas;
- ✓ encalhes e avarias de barcaças, quando fora do canal de navegação.

Como consequência o modal perde em muito com a diminuição da rotatividade dos veículos, aumenta o tempo de viagem, resultando em elevação dos custos operacionais e do frete. Além disso, um modal que não oferece cumprimento no tempo de viagem, não realizar o prazo de entrega de carga, e como resultado perde a confiança dos usuários.

4.8 – Sistema de Informação Praticado Atualmente

Atualmente mais de 50% dos comboios da Hidrovia Tietê-Paraná, dispõem de sistema de rastreamento por satélite. O sistema de rastreamento transmite com intervalos regulares, dados da posição em tempo real de cada comboio. Já para os demais veículos que não dispõem de rastreamento por satélite, dispõem somente de rádio VHF para a prática de comunicação, que leva em média, duas horas para que qualquer informação sobre o veículo chegue as empresas, e o mesmo tempo para que retorne ao veículo.

O sistema de rastreamento utilizado pelas empresas de navegação é o Omnisat distribuída pela Autotrac Com. e Telecomunicações, fabricado pela Qualcomm, EUA. Segundo a Autotrack, o sistema Omnisat utiliza o satélite Brasilsat B2. As posições dos veículos são coletadas por meio de um Receptor GPS (Sistema de Posição Global) e transmitidas via satélite até uma central terrena e finalmente retransmitida até as empresas. O sistema também oferece que a comunicação entre a empresa e o veículo siga o caminho inverso. A comunicação dos veículos e a empresa são feitas através de um software específico instalado e um computador compatível PC-IBM. O software utiliza-se de um modem via linha telefônica (rede “dial-up”), através de DDD até uma central. A partir do software é possível obter a posição geodésica dos veículos (latitude e longitude), posição pelas referências ao longo da via (pontes, canais, eclusas, municípios, etc). Também é possível através do sistema, enviar e receber informações via texto.

Outro aspecto importante a ser abordado é a não utilização plena dos recursos do sistema. No momento essa tecnologia só está sendo utilizada para se obter a posição dos veículos. Falta aproveitar os recursos dessa tecnologia através da incorporação de funções de gerenciamento dos veículos e utilização de dados das vias a distância, com a finalidade de otimizar o transporte de carga pelas hidrovias. Faltam ferramentas para estabelecer a melhor estratégia para condução dos veículos, adequando as condições reais de navegabilidade da via. Para tanto, o uso e aplicação do serviço de informação será essencial para o futuro da navegação interior.

4.9 – Exemplo da Aplicação do Sistema de Informação

Como mencionado anteriormente, a Hidrovia Tietê-Paraná foi escolhida por possuir as características que refletem a realidade da navegação interior do Brasil.

Assim, a partir da referida via será descrito um exemplo de aplicação do sistema de informação proposto neste trabalho. Para tanto, será adotada uma rota

para os veículos, que compreende o trecho de ida e volta entre o terminal de Pederneiras – SP e o terminal de São Simão – GO.

4.9.1 – Rota Adotada

A rota adotada para exemplo da aplicação, consiste em efetuar uma viagem redonda que, partindo do terminal de Pederneiras - SP, os veículos de longo curso rumará sentido para a jusante do rio Tietê, passará pelas eclusas de Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava. Depois tomará o canal de Pereira Barreto, até o rio São José dos Dourados, onde rumará até o rio Paraná, depois rio Paranaíba até o terminal de São Simão - GO no rio Paranaíba. Após serem carregados com soja em grão, os veículos retornarão pelo caminho inverso até Pederneiras para o descarregamento, concluindo assim o percurso total de 1291 quilômetros.

Na figura 4.7 pode ser vista a rota adotada para exemplo da aplicação.



Figura 4.7 – Rota Adotada para Exemplo da Aplicação
(Figura adaptada - Fonte DH - 2001) [13]

No sentido de Pederneiras a São Simão, foram identificados dezesseis pontos críticos presentes na via:

1. Terminal de Pederneiras
2. Ponte SP 255 (Jaú - Pederneiras)
3. Eclusa de Bariri
4. Eclusa de Ibitinga
5. Ponte SP 333 (Cafelândia - Itápolis)
6. Eclusa de Promissão
7. Ponte BR 153
8. Ponte SP 425 (Penápolis - São José do Rio Preto)
9. Eclusa de Nova Avanhandava
10. Ponte SP 461 (Birigui - Nhandeara)
11. Ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)
12. Ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)
13. Canal Pereira Barreto
14. Ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)
15. Ponte Rodoferroviária Santa Fé do Sul (BR-497) *
16. Terminal de São Simão

4.10 – Quantidade de Veículos em Operação

Apesar da frota total da hidrovía corresponder a 41 comboios de médio e longo curso, somente até 20 comboios operam efetivamente na via, sendo que oito comboios compostos com quatro barças (formação 2 x 2), oito compostos com duas chatas (formação 2 x 1) e quatro compostos com três barças (formação 3 x 1), todas com dimensões equivalente as comboios de duas barças.

* - Em todos os pontos críticos há a necessidade de se efetuar o desmembramento do comboio, as exceções são os terminais e a ponte Santa Fé do Sul que necessita somente redução de velocidade para transposição.

Estes veículos somente se encontrarão todos em operação na via, no período da chamada “safra”, que se estende de fevereiro a julho de cada ano. O restante do ano ficam em operação somente cerca de sete comboios, com pelo menos dois comboios de cada formação.

4.11 – Veículos e Parâmetros Adotados

Para exemplificar a aplicação do serviço, serão definidas as seguintes características dos veículos:

- ✓ Serão utilizados quatro comboios tipo Tietê (nova formação) composto por 4 chatas (ver figura 4.6);
- ✓ Cada barcaça transportará 1.250 toneladas de soja (em grãos), totalizando 5.000 toneladas por comboio;
- ✓ Cada comboio possuirá um empurrador com 920 HP, estipulando que o consumo de óleo combustível será de 160 gramas / HP * hora. Obs: não serão considerados consumo de óleo combustível dos geradores de eletricidade;
- ✓ As velocidades dos veículos serão de 10,5 km/h (sem carga -percurso de ida) e 8,5 km/h, (com carga - percurso de volta);
- ✓ Os tempos de passagens em pontes, eclusas, canais e desmembramento foram obtidos parte em medição no local e segundo informações por tecnólogo da Comercial Quintella.

4.12 – Exemplos de Aplicações

Para analisar o comportamento dos comboios na referida rota, será utilizada a planilha que simula as viagens dos comboios, descritas no capítulo III. Serão feitas diversas simulações, a fim de demonstrar a eficiência do serviço.

4.12.1 – Condição 1 – Viagem Ótima

Nesta condição será definido que um único comboio na via fará uma viagem redonda (ida e volta) sem que haja algum tipo de interrupção durante o percurso. Nesta condição pretende-se obter a viagem ótima para a rota, ou seja, esta viagem servirá como parâmetro para ser comparada com as demais projeções de viagens.

Tabela 4.6 – Planilha de calculo para a viagem ótima

	Localidade	Data / Hora	Data / Hora Inicia Passagem
Viagem de ida	Saída do terminal de Pederneiras	9/8/02 8:30	
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 8:54	9/8/02 8:54
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 10:04	
	Chegada a eclusa de Bariri	9/8/02 12:25	9/8/02 12:25
	Saída da eclusa de Bariri	9/8/02 15:27	
	Chegada a eclusa de Ibitinga	9/8/02 22:29	9/8/02 22:29
	Saída da eclusa de Ibitinga	10/8/02 1:30	
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelândia - Itápolis)	10/8/02 5:14	10/8/02 5:14
	Saída da ponte SP 333 (Cafelândia - Itápolis)	10/8/02 6:24	
	Chegada a eclusa de Promissão	10/8/02 12:40	10/8/02 12:40
	Saída da eclusa de Promissão + ponte BR 153	10/8/02 15:43	
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 17:18	10/8/02 17:18
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 18:48	
	Chegada a eclusa de Nova Avanhadava	10/8/02 21:45	10/8/02 21:45
	Saída da eclusa de N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	11/8/02 3:42	
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 6:54	11/8/02 6:54
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 8:04	
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaiso)	11/8/02 12:06	11/8/02 12:06
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaiso)	11/8/02 13:36	
	Chegada ao canal Pereira Barreto	11/8/02 17:08	11/8/02 17:08
Saída do canal Pereira Barreto	11/8/02 19:16		
Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 20:54	11/8/02 20:54	

	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 22:09	
	Chegada ao terminal de São Simão	12/8/02 20:41	12/8/02 20:41
Viagem de volta	Saída ao terminal de São Simão	13/8/02 2:41	
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:30	14/8/02 6:30
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:37	
	Chegada ao canal Pereira Barreto	14/8/02 8:37	14/8/02 8:37
	Saída do canal Pereira Barreto	14/8/02 11:02	
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 15:23	14/8/02 15:23
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 16:53	
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflâma - Araçatuba)	14/8/02 21:53	14/8/02 21:53
	Saída da ponte SP 463 (Auriflâma - Araçatuba)	14/8/02 23:03	
	Chegada a eclusa de N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	15/8/02 3:00	15/8/02 3:00
	Saída da eclusa de Nova Avanhandava	15/8/02 8:57	
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 12:36	15/8/02 12:36
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 14:06	
	Chegada a eclusa de Promissão + ponte BR 153	15/8/02 16:02	15/8/02 16:02
	Saída da eclusa de Promissão	15/8/02 19:06	
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelândia - Itápolis)	16/8/02 2:50	16/8/02 2:50
	Saída da ponte SP 333 (Cafelândia - Itápolis)	16/8/02 4:00	
	Chegada a eclusa de Ibitinga	16/8/02 8:36	16/8/02 8:36
	Saída a eclusa de Ibitinga	16/8/02 11:38	
	Chegada da eclusa de Bariri	16/8/02 20:18	16/8/02 20:18
	Saída da eclusa de Bariri	16/8/02 23:20	
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 2:15	17/8/02 2:15
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 3:25	
Chegada ao terminal de Pederneiras	17/8/02 3:55		
	Tempo Navegado	7,81	dias
	Tempo Navegado	187,43	horas
	Consumo em Operação	18.485	Kg
	Consumo em Operação	21.747	Litros
	Número de viagens por ano operacional	34	Viagens/ ano
	Tonelada transportada por ano	170.000	ton / ano

Como pode-se observar na planilha acima um comboio que iniciou sua viagem no dia 09/08/02 às 8:30 hs, retornará ao mesmo terminal no dia 17/08/02 às 3:55 hs, totalizando 187 horas de viagem, para um consumo de combustível estimado em 21.747 litros de óleo diesel. Se for considerado que o ano operacional dos veículos é 320 dias por ano, o mesmo efetuará 34 viagens redonda e transportará no mesmo período 170.000 toneladas de carga.

4.12.2 – Condição 2 – Viagem com Saída de Dois Veículos no Mesmo Horário

Nesta condição será analisado o que ocorre quando um segundo veículo, inicia a viagem no mesmo instante que o primeiro. Para efeito de cálculos da planilha, o segundo comboio iniciará a viagem um minuto após o primeiro; conforme Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Planilha de calculo para dois veículos no mesmo horário

	Localidade	Data / Hora	Data / Hora	Data / Hora Inicia Passag.
Viagem de ida	Saída do terminal de Pederneiras	9/8/02 8:30	9/8/02 8:31	
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 8:54	9/8/02 8:55	9/8/02 10:04
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 10:04	9/8/02 11:14	
	Chegada a eclusade Bariri	9/8/02 12:25	9/8/02 13:35	9/8/02 15:27
	Saída da eclusade Bariri	9/8/02 15:27	9/8/02 18:29	
	Chegada a eclusade Ibitinga	9/8/02 22:29	10/8/02 1:31	10/8/02 1:31
	Saída da eclusade Ibitinga	10/8/02 1:30	10/8/02 4:32	
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 5:14	10/8/02 8:16	10/8/02 8:16
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 6:24	10/8/02 9:26	
	Chegada a eclusade Promissão	10/8/02 12:40	10/8/02 15:42	10/8/02 15:43
	Saída da eclusade Promissão + ponte BR 153	10/8/02 15:43	10/8/02 18:47	
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 17:18	10/8/02 20:21	10/8/02 20:21
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 18:48	10/8/02 21:51	
	Chegada a eclusade Nova Avanhadava	10/8/02 21:45	11/8/02 0:48	11/8/02 3:42
	Saída da eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	11/8/02 3:42	11/8/02 9:39	
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 6:54	11/8/02 12:51	11/8/02 12:51
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 8:04	11/8/02 14:01	
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/8/02 12:06	11/8/02 18:04	11/8/02 18:04
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/8/02 13:36	11/8/02 19:34	
	Chegada ao canal Pereira Barreto	11/8/02 17:08	11/8/02 23:05	11/8/02 23:05
	Saída do canal Pereira Barreto	11/8/02 19:16	12/8/02 1:14	
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 20:54	12/8/02 2:51	12/8/02 2:51
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 22:09	12/8/02 4:07	

Viagem de volta	Chegada ao terminal de São Simão	12/8/02 20:41	13/8/02 2:38	13/8/02 2:43	
	Saída ao terminal de São Simão	13/8/02 2:41	13/8/02 8:43		
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:30	14/8/02 12:33	14/8/02 12:33	
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:37	14/8/02 12:40		
	Chegada ao canal Pereira Barreto	14/8/02 8:37	14/8/02 14:40	14/8/02 14:40	
	Saída do canal Pereira Barreto	14/8/02 11:02	14/8/02 17:05		
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 15:23	14/8/02 21:26	14/8/02 21:26	
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 16:53	14/8/02 22:56		
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 21:53	15/8/02 3:56	15/8/02 3:56	
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 23:03	15/8/02 5:06		
	Chegada a eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	15/8/02 3:00	15/8/02 9:02	15/8/02 9:02	
	Saída da eclusade Nova Avanhandava	15/8/02 8:57	15/8/02 15:00		
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 12:36	15/8/02 18:38	15/8/02 18:38	
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 14:06	15/8/02 20:08		
	Chegada a eclusade Promissão + ponte BR 153	15/8/02 16:02	15/8/02 22:05	15/8/02 22:05	
	Saída da eclusade Promissão	15/8/02 19:06	16/8/02 1:08		
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	16/8/02 2:50	16/8/02 8:53	16/8/02 8:53	
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	16/8/02 4:00	16/8/02 10:03		
	Chegada a eclusade Ibitinga	16/8/02 8:36	16/8/02 14:39	16/8/02 14:39	
	Saída a eclusade Ibitinga	16/8/02 11:38	16/8/02 17:40		
	Chegada da eclusade Bariri	16/8/02 20:18	17/8/02 2:21	17/8/02 2:21	
	Saída da eclusade Bariri	16/8/02 23:20	17/8/02 5:23		
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 2:15	17/8/02 8:17	17/8/02 8:17	
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 3:25	17/8/02 9:27		
	Chegada ao terminal de Pederneiras	17/8/02 3:55	17/8/02 9:58		
		Tempo Navegado	7,81	8,06	dias
		Tempo Navegado	187,43	193,46	horas
		Consumo em Operação	18.485	19.079	Kg
	Consumo em Operação	21.747	22.446	litros	
	Número de viagens por ano operacional	34	33	Viagens/ano	
	Tonelada transportada por ano	170.000	165.0000	ton / ano	

Ao se observar a planilha, percebe-se que um minuto de atraso no lançamento do veículo, resultou em 6 horas de atraso ao fim de uma viagem, pois o segundo comboio teve que esperar o primeiro efetuar a passagem na Ponte SP 225, Eclusa de Bariri, Promissão e Nova Avanhandava (Ver destaque da Tabela 4.7).

