



ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA

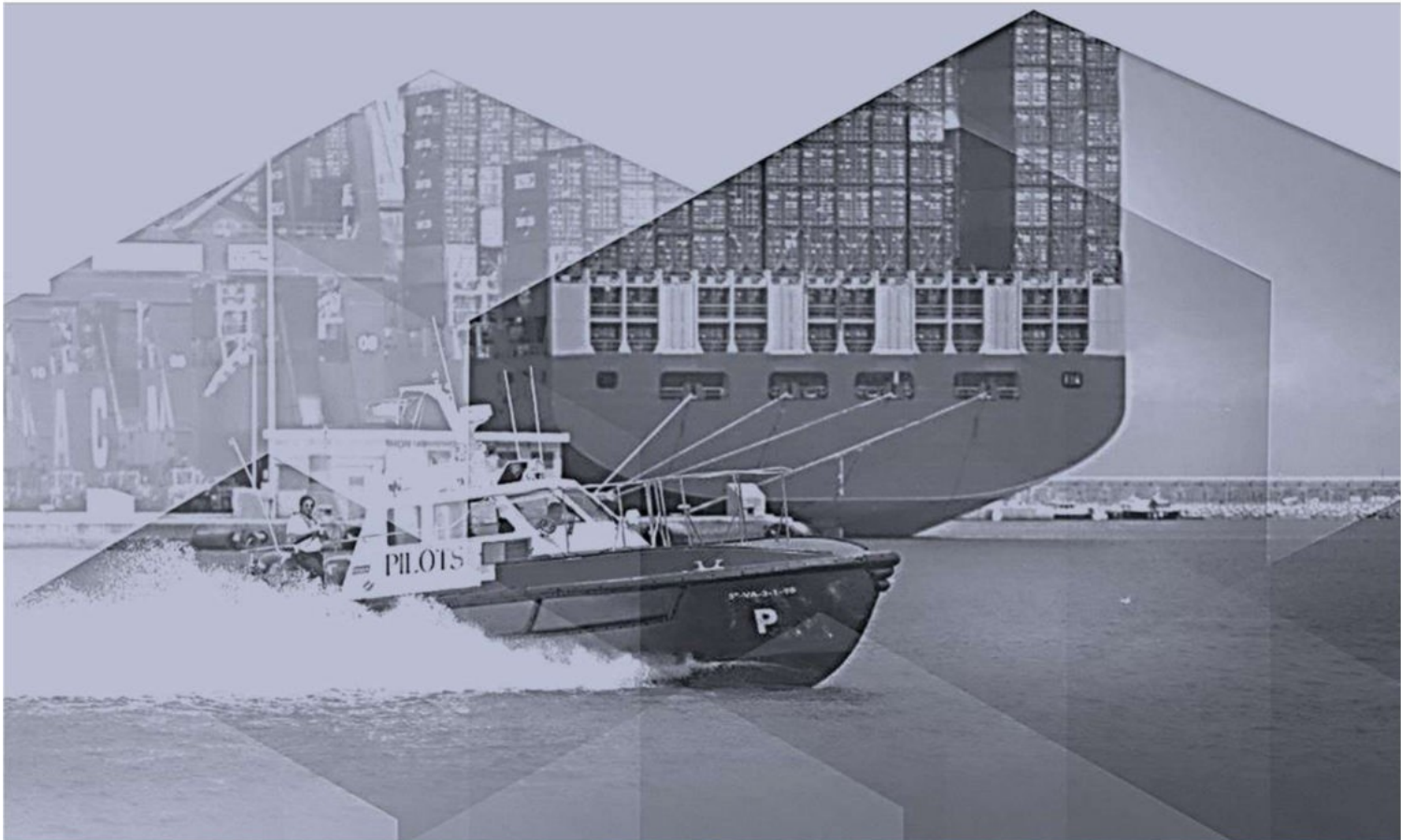
DIRETORIA DE OPERAÇÕES

Anexo VI – Projeto do VT MIS

Rev. 01



Colaboração Técnica Fundación Valenciaport e Portos do Paraná
VTMIS



Projeto do VTMIS de Portos do Paraná

Novembro/2022

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	9
2. NORMATIVA VIGENTE	12
2.1. O QUE É A IALA	14
3. SISTEMAS DE TRÁFEGO MARÍTIMO – EQUIPAMENTO NECESSÁRIO PARA O VTS	15
3.1. SISTEMAS RADAR	15
3.1.1. TIPOS DE RADAR IALA <i>STANDARD</i> SUGERIDOS	18
3.1.2. TIPOS DE RADAR IALA <i>ADVANCED</i> SUGERIDOS	21
3.1.3. LOCALIZAÇÃO DE RADAR PROPOSTA NO PRESENTE PROJETO	23
3.2. SISTEMA AIS	27
3.3. CCTV	30
3.4. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA	33
3.5. EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÃO VHF	34
3.6. EQUIPAMENTOS RADIO FINDER	36
3.7. SOFTWARE DE CONTROLE DE TRÁFEGO MARÍTIMO	38
3.7.1. VISÃO GERAL DA INTERFACE DO SISTEMA	39
3.7.2. JANELA CARTOGRÁFICA	39
3.7.3. CARTAS DE NAVEGAÇÃO	40
3.7.4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS DO ALVO	40
3.7.5. APRESENTAÇÃO DO VÍDEO DE RADAR NAS CARTAS NÁUTICAS	41
3.7.6. TABELAS DE INFORMAÇÃO	41
3.7.7. OPERAÇÕES CARTOGRÁFICAS BÁSICAS	42
3.7.8. OPERAÇÕES SOBRE ALVOS	43
3.7.9. ADMINISTRAÇÃO DE DADOS AIS	44
3.7.10. MÓDULO DE SUPORTE ATIVO À DECISÃO	44
3.7.11. ALARMES DO SISTEMA	45
4. SERVIÇOS DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO	48
4.1. AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO E SISTEMAS DE POSICIONAMENTO	48
4.1.1. BALIZAMENTO DO CANAL	48
4.1.2. SISTEMAS DE POSICIONAMENTO	50

4.2. SUBSISTEMA AIS	51
4.3. DADOS AMBIENTAIS EM TEMPO REAL	52
4.4. METEOROLOGIA	52
4.5. ONDAS	53
4.6. NÍVEL DO MAR	53
4.7. CORRENTES	54
4.8. QUALIDADE DA ÁGUA	56
4.9. CALADO DINÂMICO (UKC)	56
4.9.1. OUTRAS APLICAÇÕES PARA UMA OPERAÇÃO PORTUÁRIA SEGURA	57
4.10. SUMÁRIO EXECUTIVO AUXÍLIOS DE NAVEGAÇÃO E DADOS AMBIENTAIS, BEM COMO OUTRAS FUNCIONALIDADES PARA TRÂNSITO E OPERAÇÃO PORTUÁRIA SEGURA	58
4.10.1. PROPOSTAS	58
4.10.2. RECOMENDAÇÕES	59
5. SOFTWARE CONTROL UNDER KEEL CLEARANCE	59
6. SISTEMAS DE GESTÃO DE TRÁFEGO PORTUÁRIO	61
6.1. SISTEMAS DE GESTÃO DE RECURSOS PORTUÁRIOS	61
6.1.1. DESCRIÇÃO GERAL DA INTERFACE DO SISTEMA	61
6.1.2. VISUALIZAÇÃO DAS PREVISÕES	61
6.1.3. VISUALIZAÇÃO DO ESTADO PORTUÁRIO	63
6.1.4. VISUALIZAÇÃO DE ATRACAÇÕES	64
6.1.5. VISUALIZAÇÃO DE OPERAÇÕES/LIVRO DE SERVIÇO	64
6.1.6. GESTÃO DE ÁREAS DE ANCORAGEM	65
6.1.7. GESTÃO DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO	65
6.1.8. SISTEMA DE COMUNICAÇÕES	66
6.1.9. GESTÃO DE TURNOS DE PESSOAL	66
6.1.10. MÓDULOS DE RELATÓRIOS	67
6.1.11. SISTEMA DE MONITORAMENTO ATIVO	68
6.1.12. CONFIGURAÇÕES DIVERSAS	68
6.1.13. INTEGRAÇÕES DO SISTEMA	68
6.1.14. AUTOMAÇÕES DE SISTEMA BASEADAS EM IA E MÓDULO DE SUPORTE ATIVO À DECISÃO	69
6.1.15. ROADMAP E EVOLUÇÃO DO PRODUTO	69
7. ARQUITETURA DE SOLUÇÕES	69

8.	RECURSOS HUMANOS E FORMAÇÃO	71
8.1.	QUALIFICAÇÃO OPERACIONAL	71
8.2.	TREINAMENTO OPERACIONAL	72
8.3.	TREINAMENTO DE MANUTENÇÃO	72
9.	RESUMO DE RECURSOS/CUSTOS	73
10.	ANEXOS	77

ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1. Vista de satélite da zona	10
Figura 2. Carta náutica – Proximidades	10
Figura 3. Carta náutica	11
Figura 4. Carta náutica Paranaguá – Antonina	11
Figura 5. Esquema de componentes habituais de um VTS.....	15
Figura 6. Imagem do radar JRC	18
Figura 7. Características do radar JRC.....	19
Figura 8. Imagem do radar Sperry Vision	20
Figura 9. Características do radar Sperry Vision	20
Figura 10. Imagem do radar Terma	21
Figura 11. Características do radar Terma.....	21
Figura 12. Exemplo de instalação de radares	24
Figura 13. Localização dos sistemas RADAR	25
Figura 14. Localização do RADAR1.....	25
Figura 15. Localização do RADAR2 e RADAR3	26
Figura 16. Localização do RADAR4.....	26
Figura 17. Radar marinho convencional otimizado.....	27
Figura 18. Alvos AIS com erros de rumo e posição.....	27
Figura 19. Rede VDES.....	29
Figura 20. Criação de boias virtuais na estação base	29

Figura 21. Exemplo de AToN.....	30
Figura 22. SAAB R60 AtoN Station	30
Figura 23. Câmera AXIS Q6215	31
Figura 24. Câmera AXIS Q6215 [2]	31
Figura 25. Proposta de localização das câmeras	33
Figura 26. Estações meteorológicas de aplicação náutica	34
Figura 27. Elman RTV-1159.....	34
Figura 28. Radio SAILOR VHF7222	36
Figura 29. Distância da posição das antenas a Antonina 20nm, cobertura mínima de um rádio VHF é de 30nm	36
Figura 30. RT-500-M	37
Figura 31. Exemplo de centro de controle VTS	38
Figura 32. Exemplos de distribuição de postos VTS	38
Figura 33. Amplitudes de maré por zonas do porto.....	54
Figura 34. Correntes por zonas do porto.....	55
Figura 35. Conceito do cálculo de Under Keel Clearance.....	56
Figura 36. Exemplo de distribuição de cabos e defesas para melhoria da segurança	57
Figura 37. Conceito do cálculo de Under Keel Clearance [2]	59
Figura 38. Distribuição de radares, câmeras e áreas de cobertura	70
Figura 39. Resultado Annex-VTS-Staffing-Calculation para Portos do Paraná.....	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de VTS IALA dependendo dos alvos.....	16
Tabela 2. IALA, obtenção de alvos dependendo da altura acima do nível do mar	22
Tabela 3. IALA, obtenção de alvos pequenos	22
Tabela 4. Precisão do radar quando se obtém o alvo	23
Tabela 5. Especificações da Câmera AXIS Q6215	32

LISTA DE ABREVIACÕES

SIGLA	DESCRIÇÃO
AIS	Sistemas de identificação automática, sigla em inglês <i>Automatic Identification System</i>
AToN	<i>Aids to Navigation</i>
BITE	<i>Built in Test Equipment</i>
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DPC	Diretoria de Portos e Costas
DSC	Chamada Seletiva Digital, sigla em inglês <i>Digital Selective Calling</i>
DSS	<i>Decision Support System</i>
ECDIs	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>
ERBL	<i>Electronic Range and Bearing Line</i>
IALA	<i>International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities</i>
LRU	<i>Line Replaceable Unit</i>
OJT	<i>On the job training</i>
OMI	Organização Marítima Internacional
PMOS	<i>Port Management Operation System</i>
PortCDM	<i>Port Collaborative Decision Making</i>
RADAR	<i>Radio Detecting and Ranging</i>
RCS	<i>Radar Cross Section</i>
RED	<i>Radio Equipment Directive</i>
ROT	<i>Rate of Turn</i>
RSTP	<i>Real Time Streaming Protocol</i>
VDES	<i>VHF Data Exchange System</i>
VTIS	<i>Vessel Tracking Information System</i>
VTMOS	<i>Vessel Tracking Management Operational System</i>
VTS	<i>Vessel Traffic Service</i>

1. INTRODUÇÃO

O Porto de Paranaguá é um dos principais portos do Brasil. Está localizado na cidade de Paranaguá, no estado brasileiro do Paraná. É o segundo maior porto do Brasil em tonelagem e o terceiro em transporte de contêineres. É também o maior exportador de produtos agrícolas do Brasil, com destaque para soja e farelo de soja, além de grãos, fertilizantes, embalagens, líquidos, automóveis, madeira, papel, sal e açúcar, entre outros. A maior parte das exportações é para os Estados Unidos, China, Japão e Coreia do Sul.

O Porto conta com três canais de acesso: Norte, Sudeste e Central, sendo este último o principal, com 28,5 km de extensão, largura variando de 150m a 200m e profundidade de 12,5m. O Porto de Paranaguá encontra-se em situação crítica no que diz respeito às atividades operacionais nas atracações devido aos intensos processos de sedimentação nesta região, que provocam variações na batimetria. Os sedimentos fazem parte do ciclo hidrológico, e dependendo de sua composição química e características de absorção, podem apresentar alta capacidade de acúmulo de contaminantes orgânicos e inorgânicos. Os tipos de navios que fazem escala regularmente são graneleiros/ *bulk carrier* (45%), navios de contêineres (20%), petroleiros/produtos químicos (16%), carga geral (5%), transportador de carros/ *car carrier* (2%). O comprimento máximo dos barcos registrados para entrar neste porto é de 335 metros. O calado máximo é de 12,5 metros. O peso morto máximo é 181.221 t.

Onde está o Porto?

Paranaguá está localizada na Costa Leste da América do Sul, no Brasil, nas coordenadas S 25° 30' 07.01" – W 048° 30' 43.20". O código UN/Locode oficial para este porto é BRPNG.