Além disso, em função do acréscimo de tempo de viagem o segundo comboio teve um consumo superior a 700 litros de combustível. Se for contabilizado ao longo do ano o aumento de custo e a redução de carga transporta, os valores seriam bem maiores.

4.12.3 – Condição 3 – Viagem com Três Veículos na Via Sem Planejamento

Para a terceira condição será mantida a condição 2, só que mais um veículo será lançado na via, 2 horas e 30 minutos depois do segundo veículo.

Tabela 4.8 – Planilha de calculo para três veículos sem planejamento

	Localidade	Data / Hora Comb01	Data / Hora Comb02	Data / Hora Comb03
Viagem de ida	Saída do terminal de Pederneiras	9/8/02 8:30	9/8/02 8:31	9/8/02 11:01
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 8:54	9/8/02 8:55	9/8/02 11:24
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 10:04	9/8/02 11:14	9/8/02 12:34
	Chegada a eclusade Bariri	9/8/02 12:25	9/8/02 13:35	9/8/02 14:55
	Saída da eclusade Bariri	9/8/02 15:27	9/8/02 18:29	9/8/02 21:31
	Chegada a eclusade Ibitinga	9/8/02 22:29	10/8/02 1:31	10/8/02 4:33
	Saída da eclusade Ibitinga	10/8/02 1:30	10/8/02 4:32	10/8/02 7:34
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 5:14	10/8/02 8:16	10/8/02 11:18
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 6:24	10/8/02 9:26	10/8/02 12:28
	Chegada a eclusade Promissão	10/8/02 12:40	10/8/02 15:42	10/8/02 18:44
	Saída da eclusade Promissão + ponte BR 153	10/8/02 15:43	10/8/02 18:47	10/8/02 21:50
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 17:18	10/8/02 20:21	10/8/02 23:25
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 18:48	10/8/02 21:51	11/8/02 0:55
	Chegada a eclusade Nova Avanhadava	10/8/02 21:45	11/8/02 0:48	11/8/02 3:52
	Saída da eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	11/8/02 3:42	11/8/02 9:39	11/8/02 15:37
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 6:54	11/8/02 12:51	11/8/02 18:48
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 8:04	11/8/02 14:01	11/8/02 19:58
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/8/02 12:06	11/8/02 18:04	12/8/02 0:01
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/8/02 13:36	11/8/02 19:34	12/8/02 1:31
	Chegada ao canal Pereira Barreto	11/8/02 17:08	11/8/02 23:05	12/8/02 5:02
	Saída do canal Pereira Barreto	11/8/02 19:16	12/8/02 1:14	12/8/02 7:11
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 20:54	12/8/02 2:51	12/8/02 8:48
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 22:09	12/8/02 4:07	12/8/02 10:04

Viagem de volta	Chegada ao terminal de São Simão	12/8/02 20:41	13/8/02 2:38	13/8/02 8:35	
	Saída ao terminal de São Simão	13/8/02 2:41	13/8/02 8:43	13/8/02 14:52	
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:30	14/8/02 12:33	14/8/02 18:41	
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:37	14/8/02 12:40	14/8/02 18:48	
	Chegada ao canal Pereira Barreto	14/8/02 8:37	14/8/02 14:40	14/8/02 20:48	
	Saída do canal Pereira Barreto	14/8/02 11:02	14/8/02 17:05	14/8/02 23:13	
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 15:23	14/8/02 21:26	15/8/02 3:34	
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 16:53	14/8/02 22:56	15/8/02 5:04	
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 21:53	15/8/02 3:56	15/8/02 10:04	
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 23:03	15/8/02 5:06	15/8/02 11:14	
	Chegada a eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	15/8/02 3:00	15/8/02 9:02	15/8/02 15:10	
	Saída da eclusade Nova Avanhandava	15/8/02 8:57	15/8/02 15:00	15/8/02 21:08	
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 12:36	15/8/02 18:38	16/8/02 0:46	
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 14:06	15/8/02 20:08	16/8/02 2:16	
	Chegada a eclusade Promissão + ponte BR 153	15/8/02 16:02	15/8/02 22:05	16/8/02 4:13	
	Saída da eclusade Promissão	15/8/02 19:06	16/8/02 1:08	16/8/02 7:16	
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	16/8/02 2:50	16/8/02 8:53	16/8/02 15:01	
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	16/8/02 4:00	16/8/02 10:03	16/8/02 16:11	
	Chegada a eclusade Ibitinga	16/8/02 8:36	16/8/02 14:39	16/8/02 20:47	
	Saída a eclusade Ibitinga	16/8/02 11:38	16/8/02 17:40	16/8/02 23:49	
	Chegada da eclusade Bariri	16/8/02 20:18	17/8/02 2:21	17/8/02 8:29	
	Saída da eclusade Bariri	16/8/02 23:20	17/8/02 5:23	17/8/02 11:31	
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 2:15	17/8/02 8:17	17/8/02 14:26	
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 3:25	17/8/02 9:27	17/8/02 15:36	
	Chegada ao terminal de Pederneiras	17/8/02 3:55	17/8/02 9:58	17/8/02 16:06	
		Tempo Navegado (dias)	7,81	8,06	8,21
		Tempo Navegado (horas)	187,43	193,46	197,11
		Consumo em Operação (Kg)	18.485	19.079	19.439
	Consumo em Operação (litros)	21.747	22.446	22.870	
	Número de viagens por ano operacional	34	33	33	
	Tonelada transportada por ano	170.000	165.000	165.000	

Nessa condição observa-se que, mesmo lançando o terceiro comboio 2 horas e 30 minutos após o primeiro comboio, ainda houve filas de espera nas eclusas de Bariri, Promissão e Nova Avanhandava, o que resultou em aumento total

no tempo de viagem de quase 10 horas, além do aumento no consumo de combustível de mais de 1.000 litros.

4.12.4 – Condição 4 – Viagem com Quatro Veículos na Via Sem Planejamento

Para a quarta condição, será mantido a condição 3 e mais um veículo será lançado na via, em uma data e hora aleatória, compreendido entre o início e o fim de viagem do comboio ótimo. Data: 13/08/02, Hora: 15:00, conforme a Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Planilha de calculo para quatro veículos sem planejamento

	Localidade	Data / Hora (ida) Comboio01	Data / Hora (ida) Comboio02	Data / Hora (ida) Comboio03	Data / Hora (ida) Comboio04
555 Viagem de ida	Saída do terminal de Pederneiras	9/8/02 8:30	9/8/02 8:31	9/8/02 11:00	13/8/02 15:00
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 8:54	9/8/02 8:55	9/8/02 11:24	13/8/02 15:24
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 10:04	9/8/02 11:14	9/8/02 12:34	13/8/02 16:34
	Chegada a eclusade Bariri	9/8/02 12:25	9/8/02 13:35	9/8/02 14:55	13/8/02 18:55
	Saída da eclusade Bariri	9/8/02 15:27	9/8/02 18:29	9/8/02 21:31	13/8/02 21:57
	Chegada a eclusade Ibitinga	9/8/02 22:29	10/8/02 1:31	10/8/02 4:33	14/8/02 4:59
	Saída da eclusade Ibitinga	10/8/02 1:30	10/8/02 4:32	10/8/02 7:34	14/8/02 8:00
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 5:14	10/8/02 8:16	10/8/02 11:18	14/8/02 11:44
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 6:24	10/8/02 9:26	10/8/02 12:28	14/8/02 12:54
	Chegada a eclusade Promissão	10/8/02 12:40	10/8/02 15:42	10/8/02 18:44	14/8/02 19:10
	Saída da eclusade Promissão + ponte BR 153	10/8/02 15:43	10/8/02 18:47	10/8/02 21:50	14/8/02 22:13
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 17:18	10/8/02 20:21	10/8/02 23:25	14/8/02 23:48
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 18:48	10/8/02 21:51	11/8/02 0:55	15/8/02 1:18
	Chegada a eclusade Nova Avanhadava	10/8/02 21:45	11/8/02 0:48	11/8/02 3:52	15/8/02 4:15
	Saída da eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	11/8/02 3:42	11/8/02 9:39	11/8/02 15:37	15/8/02 14:54
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 6:54	11/8/02 12:51	11/8/02 18:48	15/8/02 18:06
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 8:04	11/8/02 14:01	11/8/02 19:58	15/8/02 19:16
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/8/02 12:06	11/8/02 18:04	12/8/02 0:01	15/8/02 23:18
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	11/8/02 13:36	11/8/02 19:34	12/8/02 1:31	16/8/02 0:48
	Chegada ao canal Pereira Barreto	11/8/02 17:08	11/8/02 23:05	12/8/02 5:02	16/8/02 4:20
	Saída do canal Pereira Barreto	11/8/02 19:16	12/8/02 1:14	12/8/02 7:11	16/8/02 6:28
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 20:54	12/8/02 2:51	12/8/02 8:48	16/8/02 8:06
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 22:09	12/8/02 4:07	12/8/02 10:04	16/8/02 9:21

Viagem de volta	Chegada ao terminal de São Simão	12/8/02 20:41	13/8/02 2:38	13/8/02 8:35	17/8/02 7:53
	Saída ao terminal de São Simão	13/8/02 2:41	13/8/02 8:43	13/8/02 14:52	17/8/02 13:53
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:30	14/8/02 12:33	14/8/02 18:41	18/8/02 17:42
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 6:37	14/8/02 12:40	14/8/02 18:48	18/8/02 17:49
	Chegada ao canal Pereira Barreto	14/8/02 8:37	14/8/02 14:40	14/8/02 20:48	18/8/02 19:49
	Saída do canal Pereira Barreto	14/8/02 11:02	14/8/02 17:05	14/8/02 23:13	18/8/02 22:14
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 15:23	14/8/02 21:26	15/8/02 3:34	19/8/02 2:35
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 16:53	14/8/02 22:56	15/8/02 5:04	19/8/02 4:05
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 21:53	15/8/02 3:56	15/8/02 10:04	19/8/02 9:05
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 23:03	15/8/02 5:06	15/8/02 11:14	19/8/02 10:15
	Chegada a eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Biriqui - Handera)	15/8/02 3:00	15/8/02 9:02	15/8/02 15:10	19/8/02 14:12
	Saída da eclusade Nova Avanhandava	15/8/02 8:57	15/8/02 20:51	16/8/02 2:49	19/8/02 20:09
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 12:36	16/8/02 0:30	16/8/02 6:28	19/8/02 23:48
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 14:06	16/8/02 2:00	16/8/02 7:58	20/8/02 1:18
	Chegada a eclusade Promissão + ponte BR 153	15/8/02 16:02	16/8/02 3:57	16/8/02 9:54	20/8/02 3:14
	Saída da eclusade Promissão	15/8/02 19:06	16/8/02 7:00	16/8/02 12:58	20/8/02 6:18
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	16/8/02 2:50	16/8/02 14:45	16/8/02 20:42	20/8/02 14:02
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	16/8/02 4:00	16/8/02 15:55	16/8/02 21:52	20/8/02 15:12
	Chegada a eclusade Ibitinga	16/8/02 8:36	16/8/02 20:31	17/8/02 2:28	20/8/02 19:48
	Saída a eclusade Ibitinga	16/8/02 11:38	16/8/02 23:32	17/8/02 5:30	20/8/02 22:50
	Chegada da eclusade Bariri	16/8/02 20:18	17/8/02 8:13	17/8/02 14:10	21/8/02 7:30
	Saída da eclusade Bariri	16/8/02 23:20	17/8/02 11:15	17/8/02 17:12	21/8/02 10:32
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 2:15	17/8/02 14:09	17/8/02 20:07	21/8/02 13:27
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	17/8/02 3:25	17/8/02 15:19	17/8/02 21:17	21/8/02 14:37
	Chegada ao terminal de Pederneiras	17/8/02 3:55	17/8/02 15:50	17/8/02 21:47	21/8/02 15:07
	Tempo Navegado (dias)	7,81	8,31	8,45	8,01
	Tempo Navegado (horas)	187,43	199,32	202,80	192,13
	Consumo em Operação (Kg)	18.485	19.658	20.000	18.948
	Consumo em Operação (litros)	21.747	23.127	23.530	22.292
Número de viagens por ano operacional	34	33	32	34	
Tonelada transportada por ano	170.000	165.000	160.000	170.000	

Para esta condição, nota-se que o cenário muda bastante, principalmente para os comboios 02 e 03. Em função da data e hora que o quarto veículo é lançado na via, ao chegar na eclusa de Nova Avanhandava, ele tem de

aguardar, pois o comboio 01 está utilizando à. Após a saída do comboio 01 da eclusa e a entrada do comboio 04, o comboio 02 chega logo após e tem que esperar o comboio 04 terminar a transposição. Ao completar a passagem, o comboio 04 se retira da eclusa e entra o comboio 02. No momento que o comboio 02 está efetuando a transposição o comboio 03 chega e tem que aguarda o comboio 02 terminar a passagem.

Há de se notar que houve grande congestionamento na eclusa de Nova Avanhandava, e os comboios se encontraram na seguinte situação:

- ✓ o comboio 01 manteve a viagem ótima com 187 horas de viagem e 21.747 litros de combustíveis consumidos;
- ✓ o comboio 02 aumentou do tempo de viagem em mais de 6 horas, passando de 193 para 199 horas de viagem e o consumo saltou de 22.466 litros para 23.127 litros;
- ✓ o comboio 03 passou de 197 horas de viagem para quase 202 horas e o consumo de combustível passou de 22.870 para 23.530 litros, o maior consumo entre todos;
- ✓ o comboio 04 encontrou fila na eclusa de Nova Avanhandava e teve o tempo de viagem elevado de 187 horas (viagem ótima) para 192 horas e o consumo da viagem ótima (21.747 litros), saltou para 22.292 litros.

Ao analisar os resultados apresentados pela tabela 4.9, percebe-se que as perdas são bem maiores em relação à redução de carga transporta ao longo de um ano.

Para facilitar o entendimento do ocorrido com os comboios nesta condição, também será apresentado a visão cartográfica das ocorrências de

congestionamento na via, dos comboios envolvidos. A visão cartográfica é o Serviço de Posição dos Veículos proposto por este trabalho descrito no capítulo III.

1 – Posição dos comboios para a primeira ocorrência de congestionamento no momento de Chegada do Comboio 01 a Ponte SP – 225 no dia 09/08/02 às 08:54 horas. (Ver destaque na Tabela 4.9)

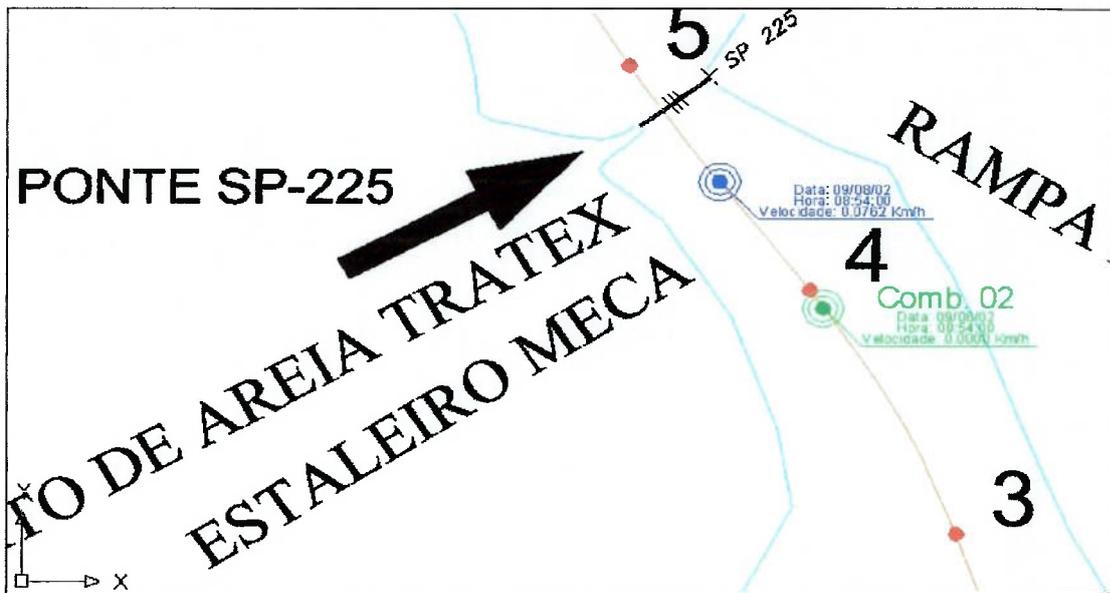


Figura 4.8 – Situação On-line da Eclusa de Bariri às 08:54 hs do dia 08/09/2002.

2 – Posição dos Comboios 01, 02 e 03 no momento de Chegada do Comboio 01 a Eclusa de Bariri às 12:25 hs, do dia 09/08/02.

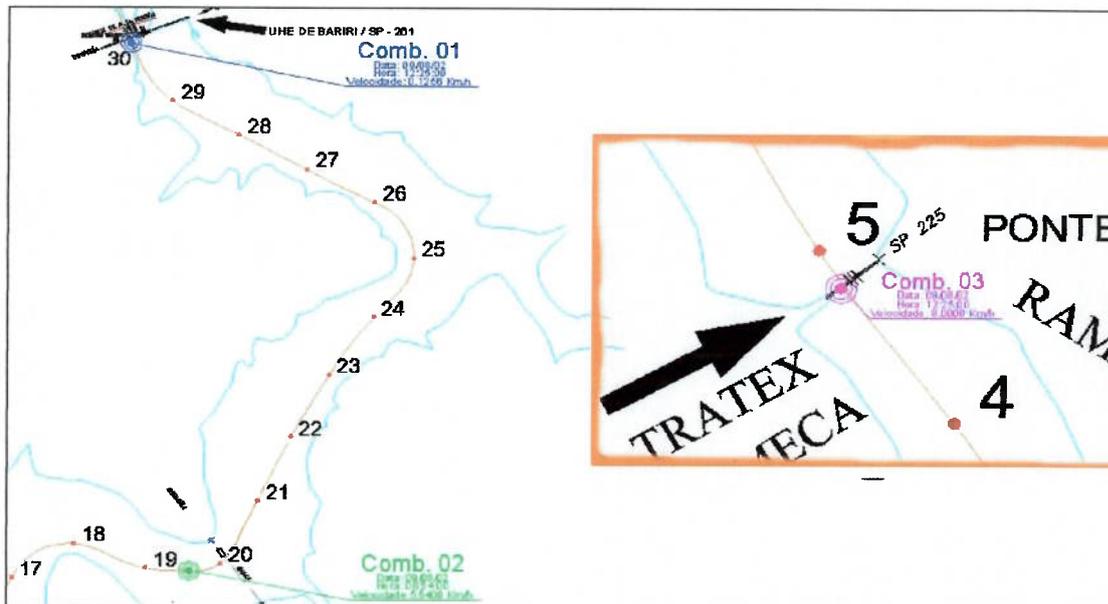


Figura 4.9 – Situação On-line da Eclusa de Bariri e Ponte SP-225 às 12:25 hs do dia 09/08/2002.

Na condição da Figura 4.9, o Comboio 01 se encontra no início da operação de eclusagem na Eclusa de Bariri. O Comboio 02 se encontra no km 19 da via a pouco mais de uma hora da Eclusa de Bariri. E o Comboio 03 se encontra efetuando a passagem pela Ponte SP - 225 (Ver destaque Tabela 4.9).

3 – Posição dos comboios às 15:00 hs, do dia 09/08/02, durante o congestionamento do Comboio 01, 02 e 03 na Eclusa de Bariri.

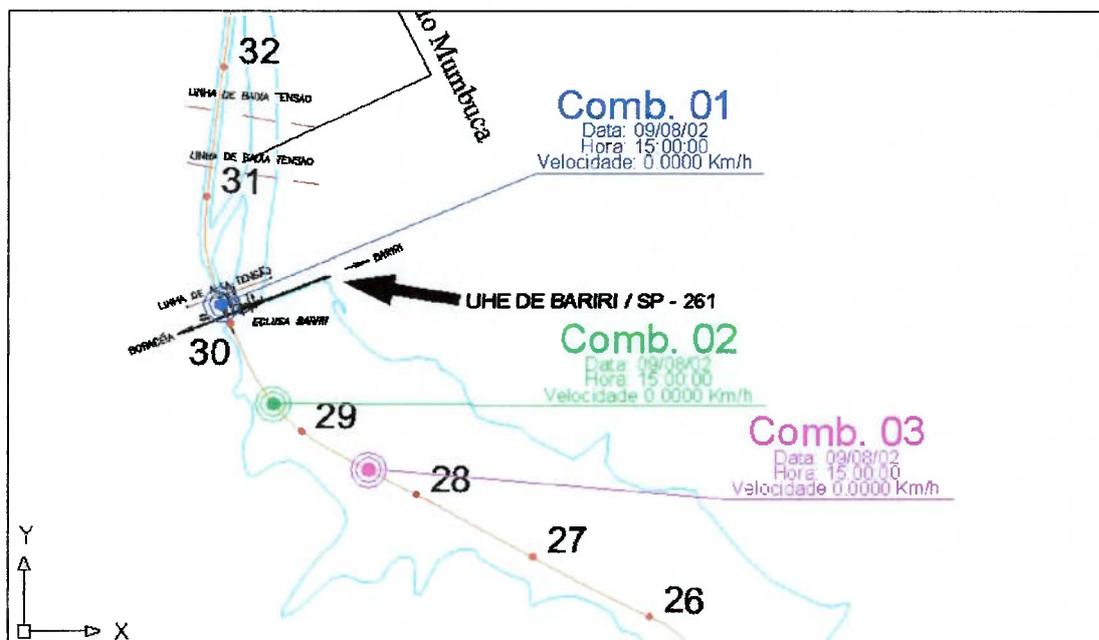


Figura 4.10 – Situação On-line da Eclusa de Bariri às 15:00 hs do dia 09/08/2002.

A Figura 4.10 apresenta a situação dos comboios às 15:00 do dia 09/08/2002. O Comboio 01 se encontra em transposição da Eclusa de Bariri. O Comboio 02 e 03 se encontram em fila de espera a montante da mesma eclusa.

4 – Posição dos comboios às 22:29 hs, no momento de Chegada do Comboio 01 a Eclusa de Ibitinga.

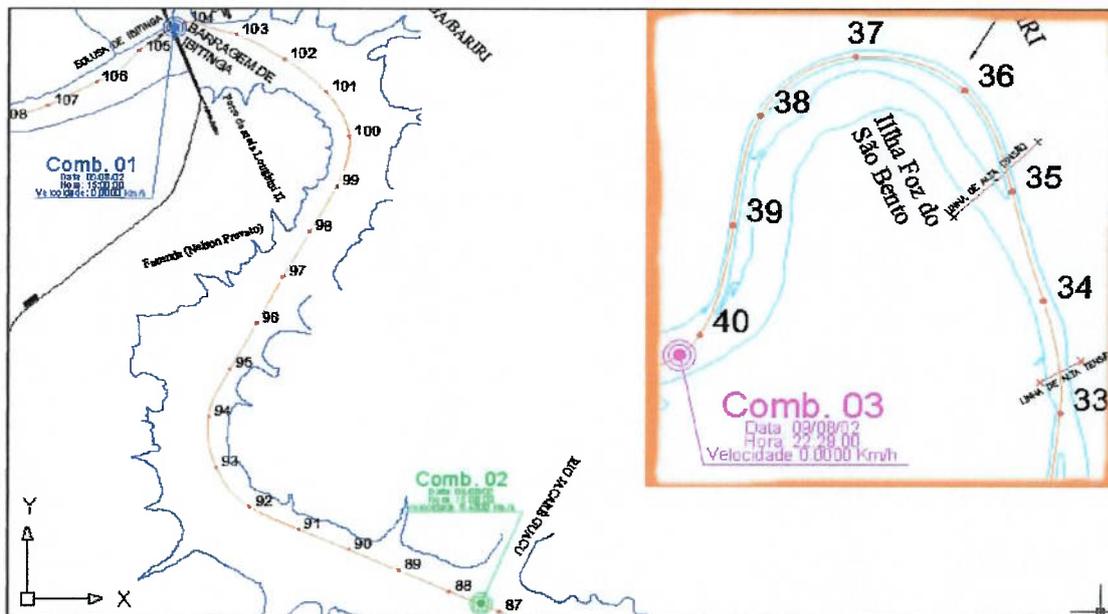


Figura 4.11 – Situação On-line dos Comboios 01, 02 e 03 às 22:29 hs do dia 09/08/2002.

Na situação da Figura 4.11, o Comboio 01 se encontra na Eclusa de Ibitinga. O Comboio 02 se localiza no km 87, na altura do Rio Jacaré Guaçu, e Comboio 03 se encontra no km 40, na saída do canal de jusante de Bariri.

5 – Posição dos comboios às 3:00 hs, do dia 15/08/02.