Figura 1. Vista de satélite da zona

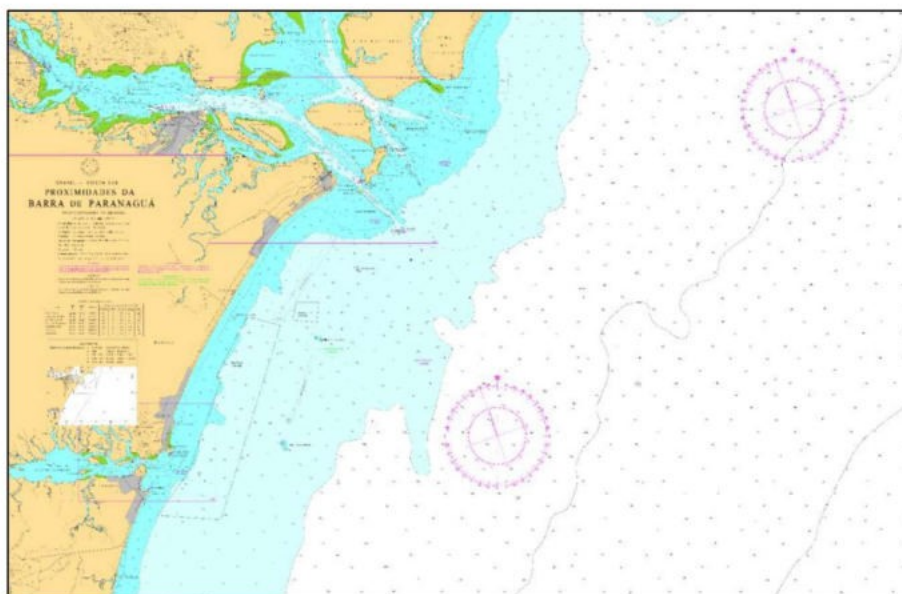


Figura 2. Carta náutica – Proximidades

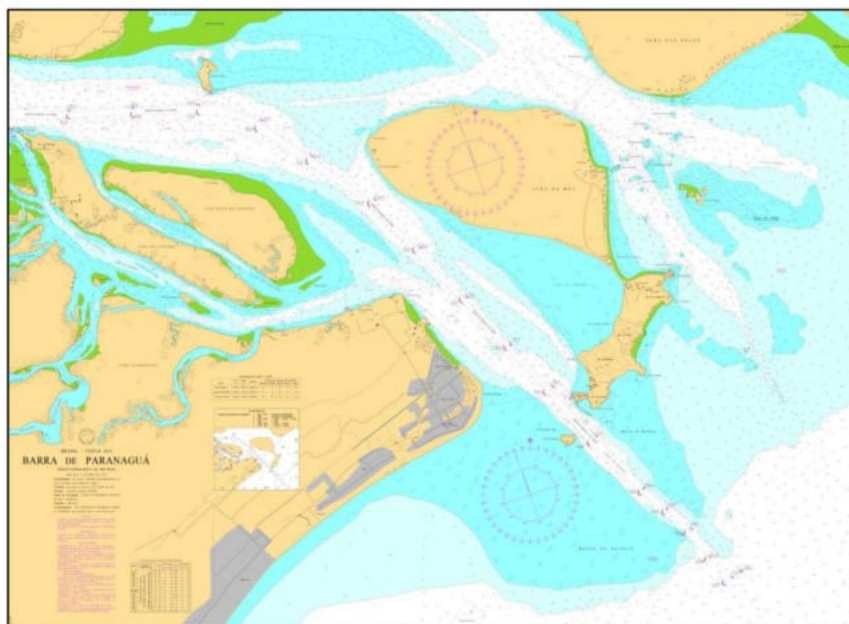


Figura 3. Carta náutica

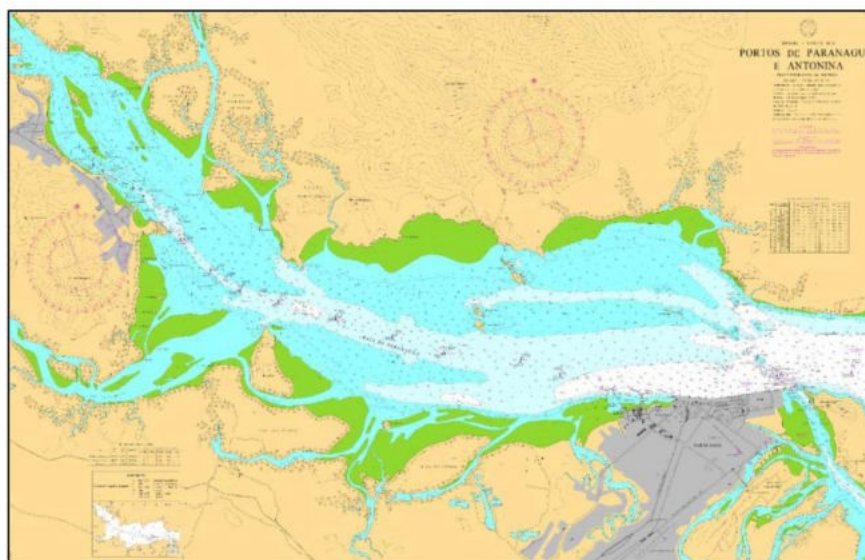


Figura 4. Carta náutica Paranaguá – Antonina

2. NORMATIVA VIGENTE

Uma das ferramentas mais relevantes para aprimorar a segurança da navegação, segundo definição da *International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA), são os serviços *Vessel Traffic Service* (VTS) que, através de uma série de sensores e informações e com o conhecimento do pessoal técnico, prestam serviços padronizados de vigilância, monitoramento e controle do tráfego marítimo, fornecendo, quando apropriado, orientação aos comandantes dos navios para uma navegação segura, especialmente em ambientes congestionados e/ou ambientalmente sensíveis.

Embora o seu objetivo fundamental seja a segurança do tráfego marítimo, sempre levando em conta que a responsabilidade pela navegação corresponde, a todo o momento, ao comandante do navio, o serviço pode também ser entendido como um “hub” de informação. Assim, pode servir para melhorar a segurança da navegação e sua difusão pode ser feita de forma eficiente a partir dos Centros através dos quais são prestados os serviços VTS, podendo integrar informação de ou para operações portuárias. Esses serviços expandidos são conhecidos como VTMS.

Todos estes outros serviços, para além dos estabelecidos pela IALA como serviços VTS, são denominados “serviços aliados”, como a divulgação de informação de interesse para a navegação (que não seja obrigatória como serviço VTS) e sistemas de informação ambiental cuja utilidade pode ser tanto para quem navega, quanto para o gestor do canal de navegação.

Os serviços VTS, como os auxílios à navegação, são mais um passo nas medidas de mitigação de riscos na navegação. Com uma abordagem puramente “safety”, trata-se da utilização de auxílios convencionais na definição de canais e uma ferramenta básica cuja manutenção e melhoria, por exemplo, com o uso de informações AIS, deve ser considerada de forma integral.

Todos os itens acima estão dentro da estratégia nacional para cumprir o que é exigido pela Convenção SOLAS em seu Capítulo V, regras:

4 – Avisos à navegação: WWNWS

9 – Serviços Hidrográficos

10 – Organização do tráfego marítimo

11 – Sistemas de notificação de navios

12 – Sistemas de Tráfego Marítimo

13 – Serviços de auxílio à navegação

19-2.4 – Requisitos de transporte dos Sistemas de Identificação Automática (AIS, sigla em inglês)

Seu cumprimento será verificado através das auditorias da Organização Marítima Internacional (OMI, Resoluções IMSAS A.1067(28) – A.1070(28) – Código III, sob as responsabilidades de:

- PORT STATE – VTS e outros serviços portuários.
- COASTAL STATE - AtoN, incluindo VTS.

Além da regulamentação internacional, deve-se levar em consideração o documento NORMAN-16/DHN (4ª edição, 2021), da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

Com o objetivo de sempre melhorar a segurança da navegação, em ambientes portuários tal melhoria da segurança pode ser uma ferramenta que permita operações portuárias mais seguras e eficientes que, com as informações corretas, sejam capazes de oferecer respostas às novas características do tráfego marítimo, como o aumento da velocidade dos navios e, principalmente nestes ambientes, o aumento da boca e calado das embarcações.

A NORMAM 33 da Diretoria de Portos e Costas (DPC) é o documento de referência para estimar a folga dinâmica abaixo da quilha (*under keel clearance*, UKC).

O controle de tráfego marítimo que será denominado VTS é reconhecido internacionalmente como medida de segurança para a navegação em áreas costeiras e águas interiores, de acordo com a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar 74/78 (SOLAS). Em particular, as disposições do Capítulo V da SOLAS (Segurança da Navegação), Regra 12 fornece Serviços de Tráfego para Navios e Estados, e entre alguns de seus pontos:

“Os Serviços de Tráfego de Embarcações (VTS) contribuem para a segurança da vida humana, eficiência da navegação e proteção ambiental em áreas costeiras adjacentes, bem como instalações em alto mar contra possíveis efeitos adversos do tráfego marítimo”, e

“Os governos podem estabelecer VTS quando, em sua opinião, o volume de tráfego ou o grau de risco justifiquem tais serviços”.

A SOLAS também afirma que os governos contratantes devem planejar e implementar um VTS, sempre que possível, seguindo as diretrizes desenvolvidas pela OMI.

A resolução da OMI A.857(20) descreve os princípios e disposições gerais para a operação de um VTS e embarcações envolvidas; os papéis e responsabilidades dos governos contratantes, autoridades competentes e autoridades VTS; e os requisitos de qualificação e treinamento para operadores de VTS. Especificamente, a Resolução define um Serviço de Tráfego de Embarcações como:

“Um serviço projetado para melhorar a segurança e eficiência do tráfego de navios e proteger o entorno. O serviço deve ter a capacidade de interagir com o tráfego e responder às situações de tráfego que se desenvolvem na área VTS.”

Em síntese, as regulações e recomendações atuais são:

- *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) 1974;*

- IMO Resolution A.857(20) Guidelines for Vessel Traffic Services;
- IALA Standards; e
- Leis nacionais.

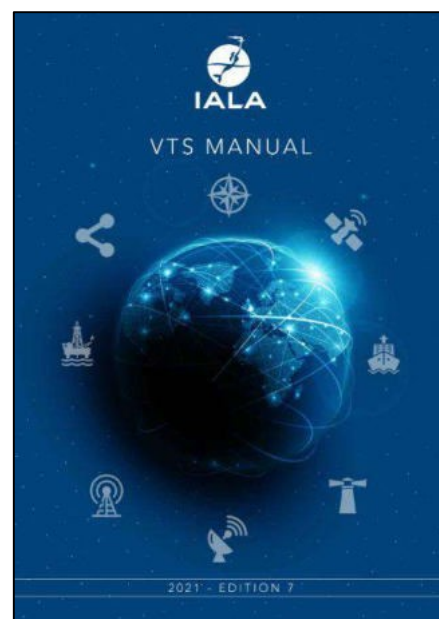
2.1. O QUE É A IALA

A IALA (*International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities*) é uma organização internacional não governamental com propósitos exclusivamente técnicos sem fins lucrativos. Integram a associação três tipos de membros: nacionais (serviços de ajuda à navegação de vários países), associados (centros de pesquisa e consultores) e industriais (fabricantes e distribuidores de equipamentos e serviços).

O órgão máximo da Associação é a Assembleia Geral, cujas reuniões são realizadas em conjunto com as Conferências Internacionais que ocorrem a cada quatro anos.

Para o desenvolvimento dos trabalhos técnicos existem quatro comitês e um fórum:

- Comitê de e-Navegação (e-NAV)
- Comitê de Serviços de Tráfego Marítimo (VTS)
- Comitê de Engenharia (ENG)
- Comitê de Gestão e Requisitos dos Auxílios à Navegação (AMR)



Os membros da Associação que assim o desejem podem participar em todos os comitês e colaborar na realização de estudos e na elaboração de relatórios ou recomendações sobre os diferentes temas que cada um deles tem em seu programa de trabalho.

O termo “Auxílios à Navegação Marítima” referido na Constituição da IALA, deve ser entendido como um dispositivo, sistema ou serviço, externo aos navios, projetado e operado para melhorar a navegação segura e eficiente de embarcações individuais e/ou tráfego de embarcações. Para fins da IALA, esta definição inclui os serviços de tráfego de embarcações.

Qualquer sistema VTS deve usar as recomendações da IALA como base para desenhar o projeto de uma nova instalação VTS. Neste documento serão utilizadas as recomendações da associação, adequando-as às particularidades da área.

3. SISTEMAS DE TRÁFEGO MARÍTIMO – EQUIPAMENTO NECESSÁRIO PARA O VTS

Um VTS é composto por diversos elementos que permitem obter dados de tráfego e condições meteorológicas, com o objetivo de que o operador de tráfego possa tomar decisões operacionais em conjunto com os práticos para antecipar um eventual incidente, obtendo o tempo de reação necessário para resolvê-lo.

Os componentes são:

- Sistemas RADAR
- Sistemas AIS
- Câmeras
- Estações meteorológicas (principalmente anemômetros)
- Equipamentos de comunicação VHF
- *Radio Finder* ou goniômetro
- Software de controle de tráfego

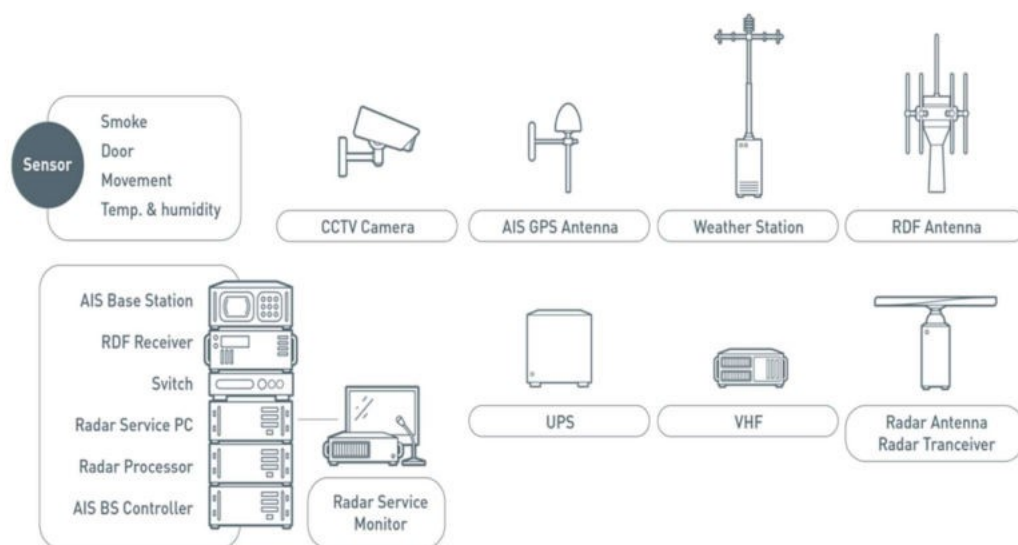


Figura 5. Esquema de componentes habituais de um VTS

3.1. SISTEMAS RADAR

O equipamento mais importante do sistema VTS para detecção de alvos é o **RADAR** (*Radio Detecting And Ranging*). O RADAR é um equipamento passivo que permite a transmissão de pulsos de micro-ondas para localizar alvos e obter, além

de suas informações de posição, dados sobre curso e velocidade. Normalmente são utilizados equipamentos RADAR de banda X, mas dependendo da área, em zonas muito chuvosas ou com dois radares localizados no mesmo ponto, recomenda-se instalar também um RADAR de banda S, visto que esse tipo de equipamento é menos afetado pela chuva.

Existem projetos de VTS para áreas de baixo tráfego ou que abrangem áreas não muito extensas e altamente superdimensionadas e cuja utilização da infraestrutura é limitada a 20% dos sistemas. O superdimensionamento de um projeto é um erro que faz com que a manutenção seja afetada pelo investimento periódico necessário ao longo do tempo, e um número maior de sistemas, principalmente ao ar livre, aumenta o risco de algum componente levar à falha.

Por outro lado, desenhar um projeto com recursos limitados levará a situações perigosas, por exemplo, a interrupção do controle de alvos quando os sistemas RADAR estiverem em manutenção.

Portanto, deve-se desenhar o projeto adequado para cada porto. A IALA faz recomendações, mas cabe aos especialistas informar à autoridade o que é mais conveniente para o referido porto.

Instalar um RADAR de alto custo em um porto não significa que haverá tempo de reação suficiente para evitar uma colisão ou um encalhe. Por outro lado, nas áreas de controle de ancoragem, é importante ter um controle exaustivo e permanente.

Dentro da gama RADAR, a IALA os classifica de acordo com a possibilidade de adquirir diferentes tipos de alvos: BÁSICO (*BASIC*), PADRÃO (*STANDARD*) e AVANÇADO (*ADVANCED*). É importante observar que o software VTS e alguns outros softwares RADAR podem converter um RADAR não IALA em RADAR IALA.

IALA Target Type	Typically Representing	Capability		
		Basic	Standard	Advanced
1	Aids to Navigation without radar reflector. Small open boats, fibreglass, wood or rubber with outboard motor and, at least, 4 metres long. Small speedboats, small fishing vessels, small sailing boats and the like.			X
2	In-shore fishing vessels, sailing boats, speedboats and the like.		X	X
3	Aids to Navigation with radar reflector.	X	X	X
4	Small metal ships, fishing vessels, patrol vessels and the like.	X	X	X
5	Coasters and the like.	X	X	X
6	Large coasters, bulk carriers, cargo ships and the like.	X	X	X
7	Container carriers, tankers etc.	X	X	X

Tabela 1. Tipos de VTS IALA dependendo dos alvos

Os sistemas RADAR podem ser encontrados em diferentes tipos, mas para projetos VTS são classificados como convencionais de navios e costeiros/militares:

- Radares para uso costeiro e militar, atendem às recomendações da IALA, com alta precisão de alvo, altos custos de instalação e manutenção corretiva e baixos custos de manutenção preventiva. (Fabricantes como TERMA, ICS e GEM)
- Radares para uso marítimo, também usados para uso costeiro, não atendem totalmente à IALA, baixo custo de instalação e manutenção corretiva e médio custo de manutenção preventiva. (Fabricantes como Furuno, JRC e SPERRY)

Ambos os tipos de RADAR devem cumprir os seguintes requisitos:

- Cobertura simultânea e contínua de todas as condições climáticas de curto a longo alcance com alta sensibilidade e resolução
- Boa resolução para discriminar entre alvos próximos
- As configurações do RADAR devem ser personalizadas para simplificar o desempenho predefinido otimizado para condições climáticas variáveis ou demandas operacionais específicas. Portanto, os perfis permitem que o operador ajuste o modo e o processamento do sistema de forma rápida e confiável. A definição de perfis predefinidos elimina o risco de desalinhamento do sistema de RADAR e reduz a necessidade de o operador adquirir conhecimento detalhado das características do RADAR e seu significado
- O Software para Serviço de PC será fornecido para acesso remoto a cada local de RADAR, bem como para configuração e manutenção do equipamento
- Gerenciamento remoto completo de radares e capacidade de relatar erros e *status* a um operador remoto

Adicionalmente, os sistemas RADAR classificados para controle costeiro IALA ADVANCED devem contar com as seguintes características:

- Processamento automático de vídeo no transceptor de radar, incluindo Diversidade de Tempo e Diversidade de Frequência e supressão automática e adaptável de Ruído do Mar (*Sea Clutter*) sem intervenção do operador durante a operação normal
- Funções BITE (*Built-In Test Equipment*) para cada LRU (*Line Replaceable Unit*)
- Cumprir com os Requisitos de Técnicos de Desempenho da IALA e com PD = 70% (Probabilidade de detecção) e PAF = 10⁻⁶ (Probabilidade de alarme falso)
- O sistema de sensores de radar deve ter um alcance mínimo e detecção de acordo com a "recomendação avançada" Tabela 13, Norma IALA 1111
- Os requisitos de precisão e resolução do sistema radar devem ter "capacidade avançada" de acordo com as Tabelas 15 e 16 da Norma IALA 1111
- A distância dinâmica e a alta resolução são necessárias para discriminar entre alvos próximos, mesmo em situações em que um navio pequeno está próximo de um navio grande. Além disso, a interferência marítima

(*sea clutter*) aumenta com a altura da antena – tanto em magnitude quanto em alcance, e as capacidades dinâmicas do sensor de radar devem ser capazes de lidar com essa situação.