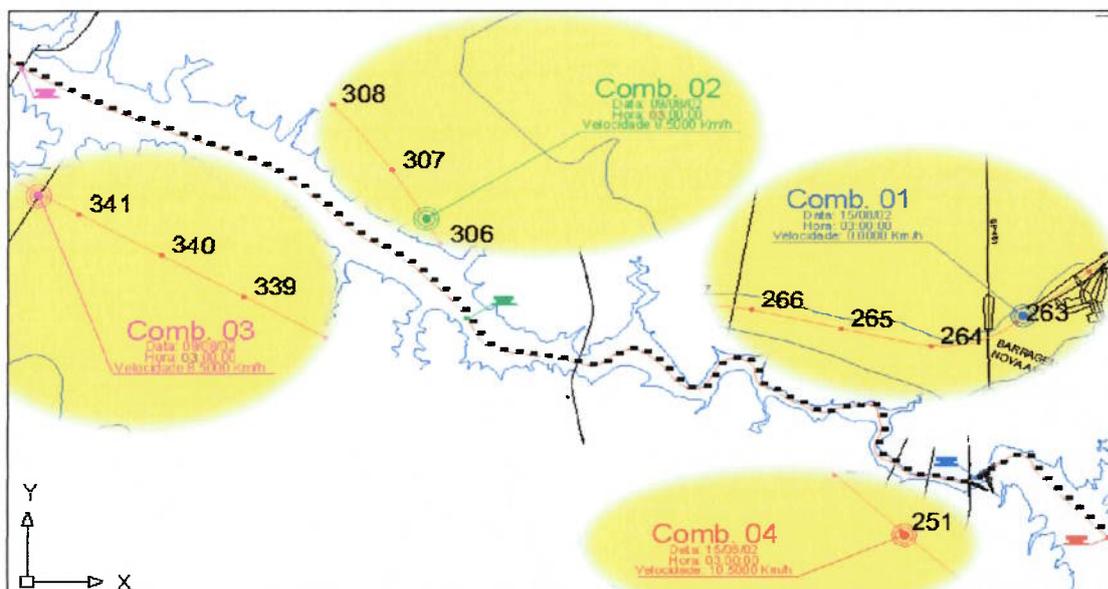


Figura 4.12 – Situação On-line dos Comboios 01, 02, 03 e 04 às 3:00 hs do dia 15/08/02.

Na Figura 4.12, observa-se que quando o Comboio 01 entra na câmara da Eclusa de jusante de Nova Avanhandava na viagem de retorno de São Simão às 3:00 hs do dia 15/08/02, o Comboio 02 se localiza no km 306, retornando a Pederneiras. O Comboio 03 se localiza efetuando a transposição da Ponte Jacaré (viagem de retorno). No mesmo momento o Comboio 04 se localiza no km 251, se aproximando da Eclusa de Nova Avanhandava.

6 – Posição dos comboios às 4:30 hs, do dia 15/08/02.

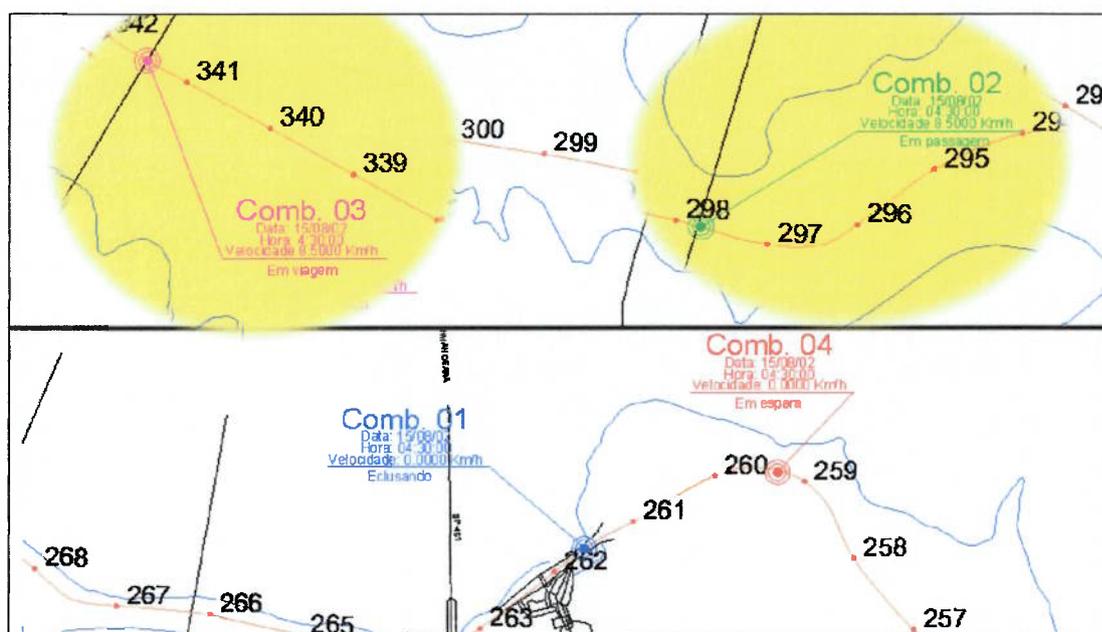


Figura 4.13 – Situação On-line dos Comboios 01, 02, 03 e 04 às 4:30 hs do dia 15/08/02.

Uma hora e trinta minutos após o início da operação de Eclusagem do Comboio 01 na Eclusa de Nova Avanhandava os comboios se encontram na seguinte situação. Comboio 01 efetuando eclusagem, Comboio 02 efetuando passagem pela Ponte SP-463. O Comboio 03 ainda se encontra efetuando passagem pela Ponte do Jacaré, e o Comboio 04 aguarda em espera para utilizar a eclusa, após o Comboio 01 desocupa-la.

7 – Posição dos comboios às 8:00 hs, do dia 15/08/02.

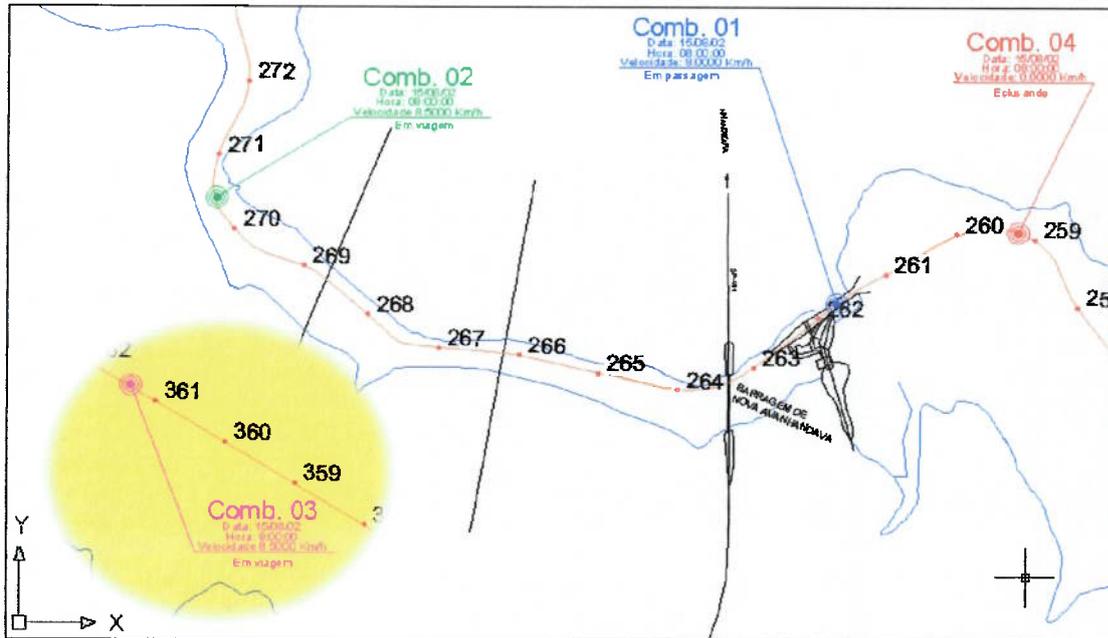


Figura 4.14 – Situação On-line dos Comboios 01, 02, 03 e 04 às 8:00 hs do dia 15/08/02.

8 – Posição dos comboios às 13:30 hs, do dia 15/08/02.

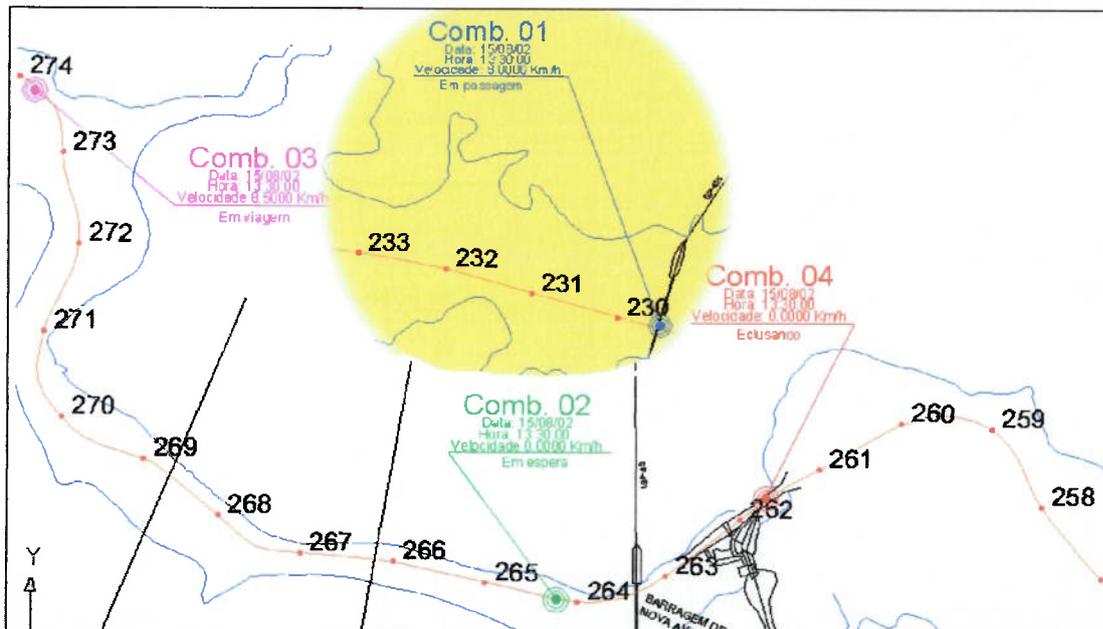


Figura 4.15 – Situação On-line dos Comboios 01, 02, 03 e 04 às 13:30 hs do dia 15/08/02.

9 – Posição dos comboios às 19:30 hs, do dia 15/08/02.

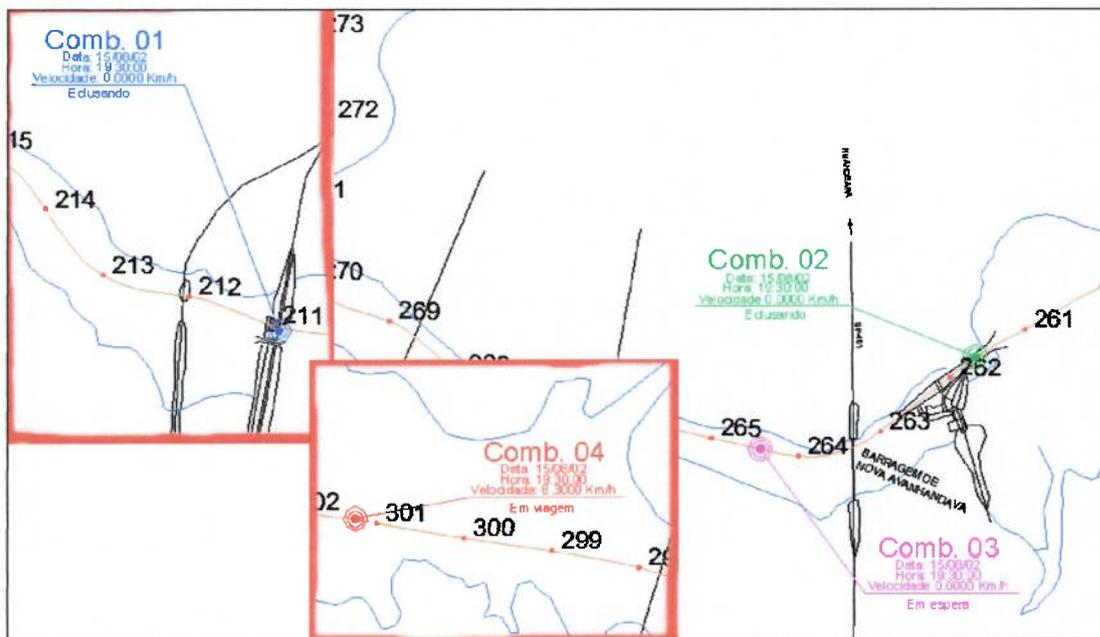


Figura 4.16 – Situação On-line dos Comboios 01, 02, 03 e 04 às 19:30 hs do dia 15/08/02.

10 – Posição dos comboios às 21:30 hs, do dia 15/08/02.

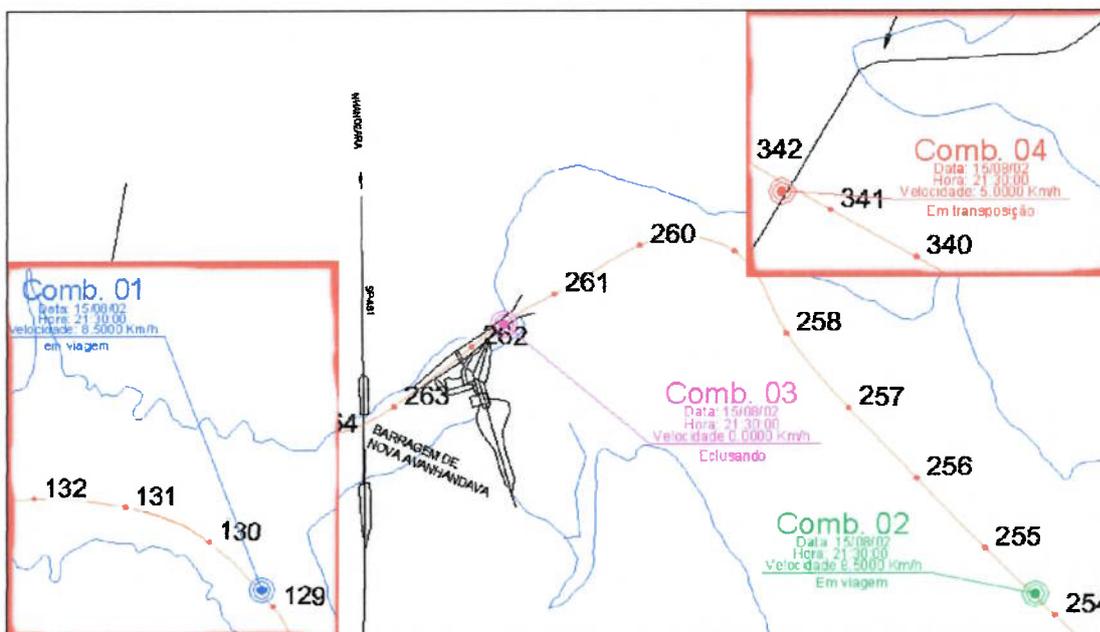


Figura 4.17 – Situação On-line dos Comboios 01, 02, 03 e 04 às 21:30 hs do dia 15/08/02.