- Probabilidade de detecção versus as distâncias na Tabela 13 da Norma IALA 1111 “recomendação avançada” para todos os tamanhos e alturas de alvos, exceto conforme a lista modificada de Classes de Alvos abaixo:

CLASSES DE ALVOS

- Embarcação pequena, metálica, aberta, com motor de popa e pelo menos duas pessoas a bordo, pequena lancha rápida metálica, pequenos pesqueiros metálicos ou pequenos veleiros metálicos, RCS (*radar cross section*) = 10m², h = 1m;
- Embarcações de pesca costeira, veleiros e lanchas rápidas em movimento, RCS = 3m², h = 2m;
- NAVIO PEQUENO (barcos de pesca costeira, veleiros e lanchas rápidas, equipados refletor radar de boa qualidade), RCS = 10m², h = 3m;
- NAVIO MÉDIO (pequenos barcos metálicos, pesqueiros, barcos de patrulha e outros similares), RCS = 100m², h = 5m;
- NAVIO GRANDE (contêineres, navios-tanque e outros navios similares), RCS = 10.000m², h = 12m;

3.1.1. Tipos de Radar IALA *Standard* sugeridos

Os sistemas RADAR devem ser compatíveis com o Software VTS a ser utilizado, por isso é recomendável consultar o fabricante.

RADAR JRC, JMA-5320-9 (scanner NKE-2252-9)

- 25KW
- 9 feet
- X BAND



Figura 6. Imagem do radar JRC

(1) Dimensions	25kW-7ft: Height 440mm×Swing Circle 2270mm 25kW-9ft: Height 440mm×Swing Circle 2825mm		
(2) Mass	25kW-7ft: Approx. 50 kg 25kW-9ft: Approx. 50 kg		
(3) Polarization	Horizontal Polarization		
(4) Directional Characteristics	Horizontal Beam Width:	1.0° (7ft, -3dB width) 0.8° (9ft, -3dB width)	
	Vertical Beam Width	20° (7/9ft, -3dB width)	
	Sidelobe Level:	Below -26dB (7/9ft, within ±10°) Below -30dB (7/9ft, outside ±10°)	
(5) Revolution	24rpm (7/9ft, Normal)		
(6) Peak Power	25kW ±50%		
(7) Transmitting Frequency	9410 ±30MHz		
(8) Transmitting Tube	Magnetron [M1568B(J)]		
(9) Pulse Width/Repetition Frequency	Short	Middle	Long
	0.125nm	0.07μS/2200Hz	
	0.25nm	0.07μS/2200Hz	
	0.5nm	0.07μS/2200Hz	
	0.75nm	0.07μS/2200Hz	
	1.5nm	0.2μS/2200Hz	0.4μS/1400Hz
	3nm	0.4μS/1400Hz	0.8μS/750Hz
	6nm	0.8μS/750Hz	1.0μS/650Hz
	12nm	0.8μS/750Hz	1.0μS/650Hz
	24nm		1.0μS/650Hz
	48nm		1.0μS/650Hz
	96nm		1.2μS/520Hz
(10) Duplexer	Circulator + Diode Limiter		
(11) Mixer	MIC Front End		
(12) Intermediate Frequency Amplifier	Intermediate Frequency: 60MHz Band Width: 20MHz(0.08μS) 6MHz(0.2μS, 0.4μS) 3MHz(0.8μS, 1μS, 1.2μS) Gain: More than 90dB Amplifying Characteristics: Logarithmic Amplifier		
(13) Overall Noise Figure	6dB(Average)		

Figura 7. Características do radar JRC

RADAR SPERRY VISION MASTER FT X BAND

- 25 KW
- 8 feet
- X BAND



Figura 8. Imagem do radar Sperry Vision

<p>Transmitter Characteristics Magnetron Nominal Peak Power 10kW (Typical 12.5kW) or 25kW Magnetron Frequency 9410MHz</p>		<p>Transceiver Power Supplies Nominal Input AC 92V to 276V RMS at 47-64Hz or DC 21.6V to 32V (10kW only)</p>	
<p>Pulse Length/PRF 0.05µs/1760Hz Nominal 0.25µs/1760Hz Nominal 0.75µs/785Hz Nominal</p>		<p>Power Consumption 10kW TxRx Standard Speed 210W High Speed 330W 25kW TxRx Standard Speed 250W High Speed 370W</p>	
<p>Pulse Generator Solid State with pulse forming network driving a magnetron</p>		<p>Note: All power consumption figures assume maximum antenna size in 100 knot wind.</p>	
Antenna Characteristics			
Antenna Aperture Length	4 ft. (1.2m)	6 ft. (1.8m)	8 ft. (2.4m)
Horizontal beamwidth	2° max	1.3° max	1.0° max
Vertical beamwidth	24° nom	24° nom	24° nom
Sidelobes within 10° (min)	-23dB	-23dB	-23dB
Sidelobes outside 10° (min)	-30dB	-30dB	-30dB
Gain (nominal)	29dB	30dB	31dB
Polarization	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Nominal Rotation Rate	28/45rpm	28/45rpm	28/45rpm
Limiting relative wind speed	100 knots	100 knots	100 knots
Receiver Characteristics			
<p>Logarithmic Low noise front end Automatic or manual Tuning IF centred at 60MHz IF bandwidth 20MHz (Short pulse) nom IF bandwidth 20MHz (Medium pulse) nom IF bandwidth 3MHz (Long pulse) nom Noise factor 5dB nominal</p>			

Figura 9. Características do radar Sperry Vision

3.1.2. Tipos de Radar IALA *Advanced* sugeridos

RADAR TERMA SCANTER 5000

- 50 KW
- 21 feet
- X BAND



Figura 10. Imagem do radar Terma

An optional embedded ET2 tracker offers tracking of fast, agile, and small targets in severe weather conditions and, at the same time, reliably tracks slow moving targets.

- Increased resolution – 3m cell size delivers unsurpassed weather penetration
- Improved Frequency Diversity and Time Diversity for enhanced small target detection
- High immunity against interference
- Transmission power adjustable in sectors – to match desired range and avoid unnecessary radiation of selected areas
- Radar video distribution on LAN
- Extremely high reliability – MTBFC \geq 50,000 hours and very low maintenance costs
- Optional Doppler processing (MTI) for short-range, low-level air surveillance to support Search and Rescue operations

Based on the SCANTER Radar Technology

Terma has developed and manufactured radar systems for more than 60 years and installed +3,000 radar systems worldwide. This experience is valued by coast guards protecting 65% of all coastal shores depending on Terma's sensor technology and appreciated by the largest ports that strive for reliable and economical VTS sensor solutions.

Key Benefits

- 50 W and 350 W peak power Solid State Power Amplifier (SSPA)
- Integrated, agile tracking capability
- Combined Surface and Air Surveillance option
- Low cost of ownership
- Superior performance
- Software defined design – flexible and extensible

Key Figures

Weight	77 kg
h x w x d	990 mm x 497 mm x 305 mm
Type	Solid State power amplifier
Frequency	9.0 GHz to 9.2 and 9.225 to 9.5 GHz
Sector Transmission	up to 16 sectors
Sampling	14 bit IF @ 400 MHz
Dynamic range	>140 dB overall
Noise figure	<2.5 dB
Emitter	50 W and 350 W peak* - 10 W and 70W average (at 20% duty cycle)
Profile settings	16
Min. detection range	30 m
BITE measurements	Fully integrated

*In the 9.0-9.2GHz band 300W peak power

Figura 11. Características do radar Terma

Neste projeto, serão recomendadas duas soluções RADAR que, sem dúvida, devem levar em consideração a localização e a altura da instalação:

Antenna Elevation	IALA Target Type	Basic		Standard		Advanced	
		Clear	Rain 2 mm/hr	Clear	Rain 4 mm/hr	Clear	Rain 10 mm/hr
20 m ASL	1	Nil		Nil		0.02-5 NM SS 0-4	Nil
	2	Nil		0.02-7 NM SS 0-3	0.02-4NM SS 0-3	0.02-7 NM SS 0-5	0.02-6 NM SS 0-5
	3	0.02-7 NM SS 0-3	0.02-4NM SS 0-3	0.02-8 NM SS 0-4	0.02-5NM SS 0-4	0.02-9 NM SS 0-6	0.02-7 NM SS 0-6
	4	0.02-9 NM SS 0-4	0.02-8 NM SS 0-4	0.02-11 NM SS 0-5	0.02-9NM SS 0-5	0.02-12 NM SS 0-7	0.02-10 NM SS 0-7
	5	0.02-12 NM SS 0-5	0.02-10 NM SS 0-5	0.02-13 NM SS 0-6	0.02-11 NM SS 0-6	0.02-14 NM SS 0-8	0.02-13 NM SS 0-8
50 m ASL	1	Nil		Nil		0.05-10 NM SS 0-4	Nil
	2	Nil		0.05-10 NM SS 0-3	0.05-7 NM SS 0-3	0.05-12 NM SS 0-5	0.05-9 NM SS 0-5
	3	0.05-10 NM SS 0-3	0.05-6 NM SS 0-3	0.05-12 NM SS 0-4	0.05-8 NM SS 0-4	0.05-14 NM SS 0-6	0.05-12 NM SS 0-6
	4	0.05-13 NM SS 0-4	0.05-12 NM SS 0-4	0.05-15 NM SS 0-5	0.05-13 NM SS 0-5	0.05-17 NM SS 0-7	0.05-15 NM SS 0-7
	5	0.05-16 NM SS 0-5	0.05-15 NM SS 0-5	0.05-18 NM SS 0-6	0.05-17NM SS 0-6	0.05-20 NM SS 0-8	0.05-18 NM SS 0-8

Tabela 2. IALA, obtenção de alvos dependendo da altura acima do nível do mar

Typical Target Position Accuracies (RMS) for Small Point Targets						
		Basic	Standard		Advanced	
		X-band	S-band	X-band	S-band	X-band
Range (Slant range from radar to trailing edge of return)	Maximum fraction of instrumented range	0.50%	0.20%		0.10%	
	Or absolute value, whichever is the greater [m]	15	10		5	
Azimuth	Maximum angular error (in °)	0.50	1.00	0.35	0.50	0.25
	Or absolute value, whichever is the greater [m]	15	20	10	10	5

Tabela 3. IALA, obtenção de alvos pequenos

Parameter		Receiving data from Basic radar sensor	Receiving data from Standard radar sensor	Receiving data from Advanced radar sensor
Accuracy in track position	Range (relative to sensor location)	The greater of: $\leq 0.5\%$ to 0.75% of range covered by the individual radar $\leq 5\text{m}$ to 10m + selected effective pulse length or half the target extent in range		
	Bearing (relative to sensor location)	$\leq 1^\circ$, X-band radar sensor $\leq 2^\circ$, S-band radar sensor		$\leq 0.5^\circ$
Accuracy of track speed	Speed over Ground (SOG)	≤ 2 knots	≤ 1 knot	≤ 1 knot
	Course over Ground (COG)	$\leq 5^\circ$	$\leq 2^\circ$	$\leq 2^\circ$
Timing	Time from track confirmation to achievement of specified track accuracy	≤ 120 s		

Tabela 4. Precisão do radar quando se obtém o alvo

3.1.3. Localização de RADAR proposta no presente projeto

No projeto atual, são sugeridos quatro sistemas RADAR em duas propostas diferentes, estrategicamente localizados, sempre levando em consideração os seguintes pontos:

- Devem estar pelo menos a 20 metros de altura
- Não devem transmitir à população (na medida do possível)
- Devem ter alimentação elétrica estável e possuir gerador, em caso de perda de energia principal.
- Devem contar com uma conexão de rede estável (evitando, se possível, links de rádio e, se necessário, os mesmos devem estar localizados em outro plano horizontal), preferencialmente fibra ótica ou, na sua falta, uma conexão à Internet com largura de banda adequada para o projeto do link
- Devem ser de fácil acesso em caso de avaria para reduzir os tempos de assistência

PROPOSTA 1

1. **RADAR1:** Radar Convencional Marinho Banda X
2. **RADAR2:** Radar Convencional Marinho Banda X
3. **RADAR3:** Radar Convencional Marinho Banda S
4. **RADAR4:** Radar Convencional Marinho Banda X

Vantagens:

- Custos, os RADAR de aplicação marítima são mais econômicos

- Facilidade em encontrar peças de reposição e técnicos na área
- Instalação simples

Desvantagens:

- Não é um RADAR IALA, embora de acordo com as especificações estaria de acordo com um RADAR IALA *BASIC* e de acordo com o software VTS poderia ser um IALA *STANDARD*.



Figura 12. Exemplo de instalação de radares

PROPOSTA 2

1. **RADAR1:** Radar Convencional Marinho Banda X
2. **RADAR2:** Radar IALA ADVANCED Banda X
3. **RADAR3:** Radar Convencional Marinho Banda S
4. **RADAR4:** Radar Convencional Marinho Banda X

Vantagens:

- RADAR de alta precisão, detecta facilmente botes com menos de 5 metros
- Baixa manutenção preventiva

Desvantagens:

- Aumento nos custos do projeto
- Não é tão fácil encontrar atendimento técnico na área.

O RADAR3 servirá de apoio ao RADAR2 e estará situado no mesmo local.