4.12.5 – Condição 5 – Viagem com Quatro Veículos na Via Com Planejamento

Para a quinta condição, será tomado como base a situação anterior, onde a via se encontra congestionada na Eclusa de Nova Avanhandava e com filas de espera em Bariri, Ibitinga e Promissão, conforme a Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Planilha de calculo para quatro veículos com planejamento

	Localidade	Data / Hora Comboio01	Data / Hora Comboio02	Data / Hora Comboio03	Data / Hora Comboio04
Viagem de ida	Saída do terminal de Pederneiras	9/8/02 5:00	9/8/02 11:15	9/8/02 17:15	14/8/02 5:00
	Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 5:24	9/8/02 11:39	9/8/02 17:39	14/8/02 5:24
	Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	9/8/02 6:34	9/8/02 12:49	9/8/02 18:49	14/8/02 6:34
	Chegada a eclusade Bariri	9/8/02 8:55	9/8/02 15:10	9/8/02 21:10	14/8/02 8:55
	Saída da eclusade Bariri	9/8/02 11:57	9/8/02 18:12	10/8/02 0:12	14/8/02 11:57
	Chegada a eclusade Ibitinga	9/8/02 18:59	10/8/02 1:14	10/8/02 7:14	14/8/02 18:59
	Saída da eclusade Ibitinga	9/8/02 22:00	10/8/02 4:15	10/8/02 10:15	14/8/02 22:00
	Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 1:44	10/8/02 7:59	10/8/02 13:59	15/8/02 1:44
	Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	10/8/02 2:54	10/8/02 9:09	10/8/02 15:09	15/8/02 2:54
	Chegada a eclusade Promissão	10/8/02 9:10	10/8/02 15:25	10/8/02 21:25	15/8/02 9:10
	Saída da eclusade Promissão + ponte BR 153	10/8/02 12:13	10/8/02 18:28	11/8/02 0:28	15/8/02 12:13
	Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 13:48	10/8/02 20:03	11/8/02 2:03	15/8/02 13:48
	Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	10/8/02 15:18	10/8/02 21:33	11/8/02 3:33	15/8/02 15:18
	Chegada a eclusade Nova Avanhadava	10/8/02 18:15	11/8/02 0:30	11/8/02 6:30	15/8/02 18:15
	Saída da eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	11/8/02 0:12	11/8/02 6:27	11/8/02 12:27	16/8/02 0:12
	Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 3:24	11/8/02 9:39	11/8/02 15:39	16/8/02 3:24
	Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	11/8/02 4:34	11/8/02 10:49	11/8/02 16:49	16/8/02 4:34
	Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaiso)	11/8/02 8:36	11/8/02 14:51	11/8/02 20:51	16/8/02 8:36
	Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaiso)	11/8/02 10:06	11/8/02 16:21	11/8/02 22:21	16/8/02 10:06
	Chegada ao canal Pereira Barreto	11/8/02 13:38	11/8/02 19:53	12/8/02 1:53	16/8/02 13:38
	Saída do canal Pereira Barreto	11/8/02 15:46	11/8/02 22:01	12/8/02 4:01	16/8/02 15:46
	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 17:24	11/8/02 23:39	12/8/02 5:39	16/8/02 17:24
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	11/8/02 18:39	12/8/02 0:54	12/8/02 6:54	16/8/02 18:39
Chegada ao terminal de São Simão	12/8/02 17:11	12/8/02 23:26	13/8/02 5:26	17/8/02 17:11	
Saída ao terminal de São Simão	12/8/02 23:11	13/8/02 5:26	13/8/02 11:26	17/8/02 23:11	
Viagem de volta	Chegada a ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 3:00	14/8/02 9:15	14/8/02 15:15	19/8/02 3:00
	Saída da ponte SP 595 (Ilha Solteira - Santa Fé do Sul)	14/8/02 3:07	14/8/02 9:22	14/8/02 15:22	19/8/02 3:07

Chegada ao canal Pereira Barreto	14/8/02 5:07	14/8/02 11:22	14/8/02 17:22	19/8/02 5:07
Saída do canal Pereira Barreto	14/8/02 7:32	14/8/02 13:47	14/8/02 19:47	19/8/02 7:32
Chegada a ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 11:53	14/8/02 18:08	15/8/02 0:08	19/8/02 11:53
Saída da ponte Jacaré (Gusolandia - Valparaíso)	14/8/02 13:23	14/8/02 19:38	15/8/02 1:38	19/8/02 13:23
Chegada a ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 18:23	15/8/02 0:38	15/8/02 6:38	19/8/02 18:23
Saída da ponte SP 463 (Auriflama - Araçatuba)	14/8/02 19:33	15/8/02 1:48	15/8/02 7:48	19/8/02 19:33
Chegada a eclusade N. Avan. + ponte SP 461(Birigui - Handera)	14/8/02 23:30	15/8/02 5:45	15/8/02 11:45	19/8/02 23:30
Saída da eclusade Nova Avanhandava	15/8/02 5:27	15/8/02 11:42	15/8/02 17:42	20/8/02 5:27
Chegada a ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 9:06	15/8/02 15:21	15/8/02 21:21	20/8/02 9:06
Saída da ponte SP425 (Penápolis - São José do Rio Preto)	15/8/02 10:36	15/8/02 16:51	15/8/02 22:51	20/8/02 10:36
Chegada a eclusade Promissão + ponte BR 153	15/8/02 12:32	15/8/02 18:47	16/8/02 0:47	20/8/02 12:32
Saída da eclusade Promissão	15/8/02 15:36	15/8/02 21:51	16/8/02 3:51	20/8/02 15:36
Chegada a ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	15/8/02 23:20	16/8/02 5:35	16/8/02 11:35	20/8/02 23:20
Saída da ponte SP 333 (Cafelandia - Itápolis)	16/8/02 0:30	16/8/02 6:45	16/8/02 12:45	21/8/02 0:30
Chegada a eclusade Ibitinga	16/8/02 5:06	16/8/02 11:21	16/8/02 17:21	21/8/02 5:06
Saída a eclusade Ibitinga	16/8/02 8:08	16/8/02 14:23	16/8/02 20:23	21/8/02 8:08
Chegada da eclusade Bariri	16/8/02 16:48	16/8/02 23:03	17/8/02 5:03	21/8/02 16:48
Saída da eclusade Bariri	16/8/02 19:50	17/8/02 2:05	17/8/02 8:05	21/8/02 19:50
Chegada a ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	16/8/02 22:45	17/8/02 5:00	17/8/02 11:00	21/8/02 22:45
Saída da ponte SP 255 (Jaú-Pederneiras)	16/8/02 23:55	17/8/02 6:10	17/8/02 12:10	21/8/02 23:55
Chegada ao terminal de Pederneiras	17/8/02 0:25	17/8/02 6:40	17/8/02 12:40	22/8/02 0:25
Tempo Navegado (dias)	7,81	7,81	7,81	7,81
Tempo Navegado (horas)	187,43	187,43	187,43	187,43
Consumo em Operação (Kg)	18.485	18.485	18.485	18.485
Consumo em Operação (litros)	21.747	21.747,24	21.747	21.747
Número de viagens por ano operacional	34	34,48	34	34
Tonelada transportada por ano	172.379	172.379	172.379	172.379

A partir da situação anterior (condição 4) foi feito o planejamento das viagens para que se possa obter o máximo de desempenho, dos veículos nas viagens.

Ao efetuar o planejamento da viagem tem-se as seguintes possibilidades. Para não alterar muito o horário de lançamento dos veículos na via, o

horário de saída do comboio 01 foi adiantado das 8 horas e 30 minutos, para as 5 horas do mesmo dia.

Pode-se lançar o segundo comboio às 11 horas e 15 minutos, pois o mesmo ficaria em fila de espera nas próximas três obras, efetuando gasto desnecessário de combustível.

O mesmo foi feito para o comboio 03, onde foi lançado às 17 horas e 15 minutos, mais de 6 horas após o lançamento do primeiro sendo preferível aguardar no terminal, do que nas obras, pois sabendo-se que não existe nenhum comboio vindo no fluxo contrário não haverá nas obras congestionamento nas mesmas.

Antes de lançar o comboio 04 verifica-se que se o veículo sair no estipulado, ficará mais de 12 horas em filas de espera na eclusa de Nova Avanhandava, pois o comboio 02 e 03 estão retornando de viagem. Além disso, o espaço aberto entre um comboio e outro são tão pequeno que não seria possível chegar no momento certo entre comboio 02 e 03. Então se decidiu adiantar o lançamento, mas também se verifica que haverá congestionamento com o comboio 01 que retorna de viagem. Adiantar mais ainda o lançamento seria impossível, pois o comboio 04 ainda está em processo de descarregamento de carga, ou seja, resta somente lançar o veículo após a passagem dos três comboios, às 5 horas do dia 14/08/02.

Nota-se que através de um planejamento adequado para com os veículos, é possível evitar congestionamentos, filas de espera e atrasos nos tempos de viagens. Com isso o transporte fluvial ganha em redução nos tempos de viagens, no aumento da quantidade de carga transportada, como função do aumento da rotatividade dos veículos, além de proporcionar redução no consumo de combustível e oferecer confiança no sistema, quanto aos cumprimentos dos horários de das viagens.

Para que tal sistema de informação possa funcionar com eficiência no transporte fluvial, é preciso que os demais sistemas e dispositivos descritos neste trabalho operem interligados para proporcionar dados e informações necessárias para apoiar os serviços de planejamento de viagens. Além disso, os veículos precisam de monitoramento e informação on-line para qualquer eventualidade que possa ocorrer durante as viagens. Com isso se ganha em eficiência e segurança para o modal e para a própria via.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

Neste trabalho focou-se e discutiu-se a implantação de serviços de informação que, apoiados pelo uso de novas tecnologias de comunicação, monitoramento e transmissão de dados a distância, podem proporcionar aos usuários e administradores das hidrovias ferramentas de apoio ao controle, gerenciamento e planejamento do tráfego, visando o aumento da eficiência do transporte e o aumento da segurança ao homem e ao meio ambiente.

Neste sentido apresentou-se a proposta de um Sistema de Informação para Monitoração e Gerenciamento do Tráfego nas Hidrovias, cujo objetivo é oferecer as condições de apoio para a melhora da segurança e do tráfego de veículos em vias fluviais e para a otimização do uso das hidrovias brasileiras.

O sistema foi desenvolvido com base nos modernos conceitos de serviços de informação para hidrovias desenvolvidos na Europa nos últimos anos, que foram consubstanciados no que se convencionou chamar de RIS (River Information Services). Na sua elaboração, os serviços previstos nos RIS foram incorporados de acordo com as condições físicas e de infra-estrutura disponíveis nas hidrovias brasileiras.

O sistema proposto prevê a disponibilização dos seguintes serviços e informações fundamentais:

- ✓ Monitoramento on-line de veículos ao longo de toda a via, através da coleta e tratamento de dados de posição geográfica obtidos via satélite (sistema GPS);
- ✓ Monitoramento on-line de obras e obstáculos da via;

- ✓ Mapa geográfico digital (base cartográfica), indicando o leito navegável, as obras, os obstáculos, a sinalização e qualquer outro componente físico relevante;
- ✓ Apresentação, em mapa digital, da localização e do estado (velocidade, direção de deslocamento, tempos estimados, etc.) dos veículos, e de eventos (avisos, acidentes, etc.) ocorridos na via e em suas obras;
- ✓ Banco de dados dos veículos autorizados a trafegar na hidrovia;
- ✓ Ferramentas para comunicação de dados e informações entre administradores e usuários;
- ✓ Ferramentas para planejamento e gerenciamento de viagens.

Para se avaliar as características e a funcionalidade do sistema desenvolvido realizou-se uma implantação hipotética do mesmo na hidrovia Tietê-Paraná, que é hoje a principal hidrovia brasileira. Nesta implantação incorporou-se no sistema o mapa digital da hidrovia, e alimentou-se um banco de dados com as informações dos veículos e do seu histórico de monitoramento num dado período de tempo;

Com base nestes dados simulou-se diversas situações de planejamento e acompanhamento de viagens, através das quais se verificou que o sistema é capaz de:

- ✓ Apresentar o andamento das viagens ao longo de toda a via, indicando todas as situações e condições de navegação dos veículos;
- ✓ Indicar claramente a ocorrência de cruzamentos e conflitos entre veículos ao longo de toda a via e, principalmente, nas situações de transposição das obras (eclusas, pontes e canais);

- ✓ Fornecer as informações e os procedimentos necessários para o planejamento de viagens eficientes, do ponto de vista da redução do tempo de espera, redução do tempo total de viagem e de economia de combustível;
- ✓ Fornecer as informações necessárias para o gerenciamento e a operação eficiente de eclusas, canais e terminais;
- ✓ Fornecer as informações necessárias para verificação do atendimento às normas e regulamentos de navegação, principalmente nas situações de transposição de obras e de cruzamento entre veículos;

Os resultados destas simulações mostraram claramente os benefícios que o sistema de informação pode trazer tanto para os aspectos relacionados ao aumento da eficiência do transporte, como para aqueles relacionados ao aumento da segurança do tráfego e do meio ambiente. Em particular, a simulação com a ferramenta de planejamento mostrou que o uso do sistema pode propiciar:

- ✓ redução nos tempos das viagens;
- ✓ redução de congestionamentos;
- ✓ redução no consumo de combustível;
- ✓ aumento da utilização dos veículos;
- ✓ aumento da quantidade de carga transportada;
- ✓ estimativas mais precisas dos tempos de chegada, saída e de navegação.