Figura 13. Localização dos sistemas RADAR

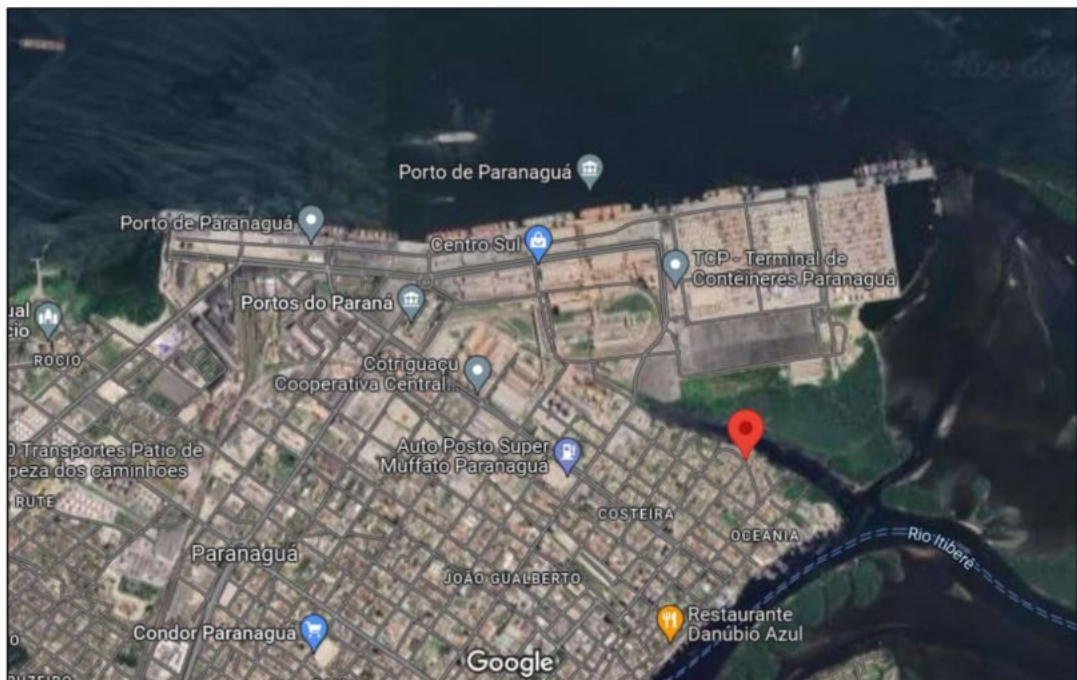


Figura 14. Localização do RADAR1

Em alguma área do TCP, afastado dos guindastes e acima dos mesmos

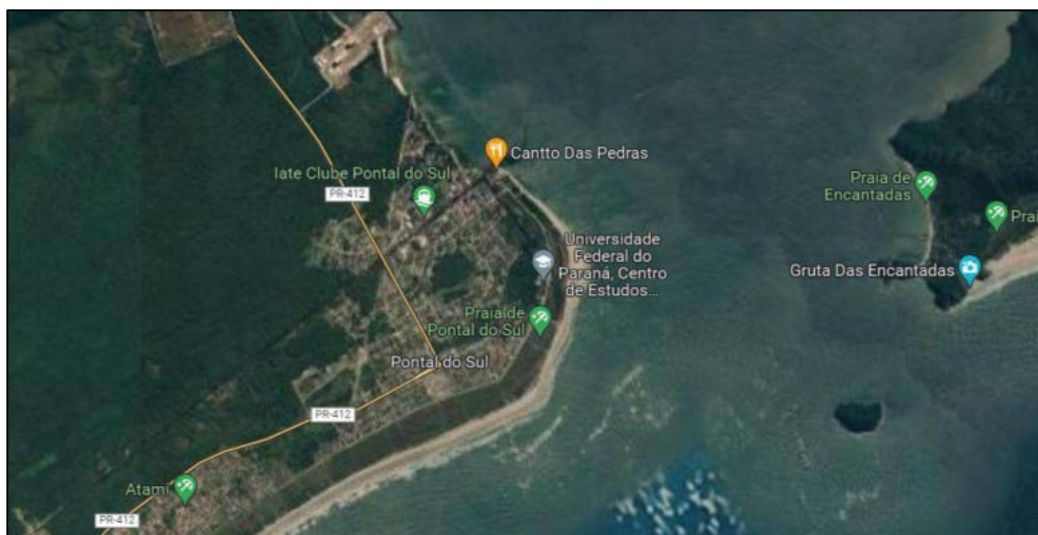


Figura 15. Localização do RADAR2 e RADAR3

Junto ao Centro de Estudos Marítimos, em uma torre de pelo menos 20m, e com 2m como mínimo de separação vertical entre ambos RADAR

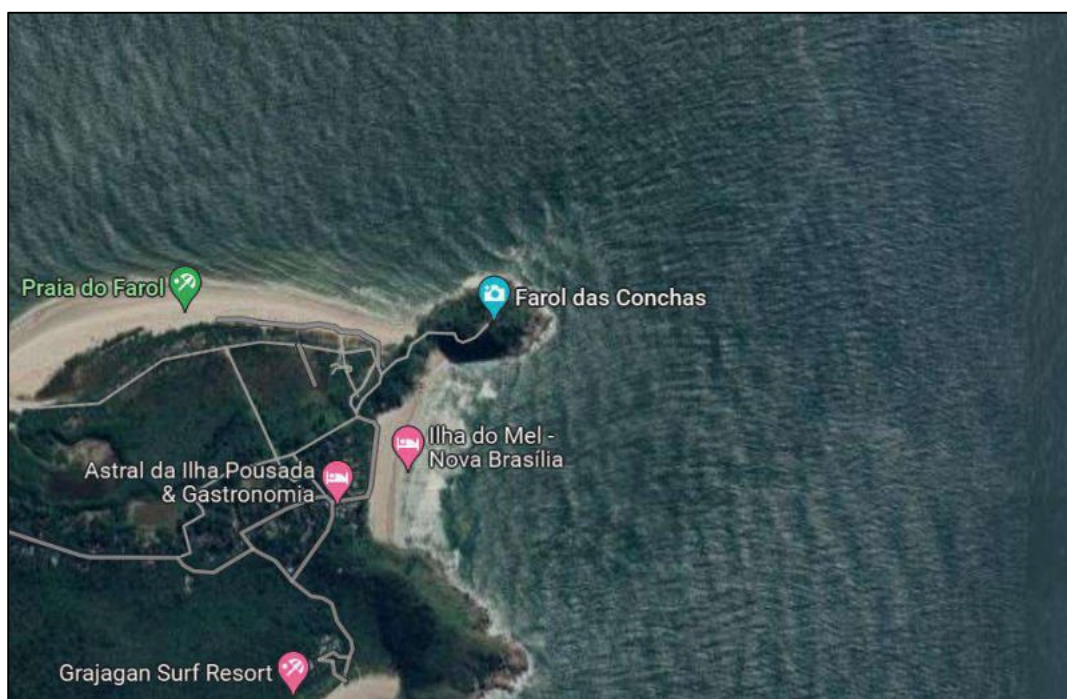


Figura 16. Localização do RADAR4

No Farol das Conchas

Para completar o capítulo sobre RADAR, é relevante mencionar um *software* do fabricante Rutter, denominado SIGMA S6. A tecnologia de radar Sigma S6 reduz o ruído, exibindo a imagem mais clara possível dos radares existentes para permitir que os operadores visualizem completamente o gelo, a posição atual de um derramamento de óleo ou encontrem uma pessoa em perigo. O recurso também melhora o radar usando um radar convencional para obter

resoluções de vídeo próximas ao IALA *Advanced*, sendo usado para detecção de pequenos alvos, mantos de gelo e derramamentos de óleo. O custo desta ferramenta é muito inferior ao de um RADAR IALA *Advanced* e muitos softwares VTS permitem sua incorporação.

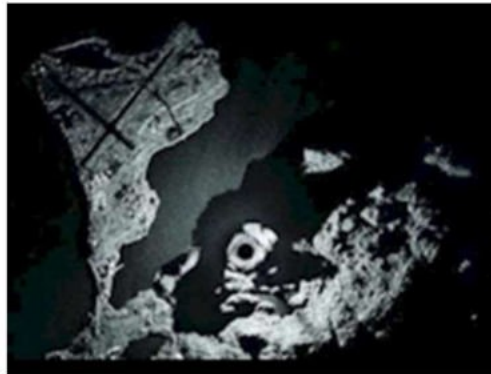


Figura 17. Radar marinho convencional otimizado

3.2. SISTEMA AIS

Outro equipamento que se tornou essencial para o VTS é o sistema **AIS**, sistema de identificação automática (*Automatic Identification System*). Este equipamento fornece informações vindas diretamente dos navios.

O equívoco mais comum dos sistemas VTS é considerar as informações de posição do AIS como precisas. Por padrão, o *standard* AIS indica que o sistema não é preciso e só será confiável quando devidamente configurado a bordo dos navios. De qualquer forma, o equipamento AIS é um sistema de auxílio à navegação.



Figura 18. Alvos AIS com erros de rumo e posição

Podem distinguir-se dois tipos de AIS, A e B. A diferença baseia-se no fato de cumprirem os critérios operacionais para fazer parte do equipamento obrigatório de ajuda à navegação (AIS A) ou se são dispositivos voluntários, como os instalados em barcos de recreio (AIS B).

O AIS fornece dados estáticos (nome, tipo de navio, carga, MMSI, CALL SIGN, entre outros) e dinâmicos (ETA, estado de navegação, *port*, etc.). Esta informação é transmitida dentro de um intervalo de tempo, dependendo da velocidade do alvo e da classe AIS (A ou B). Esse aspecto tem causado inúmeros acidentes nos portos, quando o operador não leva em consideração:

Class A	Anchored / Moored	Every 3 Minutes
Class A	Sailing 0-14 knots	Every 10 Seconds
Class A	Sailing 14-23 knots	Every 6 Seconds
Class A	Sailing 0-14 knots and changing course	Every 3.33 Seconds
Class A	Sailing 14-23 knots and changing course	Every 2 Seconds
Class A	Sailing faster than 23 knots	Every 2 Seconds
Class A	Faster than 23 knots and changing course	Every 2 Seconds
Class B	Stopped or sailing up to 2 knots	Every 3 Minutes
Class B	Sailing faster than 2 knots	Every 30 Seconds

Proposta de equipamento AIS para este projeto:

São propostas duas estações base AIS com o sistema AToN (*Aids to Navigation*) com servidor de horário NTP para sincronizar a hora do sistema, algo essencial para a integração RADAR-AIS.

Regulamento a cumprir:

- Radio Equipment Directive (RED) 2014/53/EU
- VDES-standard ITU-R M.2092-0
- AIS Base Station Standard IEC 62320-1
- Aton Standard IEC 62320-2
- AIS Repeater Standard 62320-3

Além disso, o mesmo deve contar com o novo protocolo VDES (*VHF Data Exchange System*), segunda geração do AIS, utilizado para evitar colisões entre navios e oferece outros sistemas de segurança.

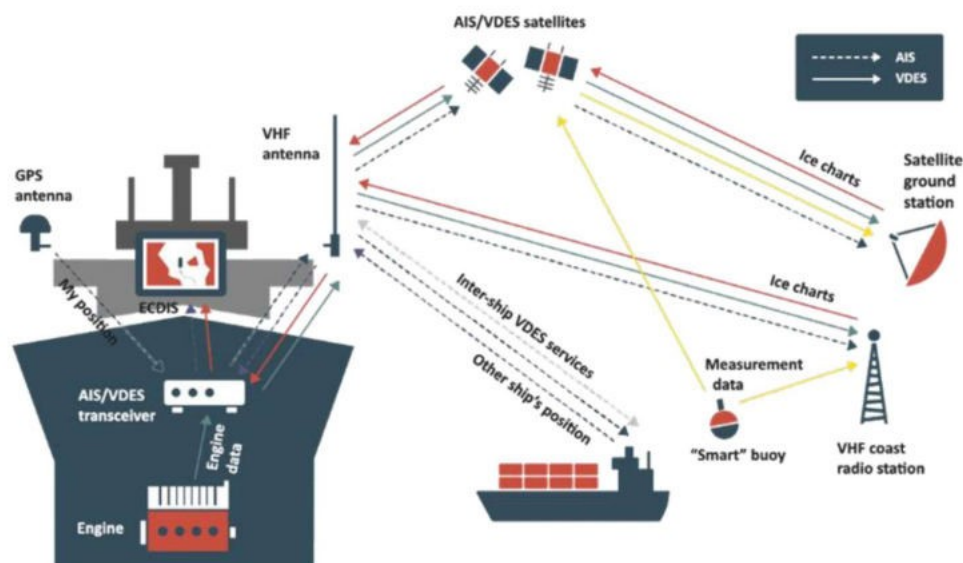


Figura 19. Rede VDES

Esse tipo de estação base, além de receber informação, pode transmitir informações virtuais que apareceriam no sistema de ECDIs (cartas eletrônicas, *electronic chart display and information system*) dos navios.

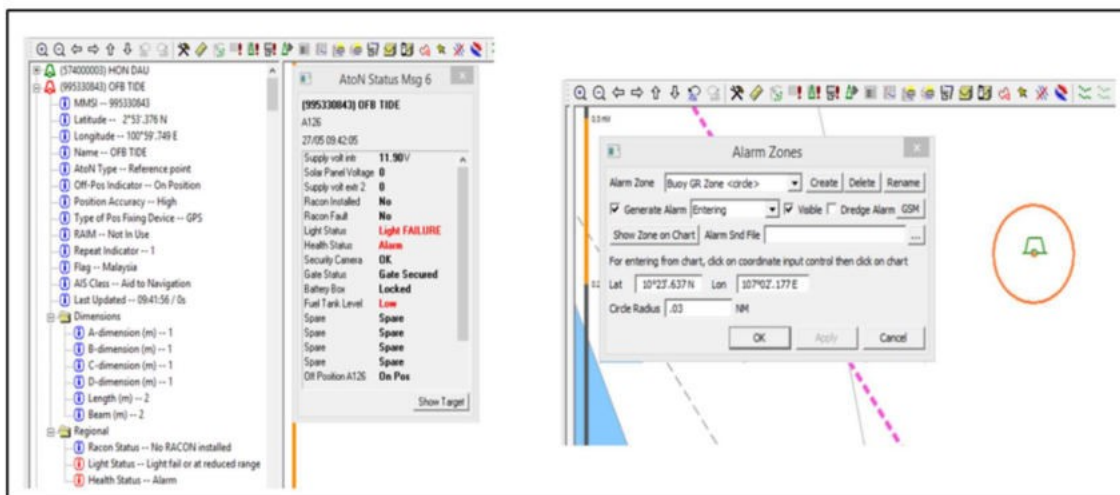


Figura 20. Criação de boias virtuais na estação base

A vantagem deste sistema é que quando a batimetria da área muda ao longo do tempo (algo muito comum em estuários) a mesma pode ser convenientemente sinalizada, como qualquer tipo de perigo ou indicação, para ajudar o capitão a ter maior segurança na operação de entrada ou saída.

Da mesma forma, o novo sistema VDES permitirá enviar o ponto de ancoragem atribuído ao navio, incluindo a rota para chegar a esse ponto.

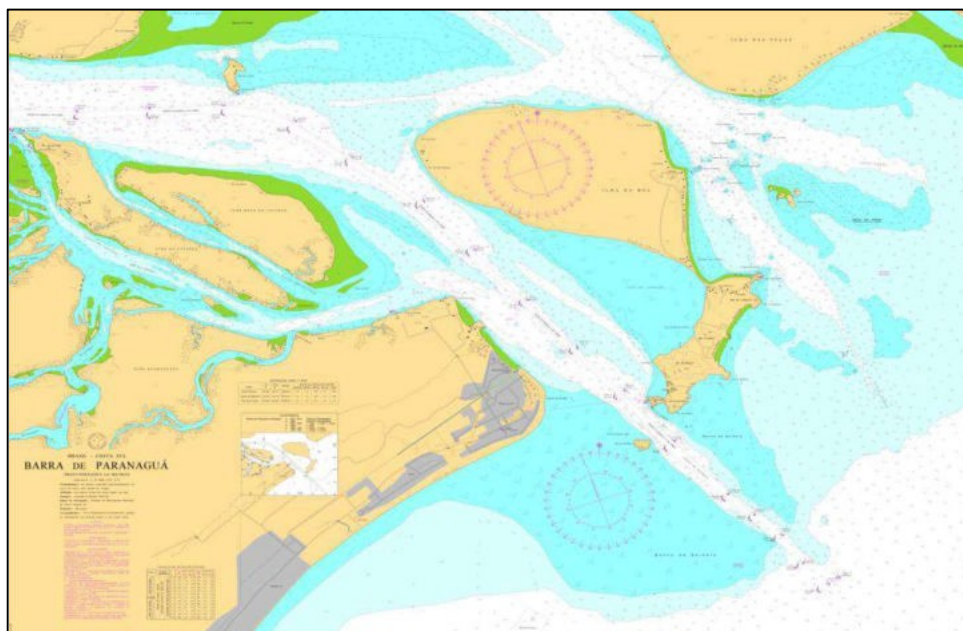


Figura 21. Exemplo de AToN

Equipamento proposto:

- SAAB R60 ATON STATION. Equipamentos de última geração, lançados recentemente no mercado. Permite até 30 AToN, e possui apenas uma unidade transmissora. Recomenda-se duas unidades localizadas no mesmo ponto onde o operador será localizado e configurado de forma redundante.



Figura 22. SAAB R60 AtoN Station

3.3. CCTV

As câmeras usadas para controle de tráfego devem ter rede confiável e robusta, especialmente projetada com movimento horizontal/vertical e zoom de alta precisão e IR de longo alcance para cobrir vigilância de áreas amplas e longas distâncias. Uma câmera resistente deve reconhecer e identificar alvos em grandes áreas abertas, mesmo com pouca luz ou escuridão total, e livre de manutenção. Recomenda-se câmeras com protocolo RSTP (*Real Time Streaming Protocol*) para poder registrar em um banco de dados. Os equipamentos devem contar com uma funcionalidade única: **rastreamento de alvos traçados por RADAR. Ou seja, a câmera se move automaticamente seguindo o alvo.**

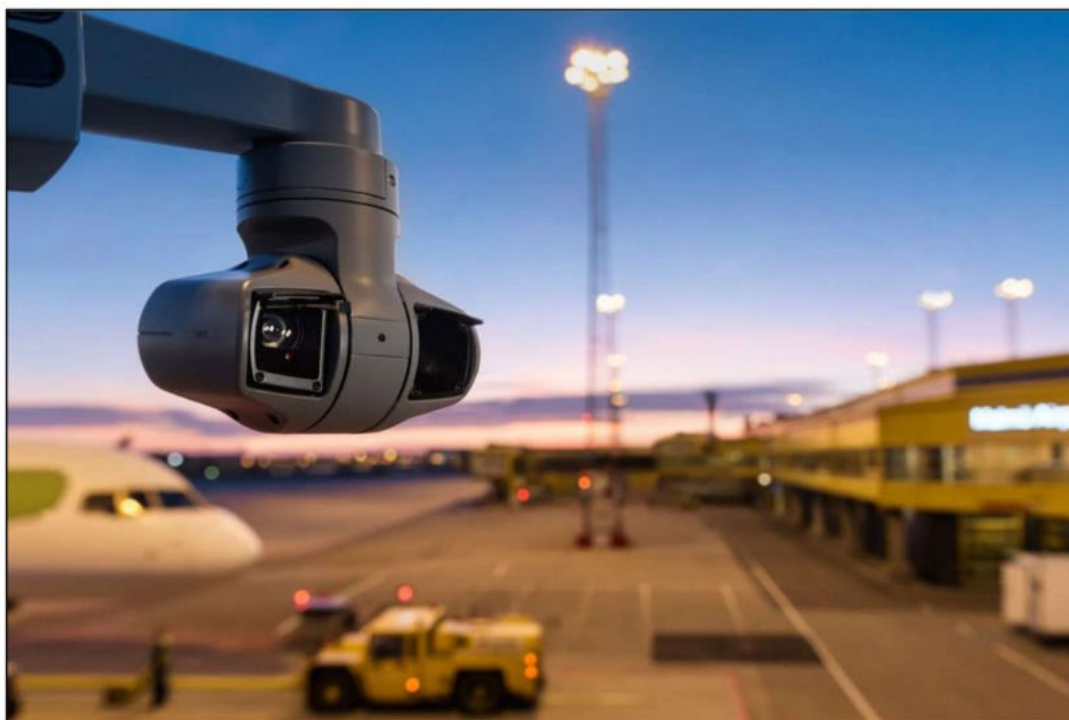


Figura 23. Câmera AXIS Q6215

As câmeras no porto são de altíssima importância, principalmente quando o navio está próximo ao porto. Sugere-se quatro câmeras, duas localizadas na posição de entrada sul, onde estão localizados os RADAR 2 e 3, e duas localizadas na torre RADAR1. Adicionalmente, recomenda-se a instalação de uma câmera no Porto de Antonina.

As duas marcas mais indicadas para integrar com o sistema VTS costumam ser FLIR e AXIS. A AXIS Q6215 é considerada um equipamento com boa relação entre qualidade e custo-benefício.



Figura 24. Câmera AXIS Q6215 [2]

Camera	
Image sensor	1/1.9" progressive scan RGB CMOS
Lens	Zoom lens, 6.7–201 mm, F1.6–5.3 Horizontal field of view: 58.6°–2.2° Vertical field of view: 34.1°–1.2° Autofocus, automatic day/night
Day and night	Automatically removable infrared-cut filter
Minimum illumination	Color: 0.07 lux at 30 IRE F1.6 B/W: 0.008 lux at 30 IRE F1.6, 0 lux with built-in IR illumination Color: 0.1 lux at 50 IRE F1.6 B/W: 0.01 lux at 50 IRE F1.6, 0 lux with built-in IR illumination
Shutter speed	1/30000 s to 1/6 s
Pan/Tilt/Zoom	Pan: 360° endless, 0.05°/s to 150°/s Tilt: -90° to +90°, 0.05°/s to 150°/s Zoom: 30x optical zoom, 21x digital zoom Preset accuracy: 0.10° 256 preset positions, tour recording, guard tour, control queue, orientation aid PTZ
System on chip (SoC)	
Model	ARTPEC-6
Memory	1024 MB RAM, 512 MB Flash
Video	
Video compression	H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC), H.264 Main, High and Baseline Profiles Motion JPEG
Resolution	1920x1080 HDTV 1080p to 320x180
Frame rate	Up to 60/50 fps (60/50 Hz) in all resolutions
Video streaming	Multiple, individually configurable streams in H.264 and Motion JPEG Axis Zipstream technology in H.264 Controllable frame rate and bandwidth VBR/ABR/MBR H.264
Image settings	Saturation, brightness, sharpness, noise reduction, WDR – up to 110 dB depending on scene, white balance, day-night shift priority, exposure mode, manual shutter time, defogging, backlight compensation, highlight compensation, compression, fine tuning of low-light behavior, text and image overlay, privacy masks, electronic image stabilization (EIS) ^a

Tabela 5. Especificações da Câmera AXIS Q6215

Proposta de localizações:

Recomenda-se a instalação de quatro câmeras situadas nos seguintes locais:

- Duas no Porto de Paranaguá
- Uma câmera no Porto de Antonina
- Uma câmera na boca da Entrada Sul (junto aos dois RADAR)



Figura 25. Proposta de localização das câmeras

3.4. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Um aspecto adicional para a segurança da navegação é conhecer a direção e a força do vento. Infelizmente, a topografia da área não fornece dados suficientes para indicar onde instalar os sensores meteorológicos.

O vento é o movimento de uma massa de ar em relação à superfície da terra. A causa desse movimento de massas de ar é a diferença de pressão entre diferentes massas de ar localizadas em distintos lugares da terra. Levando isso em conta, a instalação de um barômetro também é recomendada.

Aconselha-se instalar uma estação meteorológica para cada localização RADAR. No entanto, é relevante ter em mente que, por exemplo, o Vento na Zona de Ancoragem e o vento no Porto de Paranaguá não estão relacionados.

Pode-se recomendar estações meteorológicas sem elementos mecânicos em atrito. A instalação de sensores acústicos de medição de vento de fabricantes como VAISALA ou AIRMAR é altamente recomendada:



Figura 26. Estações meteorológicas de aplicação náutica

3.5. EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÃO VHF

Os equipamentos de comunicação devem ser de aplicação marítima e, portanto, devem ser aprovados pela SOLAS Classe A. A área de cobertura não é muito elevada, e não haverá problemas de cobertura se os equipamentos forem instalados na mesma localização dos operadores, ou seja, na entrada sul ou no Porto de Paranaguá.

O número de rádios a instalar depende do número de canais que devem ser permanentes. Normalmente são três: Canal Rebocadores, Canal dos Práticos e Canal 16. Adicionalmente, será colocado um rádio para deixá-lo em *standby*.

Recomenda-se a instalação de equipamentos de marcas de primeira linha como COBHAM SAILOR, Furuno, JRC. No caso de consoles integrados, recomenda-se equipamento similar ao ELMAN RTV-1159.



Figura 27. Elman RTV-1159

O RTV-1159 oferece recursos de comunicação de dados DSC, *Dual Watch* (receptor de vigilância) e VHF.

- O equipamento foi projetado para ser alojado em um rack padrão de 19" (2 unidades de rack de altura).
- Pode ser alimentado em CA e CC, além de permitir a conexão e carregamento de uma bateria de 12 V.
- O controle remoto pode ser realizado via conectividade RS-232, RS-422 e IP.
- O dispositivo está equipado com a funcionalidade de autodiagnóstico BITE (equipamento de teste integrado).

A localização das antenas deve estar acima ou abaixo do RADAR, e separadas verticalmente (não podem estar no mesmo plano), com exceção para as antenas de Chamada Seletiva Digital (DSC, sigla em inglês).



Figura 28. Radio SAILOR VHF7222



Figura 29. Distância da posição das antenas a Antonina 20nm, cobertura mínima de um rádio VHF é de 30nm

3.6. EQUIPAMENTOS RADIO FINDER

Outro equipamento comum nos portos é o equipamento de radiogoniômetro ou *Radio Finder* que permite saber o atraso de um navio que transmite em canais VHF, e são relevantes para saber quem ocupa o canal.

Recomenda-se o equipamento RT-500-M que opera entre 118 e 470 MHz, incluindo COSPAS-SARSAT (CP-SS) e todas as outras frequências de socorro internacionais V-UHF. A funcionalidade MOB para segurança da tripulação é um recurso padrão. As funções de varredura permitem a criação de uma lista de varredura, rastreamento de todos os 19 canais CP-SS ou escaneamento de várias frequências SAR sequencialmente (CP-SS...121.5...243.0). Além disso, decodifica os dados CP-SS de um sinalizador de emergência e, assim, exibe o ID do sinalizador, sua localização de latitude e longitude, bem como a direção e a distância até a baliza.

O RT-500-M calcula o rumo de um sinal de rádio de entrada com uma precisão de 5° RMS. As interfaces padrão serial, NMEA e Ethernet permitem a integração com sistemas VTS, compartilhando dados de localização e direção DF em tempo real. A instalação do sistema de antenas compacta e leve (AU) não requer cabos RF. Uma distância de 100 m entre a AU e a unidade de controle de tela (DCU) não representa um problema.



Figura 30. RT-500-M

Recomenda-se a instalação na entrada sul, onde estão localizados os dois equipamentos RADAR.

3.7. SOFTWARE DE CONTROLE DE TRÁFEGO MARÍTIMO

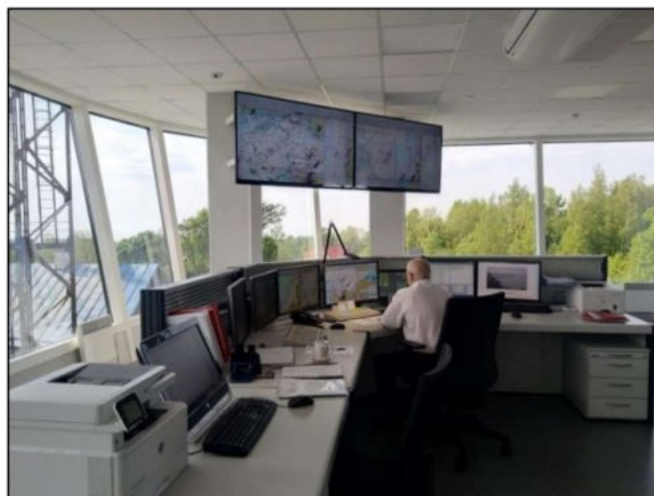


Figura 31. Exemplo de centro de controle VTS

O responsável pela gestão de toda a informação proveniente dos equipamentos mencionados anteriormente é o Software VTS. Em relação a este produto, destacam-se diversos fabricantes como Wartsila, Kongsberg, AIRBUS, entre outros.

Recomenda-se, neste projeto, que haja dois postos, sendo um de operador e outro de supervisor. Cada operador deve contar com pelo menos três telas de 32" e uma de 55", para gerenciar toda a informação proveniente dos sensores, inclusive o CCTV.

Os servidores devem ser redundantes e instalados no centro de operações principais.



Figura 32. Exemplos de distribuição de postos VTS

Um software de controle de tráfego adequado deve contar com os seguintes recursos:

3.7.1. Visão geral da interface do sistema

A interface gráfica do usuário do sistema VTS deve incluir as seguintes funções básicas:

- O operador VTS deve ser capaz de personalizar os botões nas barras de ferramentas:
 - Operações cartográficas;
 - Editor cartográfico;
 - Informação do alvo;
 - Rastreamento do alvo;
 - Previsão/Simulação de alvos;
 - Entrada de dados;
 - Operações do banco de dados;
 - Controle de câmeras de CCTV;
- Múltiplas janelas cartográficas devem ser exibidas nos monitores do operador para permitir a seleção do tamanho, posição e área exibida para cada uma. As tabelas de informação conterão os seguintes dados:
 - Tabela de alvos rastreados;
 - Tabela de alvos tipo boia;
 - Tabela de alvos fixos;
 - Tabela de alarmes de navegação;
 - Tabela de alarmes de hardware;
 - Tabela de Auxílios à Navegação;
 - Tabela de alvos AIS;
 - Tabela de pesquisa de alvos;
- Os painéis de dados devem exibir as seguintes informações de navegação:
 - Painel de dados da posição do cursor em latitude e longitude;
 - Painel de dados do alvo de referência;
 - Painel de dados de rastreamento;
 - Painel de dados CPA/TCPA.
- Um painel de diagnóstico do sistema para diagnóstico online dos principais componentes do sistema e dos sensores conectados.

3.7.2. Janela Cartográfica

Cada operador poderá criar até oito janelas cartográficas independentes. Cada janela cartográfica apresentará, pelo menos, as seguintes funções:

- Cartas de navegação;
- Gráficos do sistema;
- Alvos rastreados;
- Sobreposição de vídeo de radar;
- O operador poderá salvar, fechar, renomear, ampliar qualquer janela cartográfica ou movê-la para um determinado local da área de trabalho.

3.7.3. Cartas de Navegação

O sistema deve ser compatível com os seguintes formatos de carta eletrônica:

- Cartas eletrônicas S-57 (apresentação padrão IHO S-52)

A carta eletrônica incluirá os seguintes objetos:

- Litoral;
- Objetos costeiros;
- Curvas de profundidade;
- Profundidade;
- Boias;
- Faróis;
- Dispositivos de alerta;
- Áreas de precaução;
- Áreas de ancoragem;
- Esquemas de separação de tráfego, etc.

3.7.4. Apresentação dos dados do alvo

O sistema monitorará continuamente todos os vetores de posição dos alvos rastreados e exibirá esses dados na carta eletrônica. O operador contará com as seguintes opções disponíveis para visualizar o alvo:

- Símbolo do alvo selecionado (dot\scalable\bitmap);
- Símbolo do alvo especial para alvos rastreados por AIS, radar ou dados AIS+radar;
- Dados de texto do alvo (ID, direção, velocidade, curso, frequência de envio de relatório AIS) com posição ajustável em relação ao símbolo do alvo;
- Vector do alvo com longitude ajustável;
- Histórico do alvo com seleção de duração, tipo de linha de histórico a ser plotada e marcas temporais (*timestamps*);

- Exibição gráfica de dados AIS (curso, dimensões da embarcação, posição da antena GNSS, ROT (*rate of turn*));
- Silhueta do barco de acordo com as dimensões reais (se disponíveis);
- Possibilidade de atribuir diferentes símbolos de alvo a determinada classe de navios.

3.7.5. Apresentação do vídeo de Radar nas cartas náuticas

O sistema disponibilizará ao operador uma imagem de vídeo de diversos radares nas cartas eletrônicas. O operador poderá escolher as seguintes opções para exibir a referida imagem:

- Possibilidade de selecionar exibição de vídeo de radar transparente com nível de densidade selecionável (25% - 100%)
- Exibição de brilho de vídeo de radar com desvanecimento de cores. Longitude de pós-brilho ajustado (de 0 a 400 varreduras ou ilimitado)
- Destaque de alvos persistentes para melhorar a visibilidade de ecos a partir dos alvos pequenos
- Apresentação de vídeo de vários radares exibidos no modo de sobreposição ou mosaico
- Supressão de eco de radar costeiro (mascarar a zona de vídeo)
- Possibilidade de alterar as cores da exibição de vídeo do radar padrão

3.7.6. Tabelas de Informação

As tabelas de informações mostrarão os dados em branco do sistema. Todas as tabelas serão ajustadas de acordo com o tamanho, quantidade e largura das colunas. O operador poderá escolher a coluna para classificar os dados na ordem que preferir. As tabelas podem ser alteradas para o modo “*Always on Top*” (sempre no topo) e impressas.

Tabela de Alvos

A tabela de alvos conterá os dados dos alvos adquiridos pelo sistema (manualmente pelo operador, ou automaticamente). O operador poderá localizar um alvo em uma tabela usando um painel de pesquisa especial.

Tabela de Alvos AIS

A tabela de alvos AIS conterá todos os alvos AIS na área de cobertura do sistema (incluindo aeronaves SAR), mesmo que não tenham sido adquiridos. O operador poderá localizar um alvo usando o painel de pesquisa especial.

Tabela de Alvos Tipo Boia

A tabela Alvos Tipo Boia contém informações sobre boias rastreadas por radar com distância de deriva da localização inicial.

Tabela de Alvos Fixos

A tabela Alvos Fixos contém informações sobre alvos fixos detectados pelo radar. Esses dados podem ser usados para procedimentos de calibração do radar.

Tabela de Auxílios à Navegação

A tabela Auxílios à Navegação contém informações sobre Auxílios à Navegação equipados com AIS na área de cobertura.

Tabelas de Alarmes de Navegação

A tabela Alarmes de Navegação armazenará uma lista de todos os alarmes de navegação gerados pelo sistema com base nas configurações anteriores feitas pelo usuário.