Com base nestes resultados, pode-se concluir que o sistema de informação proposto atende os objetivos de oferecer as condições de apoio para a melhora da segurança e do tráfego de veículos e para a otimização do transporte nas vias fluviais.

Ressalte-se que os avanços que podem ser obtidos com este trabalho não dependem apenas da implantação e interligação das tecnologias de informação na via, é preciso também que haja conscientização dos usuários e operadores sobre as melhorias que podem ser proporcionadas pelo sistema e que estas dependem também do respeito às leis e à sinalização da via.

Finalmente, o exemplo de aplicação na Hidrovia Tietê-Paraná mostra que é possível e necessária a implantação dos serviços e sistemas de informação nas demais hidrovias brasileiras, para que o modal fluvial possa alcançar a sua efetiva participação entre os meios de transporte e, desse modo, garantir a integração necessária entre os modais.

5.1 – Sugestões para Trabalhos Futuros

Em função dos resultados obtidos neste trabalho e da análise dos projetos de revitalização do transporte hidroviário, desenvolvidos no âmbito da União Européia, sugere-se a seguir dois temas para futuros trabalhos relacionados aos sistemas de informação para hidrovias:

- ✓ um estudo da viabilidade e dos procedimentos para implantação dos dispositivos AIS (transponders) que possibilitam a identificação automática dos veículos em pontos estratégicos da via;
- ✓ um estudo sobre a arquitetura e os processos de comunicação de equipamentos e sistemas de informação instalados à bordo das embarcações, para uso direto das tripulações.

Pelos resultados relatados nos estudos realizados na União Européia, acredita-se que estudos relativos a estes temas podem proporcionar ganhos efetivos de qualidade às funções dos sistemas de informação para hidrovias.

6 - ANEXOS

ANEXO A

Rotina de Conversão de Coordenadas

Para executar a rotina AutoLISP de transformação de coordenadas geográficas plano retangulares é necessária carregá-la no programa AutoCAD, onde é executada sobre a base cartográfica da via, fornecendo a posição do veículo, velocidade, data e hora. Tais informações são obtidas dos receptores GPS de cada veículo, onde a rotina é executada em intervalos regulares para atualizar a base cartográfica.

A figura 6.4 mostra trecho da rotina de conversão, desenvolvida na linguagem AutoLISP.

```
(setq LONO 0.8901179); para 51 grau
(setq deltaLON (- LONO ANGLONx ))
(setq p (* (* (/ (* 180 deltaLON) pi) 3600) 0.0001 ))
(setq A6 (* A6a A6aa ko 1000000000000000000000000))

;calcula N`
(setq Nlinha (+ (* A6 (expt p 6)) (+ III (expt p 4) (* II (expt p 2)) I)))

;calcula N
(setq N (- 10000000 Nlinha))
;
;calcula a longitude
;
;calcula IV
(setq IV ( * ( * ( * ( * NdeII coseno) seno1seg) ko) 10000))
;calcula v
(setq seno3 (expt seno1seg 3))
(setq v1 (/ (* (* seno3 NdeII) coseno3) 6 ))
(setq eexpt2 (expt e 2))
(setq v3 (* eexpt2 coseno2))
(setq v4 (+ (- 1 tan2) v3 ))
(setq v (* (* (* v1 v4) ko) 100000000000000))
;calcula B5
(setq seno5 (expt seno1seg 5))
(setq B51 (/ (* (* seno5 NdeII) coseno5) 120))
(setq tan2x18 (* tan2 18))
(setq eexpt2x14 (* eexpt2 14))
(setq eexpt2x58 (* eexpt2 58))
(setq seno2real (expt seno 2))
(setq e58xseno2 (* eexpt2x58 seno2real))
(setq e14xcoseno2 (* eexpt2x14 coseno2))
(setq B52 (- (+ (+ (- 5 tan2x18) tan4) e14xcoseno2) e58xseno2))
(setq B5 (* (* (* B51 B52) ko) 1000000000000000000000))
;calcula E`
```

Figura A.1 – Rotina AutoLISP de Transformação de Coordenadas Geográfica Plano Retangulares.

A Figura A.2 ilustra como a rotina AutoLISP é executada no AutoCAD, sobre a base cartográfica. A rotina irá solicitar como dado de entrada o arquivo ASCII, com o conteúdo das informações de data, hora e posição do veículo em latitude e longitude provinda dos receptores GPS.

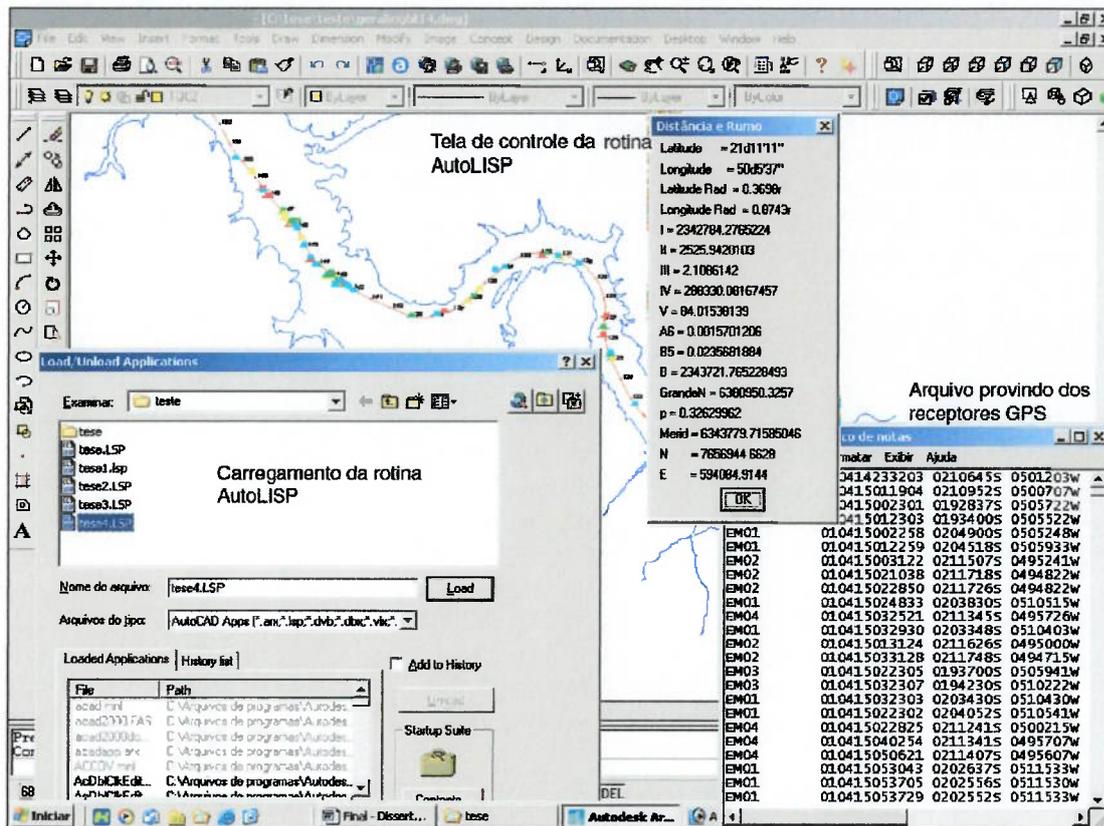


Figura A.2 – Tela de Execução da Rotina de Conversão no AutoCAD

ANEXO B

Planilha de Planejamento de Viagem de Comboios

O planejamento de viagens para os comboios foi elaborada em uma planilha eletrônica (MS - Excel), onde foram utilizado como dados de entrada:

- ✓ consumo de combustível;
- ✓ número de barcaças por comboio;
- ✓ capacidade de carga por barcaça;
- ✓ velocidade média de ida (Pederneiras - São Simão);
- ✓ velocidade média de volta (São Simão – Pederneiras);
- ✓ quilometragem de cada obra na via (pontos de desmembramentos);
- ✓ tempos de passagem em cada obra da via (com e sem desmembramento);
- ✓ data, hora de início da viagem planejada

A partir dos dados de entrada a planilha efetua o planejamento da seguinte forma:

1. Calcula o tempo de viagem a próxima obra na via;
2. Ao chegar a obra, verificar se há algum veículo efetuando passagem e quem tem preferência de passagem ;
3. Se não tiver preferência de passagem, adiciona o tempo restante de passagem do(s) outro(s) veículos ao veículo que fez a verificação, além de adicionar seu próprio tempo de transposição;
4. Caso o mesmo tenha preferência adiciona somente seu tempo de transposição;
5. Após considerar os tempos de transposição dos itens 3 ou 4, calcula-se o tempo de viagem até a próxima obra e acrescenta-se ao seu tempo anterior a saída da obra anterior;

6. O processo se repete até que se chegue até o final da viagem;
7. A previsão dos dados são apresentados pela planilha no momento de chegada e saída das obras;
8. Caso haja coincidência de passagens do outro veículo em uma mesma obras no mesmo horário de passagem, a planilha indica o fato e apresenta os tempos de espera na referida obra;
9. Com base nas informações da planilha, se refaz o planejamento até que se obtenha o melhor planejamento.

A figura B.1 mostra uma das telas da planilha de planejamento de veículos de todos os pontos críticos da Hidrovia Tietê – Paraná.

J	L	U	E	T	H	M	K	I	M
Localidade	Data / Hora (dia)	Data / Hora Início Passagem	Acréscimo de tempo	Tempo adicional	Check Horário Retorno comboio#1	Check Horário comboio#1	Check Preferencia Retorno comboio#1	Check Preferencia comboio#1	Acrescenta
Saída do terminal de Pedraseras	04/02 0:31								
Chegada a ponte SP 235 (Júli-Pedraseras)	04/02 0:52	04/02 0:31	0,04739557	0,09	Não	Não	Preferencia	Sem Preferencia	
Saída do ponto SP 255 (Júli-Pedraseras)	04/02 0:34								0,04739557
Chegada a eclusa de Duriz	04/02 13:35	04/02 13:27	0,01777778	0,09	Não	Não	Preferencia	Sem Preferencia	0
Saída do eclusa de Duriz	04/02 13:29								0,01777778
Chegada a eclusa de Itinga	04/02 1:31	04/02 1:21	0	0,09	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do eclusa de Itinga	04/02 4:32								0,09
Chegada a ponte SP 333 (Cafelândia - Itipoliz)	04/02 9:36	04/02 9:16	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto SP 333 (Cafelândia - Itipoliz)	04/02 9:26								1,0667
Chegada a eclusa Promissão	04/02 13:42	04/02 13:40	0,00181817	0,09	Não	Não	Preferencia	Sem Preferencia	0
Saída do eclusa Promissão - ponte BR 53	04/02 18:47								3,06
Chegada a ponte SP425 (Peadópolis - São José do Rio Preto)	04/02 20:21	04/02 20:21	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto SP425 (Peadópolis - São José do Rio Preto)	04/02 23:51								1,5
Chegada a eclusa Nova Avanhandava	04/02 0:48	04/02 0:42	0,02963444	0,09	Não	Não	Preferencia	Sem Preferencia	0
Saída do eclusa N. Avsa. - ponte SP 461(Birigui - Haders)	04/02 3:29								5,06
Chegada a ponte SP 463 (Auriflamma - Aracatuba)	04/02 12:51	04/02 12:51	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto SP 463 (Auriflamma - Aracatuba)	04/02 14:01								1,0667
Chegada a ponte Jacaré (Dacelândia - Valparaíso)	04/02 18:04	04/02 18:04	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto Jacaré (Dacelândia - Valparaíso)	04/02 19:34								1,5
Chegada ao canal Pereira Barreto	04/02 23:03	04/02 23:03	0	0,09	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do canal Pereira Barreto	04/02 5:14								1,09
Chegada a ponte SP 585 (Ita Solteira - Santa Fé do Sul)	04/02 8:51	04/02 8:51	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto SP 585 (Ita Solteira - Santa Fé do Sul)	04/02 4:01								1,0667
Chegada no terminal de São Manoel	04/02 9:58	04/02 9:45	0,060278	0	Não	Não	Sem Preferencia	Sem Preferencia	0
Saída no terminal de São Manoel	04/02 8:45								6
Chegada a ponte SP 587 (Ita Solteira - Santa Fé do Sul)	04/02 10:33	04/02 10:33	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto SP 585 (Ita Solteira - Santa Fé do Sul)	04/02 10:48								0
Chegada ao canal Pereira Barreto	04/02 14:48	04/02 14:48	0	0,09	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do canal Pereira Barreto	04/02 17:03								1,09
Chegada a ponte Jacaré (Dacelândia - Valparaíso)	04/02 21:26	04/02 21:26	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto Jacaré (Dacelândia - Valparaíso)	04/02 22:56								1,5
Chegada a ponte SP 463 (Auriflamma - Aracatuba)	04/02 3:56	04/02 3:56	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto SP 463 (Auriflamma - Aracatuba)	04/02 5:06								1,0667
Chegada a eclusa N. Avsa. - ponte SP 461(Birigui - Haders)	04/02 9:49	04/02 14:54	0,244375	0,09	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do eclusa Nova Avanhandava	04/02 10:51								5,06
Chegada a ponte SP425 (Peadópolis - São José do Rio Preto)	04/02 9:38	04/02 9:38	0	0	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do ponto SP425 (Peadópolis - São José do Rio Preto)	04/02 2:00								1,5
Chegada a eclusa Promissão - ponte BR 53	04/02 3:57	04/02 3:57	0	0,09	Não	Não	Preferencia	Preferencia	0
Saída do eclusa Promissão	04/02 7:06								3,06