Tabela de Alarmes de Hardware

A tabela Alarmes de Hardware armazenará uma lista de alarmes de sensores.

Tabela de Busca de Alvos

O operador poderá determinar um ou mais critérios para buscar por um alvo. Os alvos que atendem a esses critérios serão adicionados a essa tabela. O operador poderá ativar o modo de Realce Contínuo para esses alvos.

3.7.7. Operações Cartográficas Básicas

As seguintes operações cartográficas serão executadas em uma Janela Cartográfica:

- Um conjunto de cartas autorizadas será exibido em cada janela cartográfica separadamente (upload/download via ferramentas do operador)
- Um conjunto de camadas de gráfico definido pelo usuário caberá em cada janela cartográfica separadamente
- Adaptação uniforme de escalas, *offset* arbitrário e alinhamento de cartas eletrônicas (60 escalas selecionáveis de 1:1000 a 1:1000000000)
- Rotação de exibição da carta
- Desfazer, por etapas, modificações anteriores nas escalas, descentralização, etc.
- Zoom rápido de qualquer área selecionada
- Zoom instantâneo com a capacidade de ajustar a taxa de ampliação e o tamanho da área de ampliação
- Zoom constante de uma determinada área ou embarcação (com função “*follow*”) em uma janela ajustável separada
- Janela de Visão Geral para navegação rápida dentro da área de responsabilidade

- O operador poderá escolher entre quatro paletas diferentes (Dia, Crepúsculo, Anoitecer e Noite), dependendo das condições de iluminação do recinto. Essas paletas incluirão as cores dos objetos nas Janelas Cartográficas, alvos, vídeo de radar, textos nas tabelas e fundo
- O sistema permitirá ao operador escolher um número ilimitado de pontos de referência predefinidos ou selecionar qualquer posição geográfica como ponto de referência usando a ferramenta correspondente. Todos os alvos no sistema serão referenciados com marcação e distância para um ponto de referência definido
- Visualização da grade de coordenadas
- Visualização de anéis de distância centrados em um ponto de referência definido pelo operador
- *Electronic Range and Bearing Line* (ERBL). O operador poderá escolher os diferentes modos ERBL: ferramentas auxiliares flutuantes e fixas, diferentes unidades de medição, unidades de medição de escala variável (a unidade depende da distância de medição). *Electronic Range and Bearing Line* (ERBL). O operador poderá escolher os diferentes modos ERBL: ferramentas auxiliares flutuantes e fixas, diferentes unidades de medição, unidades de medição de escala variável (a unidade depende da distância de medição)
- Visualização de informação sobre qualquer objeto cartográfico
- Impressão de qualquer Janela Cartográfica ou tabela informativa
- Seleção de diferentes unidades de medida (metros, cabos, Km, pés, jardas, nós, Km/h, m/seg., etc.)
- Seleção de diferentes formatos de data/hora

3.7.8. Operações Sobre Alvos

Modos de Rastreamento de Alvos:

O sistema terá quatro modos de rastreamento de alvos: livre, em curso, ancorado e amarrado.

- Modo Livre: modo de rastreamento padrão atribuído a todos os alvos adquiridos pelo sistema
- Modo Ancorado: modo atribuído a um alvo ancorado, no qual o sistema monitora a posição do alvo e a área de ancoragem, gerando alarmes caso a embarcação esteja arrastando. Este modo será atribuído manualmente pelo operador ou automaticamente pelo AIS.
- Modo Amarrado: modo atribuído a um alvo amarrado, que permitirá ao operador planejar as operações de amarração. O alvo será ancorado em berços pré-determinados. Este modo será atribuído manualmente pelo operador ou automaticamente a partir do status AIS (neste caso o sistema escolherá o berço mais próximo da posição do alvo)
- Modo Em Curso: modo atribuído ao alvo em movimento em um curso pré-determinado.

Os cursos serão criados no sistema dentro dos seguintes parâmetros:

- O alvo será atribuído a um curso manualmente (pelo operador) ou automaticamente (função *Auto Track*).

O sistema incluirá as seguintes funções para os alvos na pista:

- Cálculo XTE e DTE para todos alvos em curso e geração de alarmes se XTE ou DTE estiverem fora dos limites predefinidos
- Monitoramento do curso e velocidade do alvo e geração de alarmes caso os parâmetros estabelecidos não sejam atendidos
- Visualização do cronograma ETA dos alvos para todos os pontos de referência do curso
- Visualização do cronograma ETA do ponto de referência do curso para todos os alvos em movimento

3.7.9. Administração de Dados AIS

Serão utilizadas as seguintes funções:

- Visualização dos alvos AIS Classe A e Classe B
- Auto identificação do alvo com dados AIS
- Integração de dados de alvo AIS e radar com possibilidade de escolha da fonte a utilizar para rastreamento (AIS, radar ou AIS+radar)
- Visualização de informações estáticas da embarcação recebidas da fonte AIS
- Consultas, recepção, processamento e exibição manual de dados estáticos estendidos AIS enviados usando Mensagens Binárias:
 - Número de pessoas a bordo;
 - Informação sobre cargas perigosas;
 - Calado aéreo.
- Auto identificação de dados AIS com registro no banco de dados VTS
- Envio/Recepção de mensagens de segurança e mensagens de texto AIS
- Mudança automática do modo de rastreamento de alvo (livre, ancorado, amarrado) com base nas informações AIS
- Alteração automática do status de carga perigosa a partir dos dados AIS
- Exibição de aeronaves de busca e salvamento com símbolos especiais
- Exibição de objetos de auxílio à navegação com símbolos especiais

3.7.10. Módulo de Suporte Ativo à Decisão

O Sistema VTS deve possuir um módulo de Suporte Ativo à Decisão.

O módulo de decisão deve melhorar o estado de alerta do operador sobre a situação na área de responsabilidade, minimizando o número de falsos alertas e o efeito do fator humano durante a tomada de decisão em uma situação anterior ao alarme. O sistema deve ser baseado em métodos de *machine learning*.

O módulo ativo de apoio à decisão será integrado ao software VTS.

O módulo de suporte a ativos de decisão deve fornecer aos operadores:

- Previsão da rota (trajeto futuro) das embarcações com base nas informações estatísticas compiladas pelo VTS sobre o tráfego e nos modelos hidrodinâmicos das embarcações. O tempo de previsão de rastreamento futuro da embarcação deve estar disponível para ser configurado em até 30 minutos.
- Cálculo dos domínios de segurança individuais para cada embarcação com base no modelo hidrodinâmico, dimensões e velocidade da embarcação e sua exibição na janela de carta náutica eletrônica. Capacidade de configurar coeficientes para o cálculo de domínios em diferentes áreas geográficas.
- Cálculo dos seguintes alarmes com base no trajeto futuro previsto de cada embarcação, domínios de segurança calculados individualmente em torno de cada embarcação, dados de cartas náuticas e outras fontes de informação:
 - Colisão de navios;
 - Encalhes;
 - Aproximação de uma zona de guarda.
- Planejamento de manobras para evitar colisões com base nas regras COLREG pré-programadas e na previsão do curso futuro da embarcação:
 - A manobra sugerida para evitar colisões das embarcações deve ser apresentada na janela de carta náutica
 - Deve estar disponível para receber informações aprimoradas sobre a manobra sugerida
- Lista, passo a passo, de rotas e mudanças de velocidade sugeridas para a embarcação;
- As prioridades e regras do COLREG aplicadas à situação de colisão
 - O operador deve poder solicitar outra manobra para a embarcação;
 - O operador deve ser capaz de aceitar a manobra sugerida e monitorar continuamente como a embarcação realiza a manobra.
- Deve estar disponível para desativar a funcionalidade de suporte ativo à decisão para áreas geográficas específicas.

3.7.11. Alarmes do Sistema

Alarmes de Navegação

- Todos os alarmes ativos aparecerão na tabela de alarmes de navegação e terão um som perceptível.
- Os alvos com alarme serão indicados na Janela da Carta e na tabela de alvos com uma cor especial.
- O operador deve tomar conhecimento de cada alarme para desligar o som de alerta.
- Critérios, som e prioridade podem ser alterados para cada tipo de alarme.

- Haverá quatro níveis de alarmes.
- O som do alarme será selecionado entre 3 sons predefinidos. Também será possível agregar arquivos de som adicionais no formato padrão .wav.
- As configurações de alarme individuais podem ser adicionadas a qualquer alvo ou grupo de alvos.
- Para evitar alarmes desnecessários, como os relacionados aos rebocadores portuários, embarcações de práticos e outras embarcações de serviço, o operador pode atribuir a esses tipos de alvos o status “Navio de serviço”.

A seguinte relação de alarmes deve estar disponível no sistema:

Alarmes Padrão:

- CPA/TCPA perigoso (envolvendo dois alvos);
- Violação de domínio de segurança, perigo (no modo livre);
- Perda de sensor;
- Alvo adquirido;
- Alvo perdido;
- MMSI duplicado;
- Alvo em perigo de colisão com boia;
- Alvo adquirido não identificado;
- Proximidade entre alvos;
- Alarmes para alvos na rota atribuída
- Fora do eixo da via;
- Fora da rota, distância perigosa;
- Risco de colisão, encontro em rota;
- Risco de colisão, encontro em ponto de queda;
- Risco de colisão, alcance em rota;
- Encalhe em rota;
- Trajetória fora de rota;
- Violação do limite de velocidade no percurso;
- Saindo ou entrando em rota;
- Aproximando-se do ponto de queda;
- Encontro em um setor de não cruzamento;
- Alcance em um setor de não cruzamento.

Alarmes para alvos atracados:

- Arraste da âncora;

- Violação da área de ancoragem;
- Alarmes para alvos amarrados.
- Navio liberando berço;
- Alarmes para alvos AIS;
- Baixa precisão de posição;
- Alteração no estado de navegação;
- Mudança no modo de *tracking*;
- Recepção de mensagem AIS (mensagem de segurança);
- Recepção de mensagem AIS (mensagem binária).

Alarmes para boias, AtoN e alvos fixos:

- Boia fora de posição;
- Boia perdida;
- Alvo fixo, deriva perigosa;
- Alvo fixo fora de posição;
- AtoN fora de posição;
- Baixa precisão de posição da boia;
- Alarmes da Zona de Tráfego:
- Entrando da zona;
- Saindo da zona;
- Limite de velocidade;
- Alvo reduzindo a velocidade;
- Alvo aumentando a velocidade;
- Ancoragem suspeita;
- Rumo restrito;
- Violação do horário de trânsito;
- O número de alvos em uma determinada zona foi excedido;
- Mudança de rumo repentina.

Alarmes da Zona de Guarda:

- Alvo se aproximando do limite de uma zona de vigilância por fora;
- Alvo se aproximando do limite de uma zona de vigilância por dentro;
- Entrando na zona de vigilância;
- Saindo da zona de vigilância;
- Permanência na zona de vigilância;

- Alvo cruzando uma linha de envio de relatórios;;
- Proximidade;
- Dados AIS dinâmicos perdidos;
- *Transponder* AIS desligado;
- Dados AIS dinâmicos instáveis.

4. SERVIÇOS DE AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

Sem que haja prejuízo de outros possíveis “serviços aliados” que venham a ser desenvolvidos e sistemas de informação ambiental e oceânica-meteorológica existentes (por exemplo, boias ODAS à entrada do canal), cuja integração seria desejável e tendo em conta o indicado na NORMAN -26, Anexo D sobre sensores ambientais na medida em que sejam de interesse para navegação e informações AIS-AtoN, este documento avaliará inicialmente os sistemas mínimos a serem considerados para auxiliar os serviços VTS. Também será avaliada a possível melhoria da sinalização marítima convencional existente.

Além dos “serviços aliados” mencionados anteriormente, a segurança da navegação proporcionada por um serviço VTS pode ser melhorada dinamicamente na área náutica com o conhecimento do UKC, permitindo que navios de maior calado entrem no porto em condições seguras, o que geraria uma operação portuária mais eficiente.

4.1. AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO E SISTEMAS DE POSICIONAMENTO

4.1.1. Balizamento do Canal

Em frente ao par de boias 1-2 está o ponto de embarque dos práticos. Propõe-se a instalação de uma boia de marca d'água navegável neste ponto, para atuar como ponto de espera de práctico. Seu alcance nominal deve ser de 7 metros, embora por ser uma boia e haver limitações de consumo, possa ser reduzido para 5 metros.

Esta boia deve ser instrumentada com sensores de corrente, vento e ondas, bem como temperatura do ar e da água, pressão atmosférica, além de outros sensores clássicos para avaliação da qualidade da água (oxigênio dissolvido, salinidade, turbidez, etc.; ver CONAMA-357).

Essas informações, em tempo real, seriam transmitidas ao Centro de Serviços VTS para sua integração e difusão através, entre outros meios possíveis, da mensagem #8 AIS (NORMAN-26, Anexo D). A partir disso, a Central VTS ou no ponto que a cobertura indicar como ótima (com rede elétrica e acesso à Internet) deve contar com uma estação base AIS (AIS-SBS) com capacidade para transmitir esse tipo de mensagem binária. Embora as mensagens binárias não tenham um padrão estabelecido, para facilitar sua recepção pelos navegadores, seria utilizado o protocolo desenvolvido pela Organização Meteorológica Mundial.

Não é recomendada instalação do racon no ponto de espera de prático, sendo mais apropriado equipá-lo com um dispositivo AIS-AtoN real, para monitoramento da luz e sua posição.

Entendendo que haverá razões para estabelecer os ritmos das boias do canal da Galheta e embora uma certa sequência de ritmos possa ser observada dependendo do avanço pelo canal, considera-se mais de acordo com as recomendações da IALA estabelecer uma sequência de ritmos de sinalizadores isolados (Lp) um grupo de sinalizadores Lp (4), deixando os ritmos rápidos para marcas pontuais ou quando não for possível manter essa sequência, sendo altamente recomendável estabelecer sincronização entre as boias que sinalizam “portas”.

A separação dos pares de boias deve ser tal que com o alcance da luz os próximos dois pares possam ser vistos (caso um deles esteja apagado) e durante o dia seja suficiente ver o próximo. Isso implica que a geometria, a marca diurna da boia, tenha o dimensionamento que permita essa condição. No momento da elaboração deste documento não existe informação disponível sobre o tipo e geometria das boias, de forma que não se pode avaliar o cumprimento destas normas de boas práticas no balizamento.

Este aspecto é mais relevante em espaços como entre os pares de boias 7-8 e 10-11, embora a existência do farol de Ponta Galheta, equipado com racon, e a profundidade da área, possam permitir uma navegação segura neste trecho.

Entre os pares 21-22 e 23-24 há uma mudança no alinhamento do canal. A área tem profundidade suficiente e é livre de obstáculos, além de contar com a baliza da ilha das Cobras, na qual se sugere a instalação de um racon, para facilitar a identificação de atrasos na mudança de alinhamento e evitar a saída do canal.

Devido ao layout do canal, não parece ser necessário instalar linhas de posição, o que, por outro lado, seria difícil de estabelecer. No entanto, seria apropriado gerar “pontos virtuais” AIS na área da mudança de alinhamento, para que o navegador possa segui-los como um “caminho”.

Com o par de boias 27-28 chega-se ao Porto de Paranaguá, mas primeiro é preciso atravessar uma área “suja” no cruzamento com o Canal da Cotinga. O canal principal segue em direção a Antonina pelas boias 28A-29 e 30-31, enquanto uma série de boias cardeais sinalizam o acesso ao Canal da Cotinga. Esta área possui um número significativo de boias laterais e cardeais de diferentes setores, mas a proliferação de flashes brancos pode causar confusão na navegação. Sugere-se a instalação de AIS-AtoN reais nessas boias, já que em caso de deslocamento podem induzir o navegador ao erro.

Passada a área descrita acima, o canal segue paralelo ao terminal TECON, sendo limitado ao norte pelo sinal 33, marca lateral de estibordo. A utilização de luzes fixas não é recomendada pela IALA, pelo que se propõe a alteração dos sinais fixos amarelos dos terminais TGPA e Píer de Inflamáveis para marcações laterais de bombordo, sincronizadas em cada terminal.

O canal continua com ligeira mudança de alinhamento ao norte (Antonina) no baixo de Paranaguá, com calados mais rasos da ordem de 9-10m. para o terminal da Ponta do Félix, onde voltam a existir luzes fixas que devem ser substituídas por balizas de bombordo.

A montante, embora existam algumas instalações portuárias, algumas de determinada entidade, não existe um canal definido como tal, apenas algumas boias cegas, equipadas com um refletor passivo de radar, marcam alguns baixios perigosos. O calado nesta área é da ordem de 2-3m, com uma área rasa em frente às ruínas de Antonina. Com este tipo de sinalização entende-se que a navegação só é possível durante o dia. A definição de pontos AIS virtuais a montante da Ponta da Pita seria útil para rastrear eletronicamente o acesso à parte norte de Antonina.

Como complemento ao balizamento existente, é proposta a instalação AIS-AtoN real nas boias mais críticas do canal, por exemplo: Acesso-Paranaguá: boias 1, 2, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 28A, 29, 30, 31, 33. Entre Paranaguá e Antonina: boias 1, 2, 3, 6, 7A, 8A, 9A, 11A, 15, 16 e 19.

Sobre as boias não se recomenda marcá-las com AIS-AtoN sintético, pois pode haver disparidade na posição real e aquela transmitida (fixa) da estação base AIS.

No projeto final deve-se levar em consideração a capacidade do sistema de alimentação ou sua modificação, se possível, para adaptá-lo ao novo consumo dessas boias.

4.1.2. Sistemas de Posicionamento

Com a orientação para a imagem do tráfego real no canal e sua aproximação, é imprescindível contar com um posicionamento preciso.

A imagem de radar fornece uma posição cuja precisão às vezes não é suficiente para navegação em canais como este. Por outro lado, o sinal AIS gerado no navio inclui a posição da embarcação, mais precisamente da antena GPS instalada no navio (a fonte de posição GPS que é injetada no AIS do navio deve ser claramente identificada e deve ser a mesma que no ECDIS).

Deve-se levar em consideração que o sinal AIS não conta com marca temporal, portanto, o sistema de recepção de sinal (Centro de Serviços VTS, por exemplo) deve se encarregar de datar cada frame de informação, pois um posicionamento preciso com falhas de tempo não seria útil.

O sinal GPS que é injetado no sistema AIS pode receber um sinal GPS padrão ou um sinal diferencial GPS (DGPS) de precisão. Neste caso, o posicionamento preciso ajuda significativamente na gestão do tráfego marítimo, pelo que é desejável contar com este serviço na área e esperar que os navios tenham receptores automáticos que acionem o sinal diferencial quando entram nas áreas de cobertura.

As coberturas costeiras do sinal DGPS são geradas a partir de estações costeiras (geralmente antigas balizas de rádio) que transmitem correções de código no formato RTCM que o usuário aplica ao seu receptor para obter uma posição precisa. Este sinal é transmitido na banda de 300 KHz, dedicada internacionalmente a este serviço. A precisão deste serviço é da ordem de 3m (σ), com uma diluição da precisão da ordem de 2ppm segundo a distância à estação de referência. A Diretoria de Hidrografia e Navegação do Brasil mantém uma rede de estações costeiras para transmitir essas correções (ERDGPS), com a zona de estudo (Paranaguá) entre as estações Santa Marta e Moela.

A DHN também conta com um serviço pela Internet para fornecer correções RTK de alta precisão (correções de código e fase) no formato NTRIP, rede RBMC-IP. O usuário deve ter o algoritmo de decodificação correspondente.

Levando em consideração a padronização, como sistema de comunicação, que representa a tecnologia AIS, propõe-se que as estações base AIS (AIS-SBS) tenham receptores de correção de código ou internet RTK em tempo real e sejam transmitidas através da mensagem #17.

Caso o serviço da DHN para correções diferenciais não esteja disponível, deve ser instalada uma estação de referência para gerar e transmitir as correções por AIS, como meio de transmissão mais adequado.

4.2. SUBSISTEMA AIS

Conforme indicado anteriormente, o sistema AIS fornece um poderoso sistema de comunicação entre estações terrestres e navios, visto que é um elemento padrão e que se pode considerar que quase todos os navios têm a bordo, seja por mandato da IMO ou pela informação e segurança que ele fornece. Apesar disso, deve-se levar em conta que o sinal AIS não é muito robusto e pode sofrer interferências, alterações ou suplantações com meios pouco sofisticados. Portanto, para uma determinada imagem do tráfego, é necessária a coexistência da imagem de radar e da imagem AIS. Embora não estejam mencionados em profundidade neste trecho do relatório, os serviços VTS e o ambiente E-Navigation são elementos suscetíveis a ciberataques, ponto que deve ser considerado sob uma perspectiva transversal no projeto.

Deve haver duas estações base AIS, interligadas, que forneçam informações ao Centro VTS ou aos pontos considerados relevantes (informações via Internet), uma para cobrir a parte do canal Paranaguá-Antonina e outra para cobrir a área a partir fundeadouros em frente ao canal de acesso até Paranaguá. Essas estações devem ser capazes de transmitir mensagens padronizadas IALA, bem como estar preparadas para futuros serviços VDES.

Além de coletar a imagem do tráfego marítimo, as posições reais das boias principais no canal e o status de sua luz (dotadas de AIS-AtoN real), elas seriam usadas para transmitir informações meteorológicas na mensagem #8 e correções diferenciais para precisão de posicionamento com a mensagem #17.

A mensagem #14 é usada para transmitir informações de texto e pode ser muito útil para aplicações de segurança, como por exemplo, lançar uma mensagem quando uma embarcação se aproxima de um determinado ponto a uma velocidade

inadequada ou se aproxima de uma área ou ponto específico. O recurso também pode ser utilizado para transmitir alarmes de sinalização, independentemente dos mecanismos formais aplicados no Brasil, de forma mais imediata e eficaz, destinados aos navios da área.

Entre outras aplicações de gestão, o subsistema AIS pode ser utilizado para estimar a pegada de CO₂, conhecendo a velocidade e o tipo de embarcação, estimando o combustível consumido.

4.3. DADOS AMBIENTAIS EM TEMPO REAL

Serão consideradas, como anteriormente mencionado, a informação ambiental relevante para a gestão da navegação em tempo real, sem prejuízo de que os dados possam (e devam) ser armazenados para estudos estatísticos que melhorem o conhecimento do clima marítimo na área ou sua aplicação a outros empreendimentos, como modelos hidrodinâmicos do ambiente físico e manobras de navios habituais na zona.

Se possível, procurar-se-á a integração dos sistemas de informação ambiental em tempo real existentes, que, pelo menos, como sistema de backup poderá ser útil. Dentro desta seção serão considerados os dados meteorológicos, nível do mar, ondas (somente no novo ponto de espera de práctico), correntes e qualidade da água.

Os pontos de medição serão apresentados como proposta inicial, desde que com melhor conhecimento das estatísticas dos dados (pendentes de recebimento da DHN) e das reais possibilidades de instalação com base nas infraestruturas disponíveis ou possíveis nos locais. Nesta versão inicial, considera-se apenas três pontos de medição, além do novo ponto de espera de práctico, que podem caracterizar suficientemente as condições climáticas marítimas na área de interesse e fornecer informações suficientes aos serviços VTS.

As localizações serão:

- No novo ponto de espera de práctico (clima, correntes, ondas, qualidade da água)
- Na área de acesso ao canal na Barra de Paranaguá, na Ilha da Galheta e/ou Farol Ponta Galheta (clima, correntes, nível do mar, qualidade da água).
- Em Paranaguá, zona do TECON (clima, correntes, nível do mar, qualidade da água).
- Em Antonina zona Ponta do Félix (clima, correntes, nível do mar, qualidade da água).

4.4. METEOROLOGIA

Serão medidos vento (direção e intensidade), temperatura do ar e pressão atmosférica.

A localização deve ser escolhida cautelosamente para que a orografia do local não altere a caracterização do vento, pelo que serão feitos esforços para localizar os sensores em boias no canal, a uma altura de cerca de 2-3m acima de qualquer obstáculo.

A transmissão de dados será feita por rádio para uma estação receptora ou Central VTS. A estação de recepção de dados meteorológicos se comunicará, melhor pela Internet, com a Central VTS.

4.5. ONDAS

Será medido apenas na nova boia de chegara. Na própria boia, o sinal da onda será e serão transmitidos periodicamente, por exemplo, a cada 4 horas valores de altura significativa (H_s), altura máxima (H_m), período médio (T_z) e período ótimo (T_{op} , pico do espectro); a frequência de amostragem será de, no mínimo, 2 pontos por segundo e duração de 20 minutos. Quando a altura significativa exceder um valor predeterminado, o sistema transmitirá continuamente a onda ou os valores característicos a cada 30 minutos.

4.6. NÍVEL DO MAR

O nível do mar na área de estudo é fundamentalmente condicionado pela maré, embora em certas ocasiões a contribuição do rio possa ser muito significativa nos dados do nível do mar. Por esta razão, as previsões de marés podem não ser aplicáveis em tempo real, exigindo nos serviços VTS o conhecimento, em cada momento, do valor do nível do mar para poder avaliar a janela de navegação de acordo com os calados.

A medição pode ser feita com sensores submersos, embora não possam ser apoiados no fundo, a menos que disponham alguma estrutura que garanta sua posição estável e fixa. A melhor opção seria com sensores de radar ou laser, acima da superfície do mar em uma estrutura fixa.

A medição do nível do mar envolve a determinação geodésica da posição do sensor, referente à rede geodésica do Brasil. Nas proximidades do sensor, deve ser estabelecido um “prego” com coordenadas geodésicas para verificar a precisão das medições e avaliar possíveis movimentos do suporte.

Com base nas informações disponíveis, a maré na área é do tipo semi-diurna irregular, com o nível aumentando à medida que o canal avança. Assim, na barra as alturas são da ordem de 1,8m, no porto de Paranaguá são da ordem de 2,4m e em Antonina, Ponta do Félix de 2,8m.

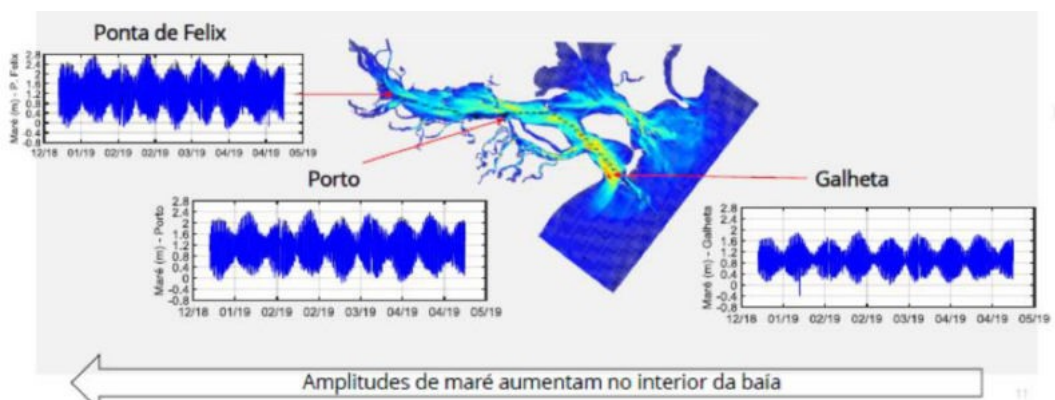


Figura 33. Amplitudes de maré por zonas do porto

4.7. CORRENTES

As fontes consultadas fornecem apenas informações sobre as correntes da barra até o Porto de Paranaguá, em termos de componente de corrente de maré, estando entre valores máximos da ordem de 1,4Knot no primeiro trecho do canal na condição de uma hora antes da maré alta. Os valores máximos estimados no porto são da ordem de 0,6 Knot e em direção à Ilha das Cobras cerca de 0,9 Knot (ver publicação DHM de cartas de correntes de maré).

Nestas estimativas observa-se que a direção da corrente segue os fluxos das marés e na barra, nos intervalos de 5 e 4 horas antes da maré alta, observa-se certo componente W ou SW, que passa a orientar-se com o eixo do canal a partir de duas horas antes da maré alta.

Em outras informações consultadas (embora a informação sobre a amostra estatística não esteja disponível) observa-se que na barra as correntes máximas são da ordem de 1,5Knot, enquanto no entorno das boias 17-18 são de 2Knot e para as boias 30 -31 de pouco mais de dois nós, com alguns componentes fora do sentido da maré.

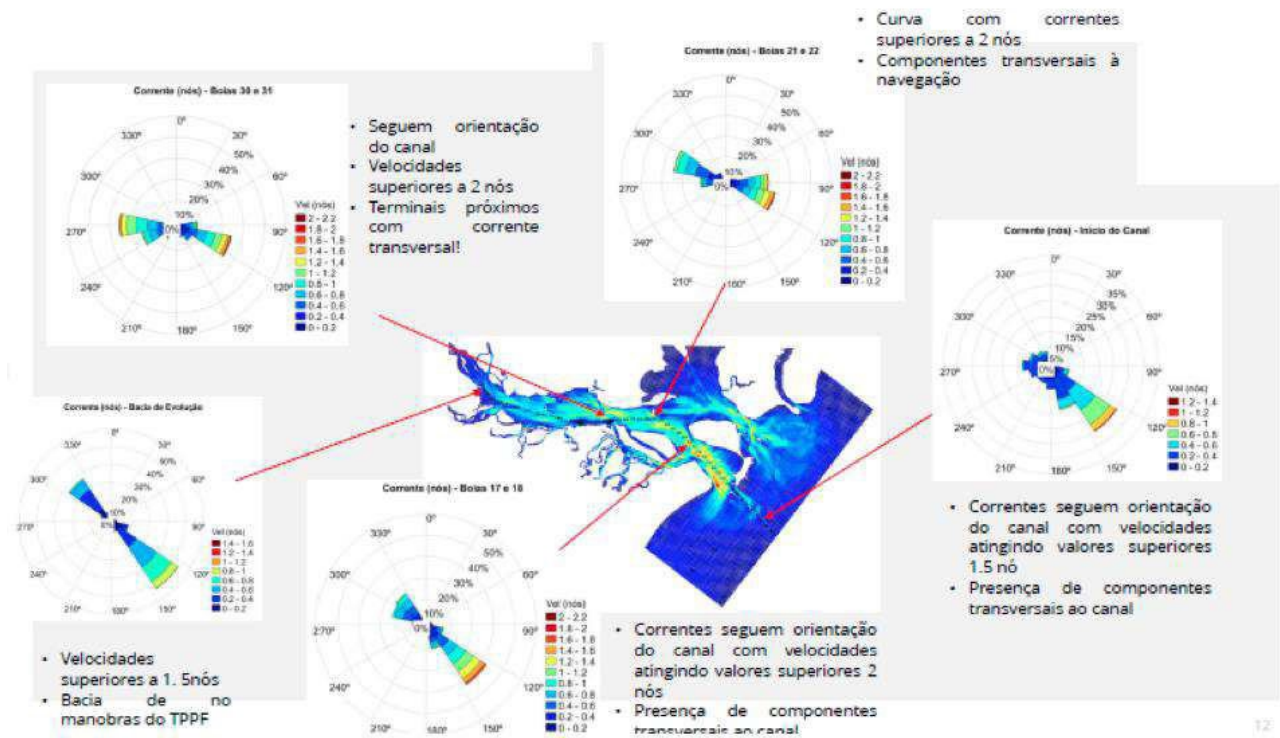


Figura 34. Correntes por zonas do porto

Este último aspecto deve ser analisado por meio da realização de um estudo suficientemente representativo para poder avaliar sua existência e relevância.

A previsão de corrente de maré não pode ser aplicada como informação em serviços VTS, sendo essencial o conhecimento da corrente real que afeta a navegação a todo momento. Para isso, propõe-se a instalação de medidores de corrente para obter perfis verticais nas boias próximas aos pontos de medição mencionados anteriormente.

Embora nesta análise preliminar a presença de correntes transversais ao eixo do canal não pareça significativa, caso sejam detectadas e sejam relevantes para a segurança do tráfego marítimo, seria instalado um sistema de medição longitudinal da corrente de forma que, se um determinado valor for atingido, o tráfego possa ser limitado.

Nos terminais portuários, os atracques são orientados na direção do rio, o que, como visto, pode gerar correntes superficiais relevantes para a segurança dos atracques, o número de pontos de amarração, a resistência dos cabos e a segurança da manobra de atracação, desatracação e durante o período em que o navio estiver atracado.

4.8. QUALIDADE DA ÁGUA

Serão seguidas as indicações do CONAMA-357, embora inicialmente limitadas a parâmetros que possam ser relevantes para a segurança da navegação, sem prejuízo de outros sistemas de medição que possam ser acionados de forma pontual em caso de incidente.

Dessa forma, propõe-se a medição de: temperatura, condutividade, O₂ dissolvido, pH, turbidez, CDOM (matéria orgânica), hidrocarbonetos, que podem ser estendidos para dados de clorofila (A/B, vermelho/azul), ficocianina, ficoeritrina e rodamina.