Figura B.1 – Planilha de Calculo para Planejamento de Viagens dos Veículos

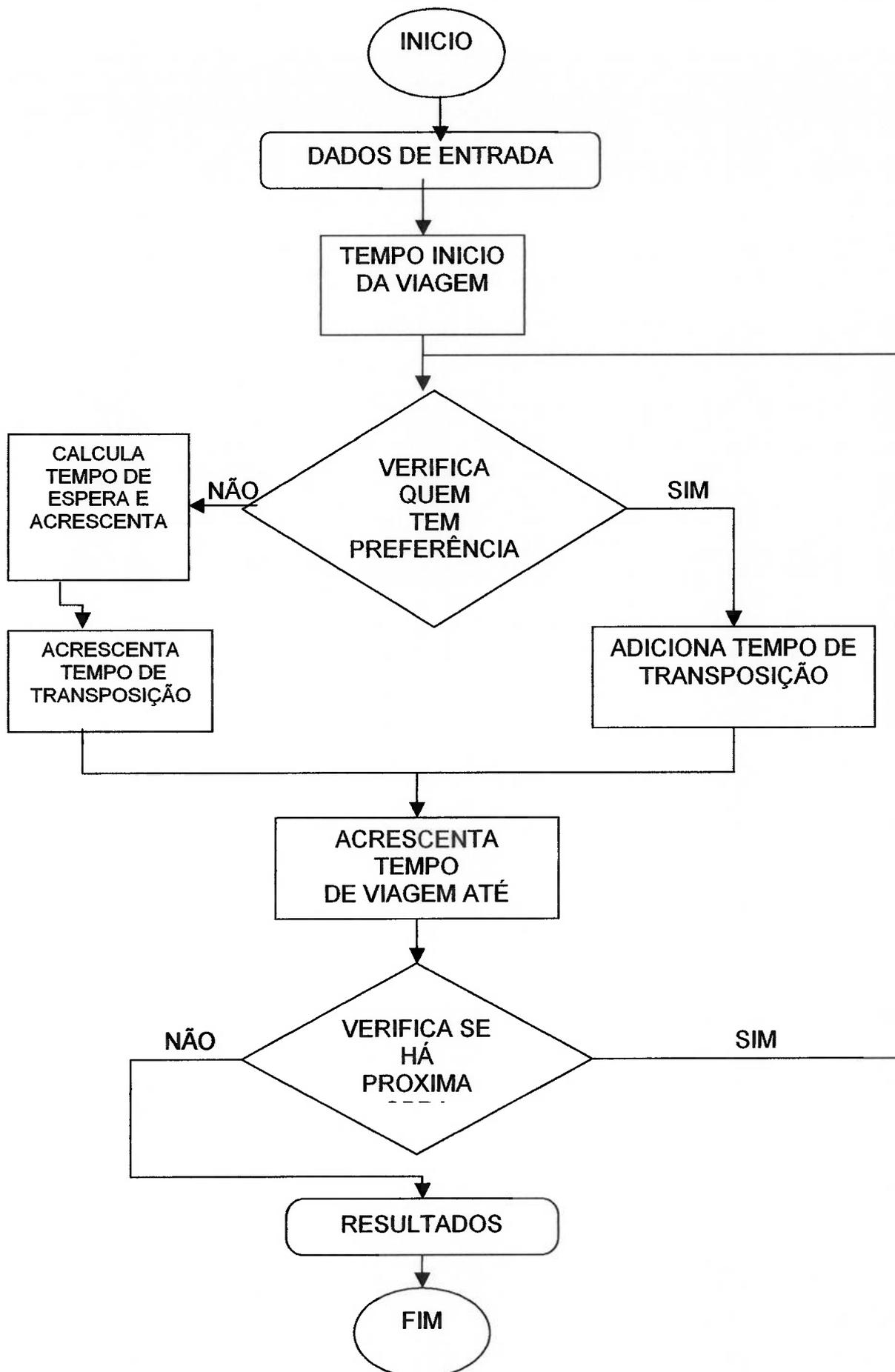


Figura B.2 – Estrutura da Planilha de Planejamento de Viagens dos Veículos

ANEXO C

Eclusas da Hidrovia Tiête-Paraná



Figura C.1 - Eclusa de Barra Bonita – 1973 (Fonte: DH - 2001) [13]

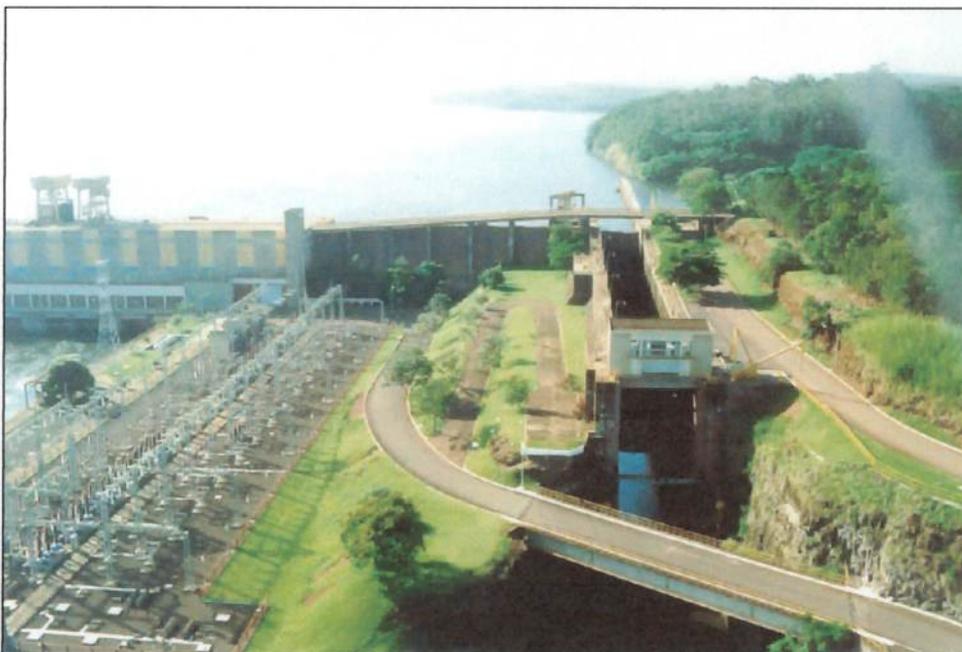


Figura C.2 - Eclusa de Bariri – 1968 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura C.3 - Eclusa de Ibitinga – 1986 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura C.4 - Eclusa de Promissão – 1986 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura C.5 - Eclusa de Nova Avanhandava – 1991 (Fonte: DH - 2001) [13]
(vista da eclusa inferior, canal intermediário e eclusa superior).



Figura C.6 - Eclusa de Três Irmãos – 1994 (Fonte: DH - 2001) [13]
(vista lateral da eclusa inferior, canal intermediário e eclusa superior).



Figura C.7 - Eclusa de Jupia – 1998 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura C.8 - Eclusa de Porto Primavera – 1982 (Fonte: DH - 2001) [13]

ANEXO D

Gabaritos de Navegação da Hidrovia Tiête-Paraná

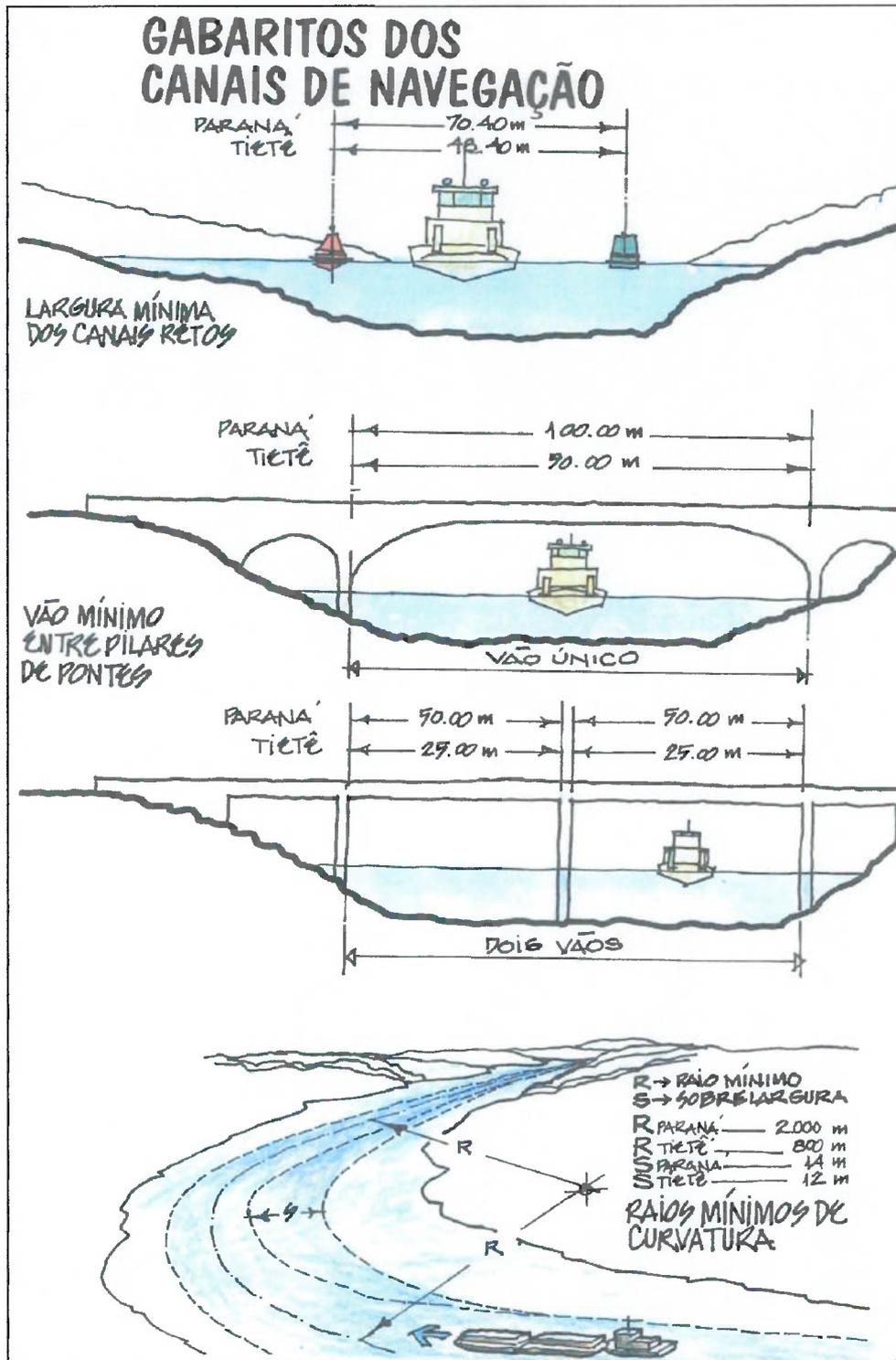


Figura D.1 - Gabarito de Canais da Hidrovia Tietê-Paraná (Fonte: CESP - 1996) [07]

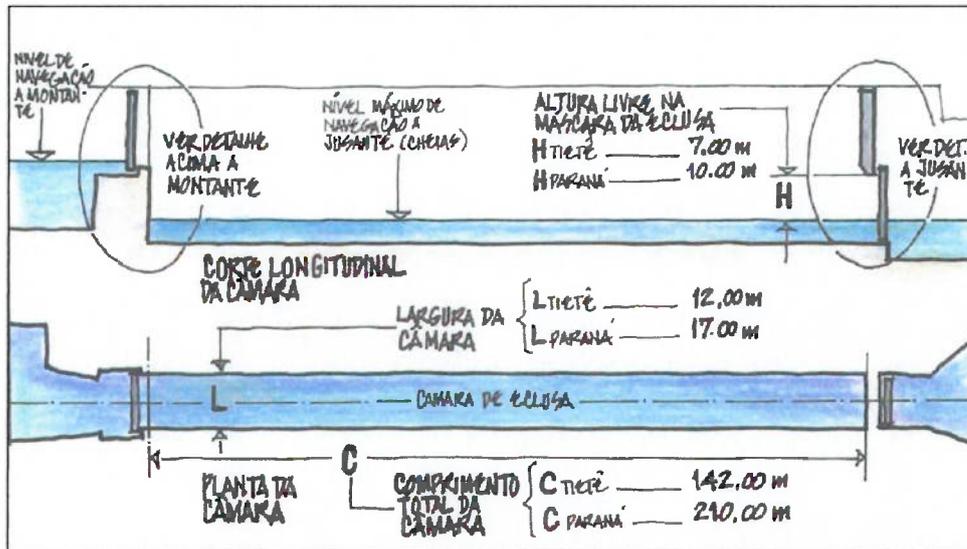


Figura D.2 - Gabarito de Eclusas da Hidrovia Tietê-Paraná (Fonte: CESP - 1996) [07]

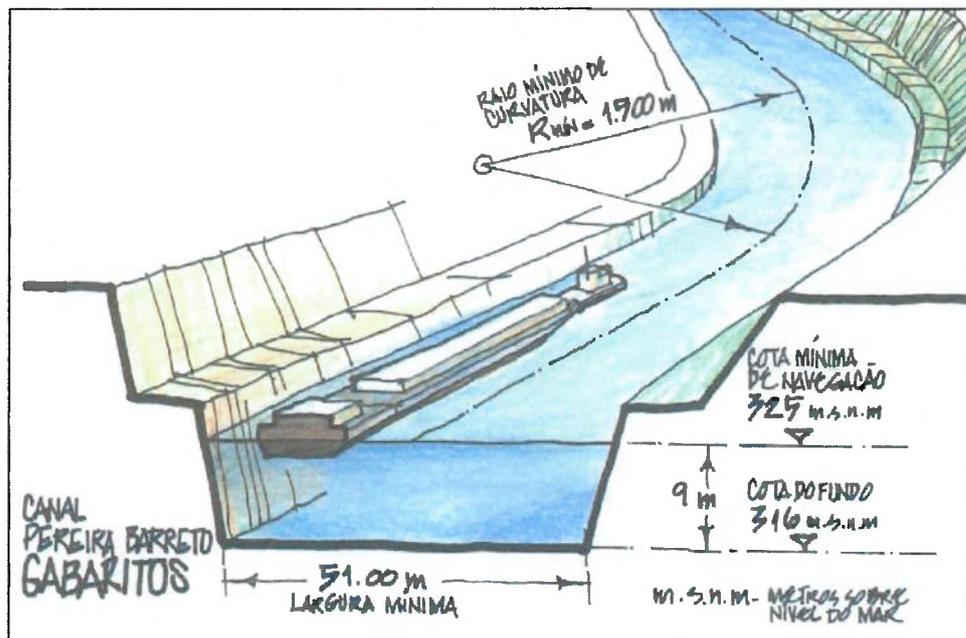


Figura D.3 - Gabarito do Canal Pereira Barreto (Fonte: CESP - 1996) [07]

ANEXO E

Embarcações que Operam na Hidrovia Tietê-Paraná

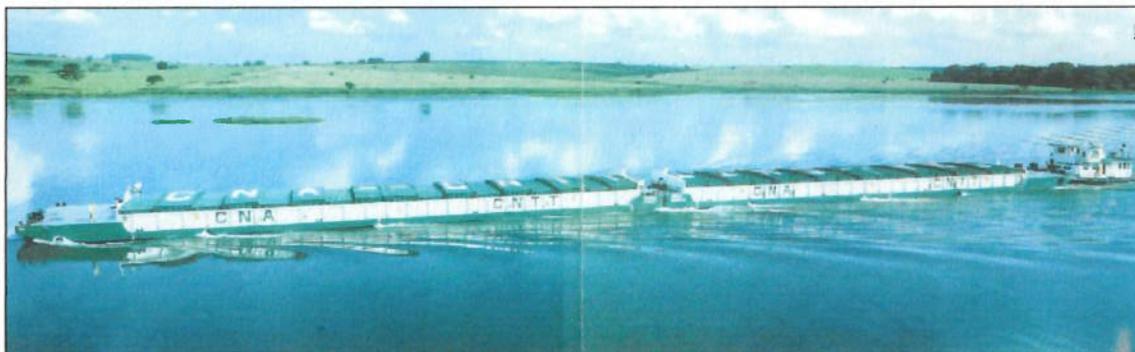


Figura E.1 - Comboio da CNA – CNTT - Formação 2 x 1 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura E.2 - Comboio da EPN - TORQUE -Formação 2 x 1 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura E.3 - Comboio da Comercial Quintela -Formação 2 x 1 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura E.4 - Comboio da Navegação Diamante - Formação 3 x 1 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura E.5 - Comboio da SARTCO - ADM - Formação 4 x 1 (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura E.6 - Embarcação de Extração e Transporte de Areia (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura E.7 - Embarcação de Embarcação de Turismo - Barra Bonita – SP
(Fonte: DH - 2001) [13]

ANEXO F

Canais de Navegação da Hidrovia Tietê-Paraná



Figura F.1 - Canal Pereira Barreto - (Fonte: DH - 2001) [13]

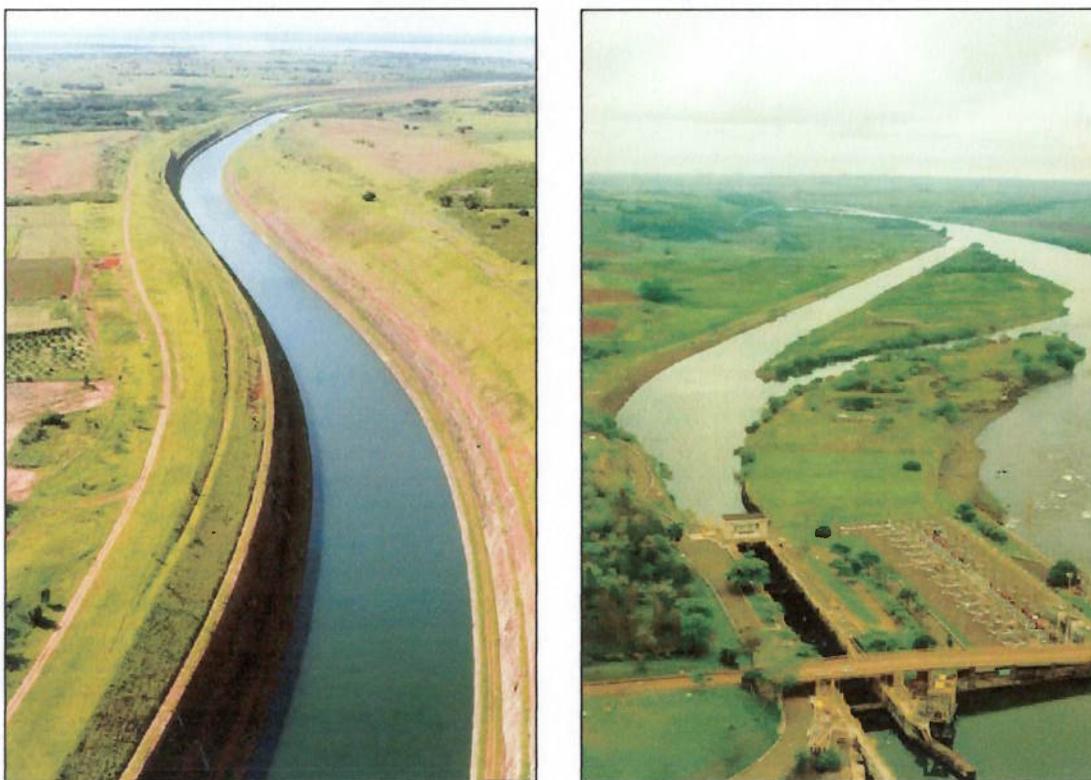
Figura F.2 - Detalhe do Canal Pereira Barreto Canal de Bariri - Margem Esquerda
(Fonte: DH - 2001) [13]



Figura F.3 - Canal de Bariri - Margem Direita (Fonte: DH - 2001) [13]



Figura F.4 - Canal de Igarapu do Tietê (Fonte: DH - 2001) [13]

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] AES, Tietê (1999). *A participação do hidrogerador privado no desenvolvimento sustentado da hidrovia* - Apresentação a SOBENA 2001. Jaú – SP.
- [02] AUTODESK, (1999). *AutoCAD 2000 - AutoLISP Referência*.
- [03] AUTOTRAC, (2002). *Autotrac Comércio e Telecomunicações S/A*. Disponível em: <http://www.autotraco.com.br>. Acesso em: 26 ago. 2002.
- [04] BALLOU, Ronald H. (1995). *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. (tradução Hugo T. Y. Yoshizaki). Editora Atlas. São Paulo – SP.
- [05] BLITZKOW, Denizar (1998). *Posicionamento Geodésico por Satélites (GPS)*. USP - Departamento de Engenharia de Transportes Laboratório de Topografia e Geodésia. São Carlos – SP.
- [06] CESP, Companhia Energética de São Paulo (1995). *Hidrovia Tietê-Paraná – Embarcação Tipo Características e Dimensões* – Série pesquisa e desenvolvimento. São Paulo - SP. 31p.
- [07] CESP, Companhia Energética de São Paulo (1996). *Navegando no Tietê-Paraná: Cartilha de navegação para a hidrovia Tietê-Paraná*. São Paulo – SP.
- [08] CINTRA, Jorge Pimental (1997). *Sistema de Projeção UTM*. USP, Departamento de Engenharia de Transportes Laboratório de Topografia e Geodésia. São Carlos – SP.
- [09] COMÉRCIO DO JAHU, (2002). *Edição de 22 de setembro de 2002*. Jornal Comércio do Jahu. Pág. 4. Jaú-SP
- [10] COMFORTABLE, Final Report - EC Transport - 4th Framework (1999). WATERBORNE TRANSPORT, *Advanced Benefits for Logical VTS Equipment*. Consolidated Report, Deliverable: Task 27 Final Report, Work Package: WP 10, Agreed delivery date: 15/02/99 Actual delivery date: Responsible organisation(s), MSR Principal author(s): Henk Regelink, Peter Coles, Dominic Jarvis, Contributing organizations, All Partners.
- [11] DAMIANOVIC, Márcia (1999). *Notas de aula da Disciplina Obras Fluviais II* – 2º semestre de 1999.
- [12] DEMÉTRIO, Rinaldo (2000) – *A Tecnologia Wap*. Editora Erica. São Paulo – SP. 222 p.
- [13] DH, (2001) Departamento Hidroviário, *Hidrovia Tietê-Paraná*. Secretária do Estado de Transportes – SP. Apresentação a SOBENA 2001. Jaú – SP.
- [14] EUROPA, A união em linha (2002). *Atividade da União Européia – Política de Transportes*. Disponível em: http://www.europa.eu.int/pol/trans/index_pt.htm. Acesso em: 14 set. de 2002.
- [15] GARCIA, Hilton Aparecido (2001). *Análise dos procedimentos de projeto e desenvolvimento de método para determinação de custos de construção e operação de embarcações fluviais da Hidrovia Tietê-Paraná*. Tese de Doutorado apresentada ao DEN-EPUSP, São Paulo – SP.
- [16] IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1986). *Tabelas para cálculos no sistema de projeção universal transversa de mercator (UTM) – (Elipsóide Internacional de 1967)*. Rio de Janeiro – RJ. 283 p.

- [17] **INCARNATION**, Final Report (2001). *Efficient inland navigation information system*. - Institute of Ship Operation, Sea Transport and Simulation, Prof. Jens Froese, Rainvilleterrasse 4, 22765 HAMBURG, Germany. Disponível em: <<http://www.cordis.lu/transport/src/incarnat.htm>>. 48 p.
- [18] **INDRIS**, Final Report (2001). *River VTS Efficient River Information Services*. Ivo A A ten Broeke, Project Co-ordinator, Ministry of Transport, Public Works and Water, Management - Transport Research Centre (AVV), PO Box 1031, 3000 BA Rotterdam - NL. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/transport/extra/final_reports/waterborne/Technisec_FinalReport.pdf>. 144 p.
- [19] **LIVRO BRANCO**, (2001). *A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções*. Comissão Europeia. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias - 128 p. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/energy_transport/library/lb_texte_complet_pt.pdf>.
- [20] **LOPES**, S. Carlos (1998). *Cartografia*. - Universidade Federal de São Carlos.
- [21] **MATSUMOTO**, Élia Yathie (1999). *AutoLISP, Linguagem de Programação do AutoCAD*. Editora Érica.
- [22] **MINISTÉRIO DA MARINHA – DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC)**, (1998). *NORMAN 02: Normas da Autoridade Marítima para embarcações empregadas na navegação interior*. Diretoria de Portos e Costas (DPC), Rio de Janeiro – RJ.
- [23] **MINISTÉRIO DA MARINHA – DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC)**, (1998). *NORMAN 13: Normas da Autoridade Marítima para aquaviários e armadores*. Diretoria de Portos e Costas (DPC), Rio de Janeiro – RJ.
- [24] **MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**, (2000) – *Relatório Corredores de desenvolvimento Estratégico*. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>> Acesso em 28 abr. 2002.
- [25] **MINISTERIO DOS TRANSPORTES**, (2002). *Transportes Aquaviário - Departamento de Hidrovias Interiores – Relatório Estatística Hidroviária* Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>> Acesso em 28 set. 2002.
- [26] **PIANC, AIPCN** (2002). *Vessel Traffic and Transport Management in the Inland Waterways and Modern Information Systems*. International Navigation Association - (Formerly Permanent International Association of Navigation Congresses). Disponível em: <<http://www.pianc-aipcn.org/pi200.html>>.
- [27] **PIETER M. STURMAN**, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Netherlands (2002). *Vessel Traffic Services (VTS) System for the River Waal*. PORTTECHNOLOGY INTERNATIONAL. René Harder, Director VTMS Department, HITT Holland Institute of Traffic Technology, B.V., P.O. Box 717, 7300 AS Apeldoorn, The Netherlands.
- [28] **PORT TECHNOLOGY INTERNATIONAL**, (2002). *Vessel Traffic Systems*. Archivers Journal. Disponível em: <<http://www.porttechnology.org/journals/edition.01/section.01.shtml>>. Acesso em 8 abr. 2002.

- [29] **PROGRAMEE RTD TRANSPORT**, 4th FP TRANSPORT PROGRAMME (2002). *Transport Research Publications*. Waterborne Transport. Disponível em: <<http://www.cordis.lu/transport/src/water.htm>>. Acesso em: 14 set. de 2002.
- [30] **PROJETO - PRO HIDROVIA**, (2001). *Hidrovia do Tocantins Araguaia – GO*. Disponível em: <<http://www.hidrovia.hpg.ig.com.br/index.html>> Acesso em 24 fev. 2001.
- [31] **RAMOS**, Djacir (1999). *Geodésica na Prática*. Editora Mdata Informática.
- [32] **RINAC**, Final Report (2001). *River-based information, navigation and communication*. Project co-ordinator, Mr. Wim F.M. van der Heijden, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO-FEL), Oude Waalsdorperweg 63, P.O. Box 96864, 2597 AK The Hague, NL. Disponível em: <<http://www.cordis.lu/transport/src/rinac.htm>>. 20 p.
- [33] **RIVA**, Joaquim Carlos Teixeira (2000). *Informativo Marítimo V.8 – Nº 3 Jul-Set*. Disponível em: <http://www.dpc.mar.mil.br/InformativoMaritimo/Jul_Set00/NavegacaoFluvial.html> Aceso em: 28 set. 2002.
- [34] **TELESP CELULAR**, (2002). *A Internet no bolso da Telesp Celular*. Disponível em: < <http://www.telespcelular.com.br>>. Acesso em: 30 set. 2002.
- [35] **VESSEL TRAFFIC MANAGEMENT AND INFORMATION SERVICES**, Final Report (1999). -Version Without Annexes. Contract No. Wa-96-Ca8103, Issued By The Secretariat Of The Concerted Action C/O Institut Français De Navigation, Paris, January 1999. 33 p.