Assim como os demais parâmetros ambientais, os sensores serão instalados em placas nas proximidades dos locais mencionados anteriormente.

4.9. CALADO DINÂMICO (UKC)

A NORMAM 33/DPC destaca a importância de conhecer o espaço sob a quilha de forma dinâmica para garantir a passagem segura dos navios para que, em condições seguras, o navio com maior calado possível possa acessar em cada circunstância, levando em consideração a hidrodinâmica e evitando o "squat" na navegação.

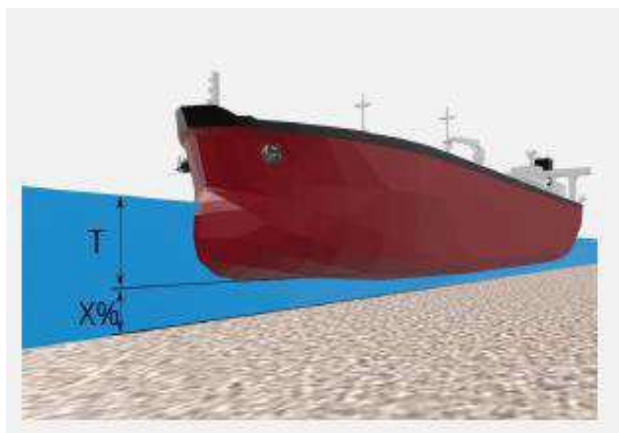


Figura 35. Conceito do cálculo de Under Keel Clearance

Tudo isto é motivado pelo aumento da dimensão dos navios, o aumento obrigatório da segurança nas operações portuárias, a necessidade de aumentar a eficiência das infraestruturas portuárias, a otimização da dragagem de manutenção e a correspondente redução do impacto no ambiente.

Para o comissionamento desta metodologia, a NORMAM 33/DPC requer os seguintes processos de informação:

- 0201 – Monitoramento de dados batimétricos

- 0201 – Monitoramento de dados ambientais em número suficiente de pontos de medição
 - Vento
 - Nível do mar
 - Correntes (perfis verticais e longitudinais)
 - Ondulação
- 0203 – Desenvolvimento de modelo para determinação e previsão de espaço sob a quilha (UKC) [Modelo de cálculo de referência desenvolvido pela PIANC]
- 0204 – Validação do modelo

Uma vez validado e colocado em operação o modelo, é imprescindível um acompanhamento, retroalimentando o modelo e fazendo os ajustes que um maior volume de informações do ambiente possa exigir.

Para o desenvolvimento do modelo e seu ajuste à situação real, será essencial contar com um número suficiente de pontos de medição em locais relevantes e um banco de dados histórico e contínuo o mais extenso possível, considerando pelo menos um ano de dados e o compromisso continuar ajustando o modelo à medida que séries históricas mais extensas se tornarem disponíveis.

4.9.1. Outras Aplicações para uma Operação Portuária Segura

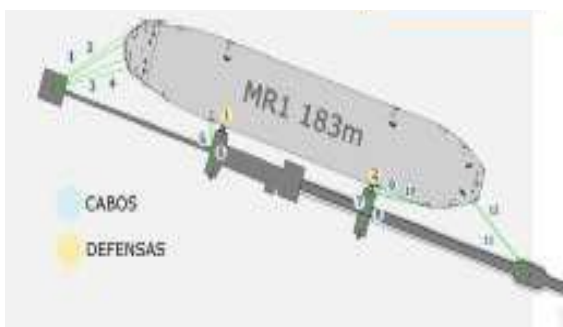


Figura 36. Exemplo de distribuição de cabos e defesas para melhoria da segurança

Os esforços aos quais o navio é submetido quando atracado, ainda que vocacionados para as operações marítimas, podem também ser considerados como uma ferramenta de segurança marítima pelas consequências em caso de incidente/acidente durante as manobras de atracação e desatracação.

O tamanho das cordas, os pontos de amarração e sua distribuição têm uma correlação bastante direta com as correntes. Correntes de maré, ondas longas e devido à interação do vento localmente ou ao efeito do vento no trabalho morto dos navios.

Conhecer as necessidades reais de cada momento, através de um modelo, pode melhorar a segurança e eficiência das infraestruturas. Poderia ser evitada a quebra de cordas, por exemplo, navios no canal de navegação interrompendo o

tráfego e outros problemas ambientais que poderiam surgir, tanto no mar quanto em terra, dependendo do tipo de mercadoria.

4.10. SUMÁRIO EXECUTIVO AUXÍLIOS DE NAVEGAÇÃO E DADOS AMBIENTAIS, BEM COMO OUTRAS FUNCIONALIDADES PARA TRÂNSITO E OPERAÇÃO PORTUÁRIA SEGURA

4.10.1. Propostas

- Instalar uma nova boia, de águas navegáveis ou de desembarque, ancorada no ponto de embarque do práctico, datada de AIS-AtoN e sensores oceanometeorológicos: vento, corrente, ondas, pressão atmosférica, temperatura do ar, temperatura da água e qualidade da água.
- Instalar duas estações base AIS (AIS-SBS) capazes de receber mensagens de tráfego e dispositivos AIS-AtoN e transmitir a mensagem #8 dados oceanometeorológicos, #17 correções diferenciais GPS (DGPS) e #14 mensagens de texto de alarme.
- Instalar um racon na baliza ou no farol da Ilha das Cobras.
- Dotar de AIS-AtoN o seguinte conjunto de boias. Acesso-Paranaguá: boias 1, 2, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 28A, 29, 30, 31, 33. Entre Paranaguá e Antonina: boias 1, 2, 3, 6, 7A, 8A, 9A, 11A, 15, 16 e 19.
- Definir pontos de referência virtuais no eixo do Canal da Ponta da Pita ao norte de Antonina, nas zonas de mudança de lineação do canal e na zona de confluência com o Canal de Cottinga.
- Como proposta mínima inicial, são sugeridas três áreas, além do novo ponto de espera de práctico, para localizar os pontos de medição de dados climáticos marítimos e de qualidade da água:
 - No novo ponto de espera de práctico (clima, correntes, ondas, qualidade da água)
 - Na área de acesso ao canal na Barra de Paranaguá, na Ilha da Galheta e/ou farol Ponta Galheta (clima, correntes, nível do mar, qualidade da água).
 - Em Paranaguá na zona do TECON (clima, correntes, nível do mar, qualidade da água).
 - Em Antonina na zona Ponta do Félix (clima, correntes, nível do mar, qualidade da água).
- Para as instalações de medição do nível do mar, será necessário realizar um levantamento geodésico do ponto de medição, apoiado por um “prego” próximo para controle.
- Avaliar a necessidade de correntes perpendiculares ao eixo do canal, porém, através de uma campanha de medição para determinar sua existência e relevância.
- Para melhorar a eficiência do trânsito pelo canal, desenvolver um modelo de calado dinâmico que permita definir o nível de segurança abaixo da quilha (UKC) em cada circunstância tanto do navio quanto do ambiente, seguindo a NORMAM 33/DPC.

- Para melhorar a segurança das operações de atracação-desatracação e permanência portuária, é necessário conhecer o efeito das correntes na resistência das linhas e na disposição dos pontos de amarração do navio através do desenvolvimento de um modelo.

No âmbito dos dois últimos pontos, deve ser desenhada uma campanha de recolha de dados oceanográficos que permita desenvolver e validar o modelo de calado dinâmico (NORMAM 33/DPC) a dois níveis, um de instalações permanentes que forneçam informação ao serviço VTS e outros vinculado ao modelo ou modelos que possam ser desenvolvidos para melhorar a segurança do tráfego marítimo e a eficiência das operações portuárias.

4.10.2. Recomendações

- Revisar a sequência de ritmos nas boias do canal
- Modificar as luzes fixas em algumas instalações portuárias (TGPA, Píer de Inflamáveis e Ponta do Félix) por outra taxa recomendada pela IALA.
- Avaliar se o alcance luminoso das boias é suficiente para ver de uma posição, pelo menos, os dois pares seguintes. Em relação à marca diurna, avaliar se a geometria da torre oferece distância de reconhecimento suficiente para que de um par de boias possa ser identificado o próximo.
- Verificar a disponibilidade do sinal de correção diferencial transmitido das estações de referência Santa Marta e Moela, bem como avaliar a possibilidade de utilização de correções RTK via internet na área de interesse.

5. SOFTWARE CONTROL UNDER KEEL CLEARANCE

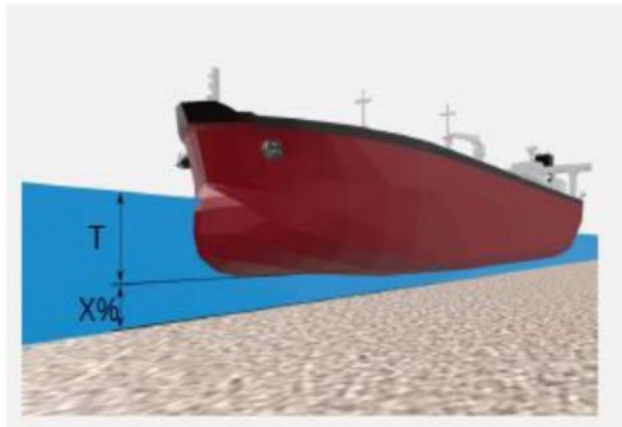


Figura 37. Conceito do cálculo de Under Keel Clearance [2]

A NORMAM 33/DPC aponta a importância de se conhecer o espaço sob a quilha de forma dinâmica para garantir a passagem segura dos navios para que, em condições de segurança, o navio possa acessar com o maior calado possível em cada circunstância, levando em consideração hidrodinâmica e evitando o "squat" na navegação.

Tudo isto motivado pelo aumento das dimensões das embarcações, pelo aumento forçado da segurança nas operações portuárias, pela necessidade de aumentar a eficiência das infraestruturas portuárias, pela otimização das dragagens de manutenção e pela correspondente redução do impacto no meio ambiente.

Para a implementação desta metodologia, a NORMAM 33/DPC exige os seguintes processos de informação:

- 0201 – Monitoramento de dados batimétricos
- 0201 – Monitoramento de dados ambientais em número suficiente de pontos de medição
 - Vento
 - Nível do mar
 - Correntes (perfis verticais e longitudinais)
 - Ondulação
- 0203 – Desenvolvimento de um modelo para determinação e previsão do espaço sob a quilha (UKC) [Modelo de cálculo de referência desenvolvido pela PIANC].
- 0204 – Validação do modelo

Uma vez validado e colocado em operação o modelo, é fundamental um acompanhamento, retroalimentando o modelo e fazendo os ajustes que um maior volume de informações ambientais possa exigir.

Para o desenvolvimento do modelo e seu ajuste à situação real, será fundamental ter um número suficiente de pontos de medição em pontos relevantes e uma base de dados histórica e contínua a mais extensa possível, considerando pelo menos um ano de dados e o compromisso de continuar ajustando o modelo à medida que séries históricas mais extensas forem sendo obtidas.

Por tudo o que foi exposto anteriormente, é aconselhável dispor de um software que automatize o modelo e sua manutenção, bem como os sensores ao longo do canal, para isso são necessários pelo menos o seguinte:

- Hológrafo direcional capaz de medir o espectro de onda direcional.
- Doppler acústico para medir o perfil atual.
- Estação de ondas.

Todos os aspectos devem atender à norma NORMAN 33/DPC em um software acumulador de tais informações e com APIs para integração com terceiros para que o software do sistema de tráfego marítimo e o sistema de gerenciamento de tráfego portuário possam acessá-lo.

6. SISTEMAS DE GESTÃO DE TRÁFEGO PORTUÁRIO

6.1. SISTEMAS DE GESTÃO DE RECURSOS PORTUÁRIOS

É o software responsável por gerenciar todas as informações provenientes dos sistemas da Autoridade Portuária relacionadas a dados de escala, atraques e movimentações.

Recomenda-se dois postos nesse projeto: um para Operador e outro para Supervisor. Ambas as estações devem ter pelo menos três telas de 32" e uma tela de 55".

O sistema gerenciará todas as informações provenientes dos sistemas da Autoridade Portuária e terá integração com o software de controle de tráfego marítimo, com o software UKC e com o software de detecção de derramamento de hidrocarbonetos.

Os serviços digitais devem ser redundantes e disponíveis tanto na nuvem quanto no centro de operações principais.

O porto atualmente possui um sistema PortCDM, portanto, o software de controle de tráfego portuário deve ter recursos de comunicação com este sistema, bem como receber dados do mesmo.

Essas plataformas também são conhecidas como sistemas VTIS (*Vessel Tracking Information System*), PMOS (*Port Management Operation System*), VTMOS (*Vessel Tracking Management Operational System*) ou DSS (*Decision Support System*) Port Control.

6.1.1. Descrição geral da interface do sistema

A interface gráfica do usuário do sistema de gestão portuária deve incluir as seguintes funções básicas:

- O sistema deve ser acessível através de um sistema de segurança baseado em nome de usuário e senha (OAUTH 2.0, Single sign-on, LDAP).
- O usuário terá acesso a funcionalidades de acordo com sua função, podendo haver, no mínimo, a de operador VTS (VTSO), supervisor VTS e administrador do sistema.

6.1.2. Visualização das previsões

O operador VTS deve dispor de uma visão das previsões ou programação dos navios:

- Operações de entrada;
- Operações de saída;
- Movimentos internos;

- Sistema de cores configurável para estados de movimento;
- Filtros sobre dados: entradas, saídas;
- Entrada de dados;
- Importação de escalas dos sistemas da Autoridade Portuária;
- Impressão de movimentos;
- Alocação de recursos técnico-náuticos para manobras;
- Indicações de mercadorias perigosas;
- Indicações de atraque e manobras paralelas (*ship2ship*);
- Seleção de operações a serem exibidas na visualização do status portuário.

Sistemas de alarmes baseados na seguinte informação:

- Ocupação do berço;
- Espaço escasso ou insuficiente no atraque;
- Movimentos não autorizados;
- Embarcações banidas ou “paradas” pelo *Port State Control*;
- Cálculo de distâncias de atracação;
- Guindastes em operação no berço de origem/destino;
- Calados e zonas de segurança;
- Calados aéreos;
- Observações de segurança.

O sistema deverá permitir a configuração das colunas de trabalho e a ordenação com base em qualquer coluna, bem como filtros, agrupamentos e pesquisas.

O sistema deve ser capaz de reportar os recursos disponíveis no porto:

- Disponibilidade de práticos;
- Amarradores disponíveis;
- Rebocadores disponíveis e seu SWL;
- Outros serviços no porto.

O sistema deve ser capaz de reportar eventos específicos da manobra, entre outros:

- Início / Fim de Deriva;
- Entradas em águas portuárias 1 e 2;
- Início/Fim de Ancoragem;
- Início/Fim de Abastecimento;

- Início/Fim da prestação de serviços de práticos;
- Início/Fim da prestação de serviços de amarradores;
- Início/Fim da prestação de serviços de rebocadores;
- Início/Fim de operações de controle e monitoramento de embarcações isentas;
- Saídas de águas portuárias 1 e 2.

Devem ser considerados na lista acima todos aqueles eventos que a Autoridade Portuária deseja configurar ou garantir a rastreabilidade.

A transição de um estado para outro mediante recebimento de eventos deve ter uma interface e experiência do usuário amigáveis, com um sistema lógico de transição de estado e um formato de botão de ação rápida.

O operador VTS pode autorizar/desautorizar manobras com base na coordenação confiável dos serviços técnico-náuticos. Da mesma forma, o operador poderá enviar antecipadamente aos navios informações sobre o estado do porto.

6.1.3. Visualização do Estado Portuário

O operador VTS deve poder ter uma visão do porto e do seu estado:

- Compatibilidade com cartografia S57;
- Visualização do status do porto em tempo real;
- Visualização de ativos portuários: navios, guindastes, etc.;
- Embarcações com cores diferentes dependendo das operações que estão realizando;
- Navios próprios do porto com cores diferenciadas para melhor diferenciação;
- Capacidade de ativar/desativar camadas de informação;
- Guindastes com cores diferentes dependendo do seu estado e posição da lança;
- Vetor alvo com comprimento ajustável;
- Dados de texto do alvo (ID, direção, velocidade, curso, frequência de envio de relatórios AIS) com posição ajustável em relação ao símbolo do alvo;
- Apresentação gráfica de eventos do movimento atual da embarcação;
- Silhueta da embarcação de acordo com as dimensões reais (se disponível);
- Símbolo de alvo especial para alvos relatados por AIS, radar, dados AIS+radar, PPU ou outra fonte de informação.

O supervisor VTS ou administrador da solução deve ter um sistema de configuração de status portuário que o permita, no mínimo:

- Configurar cartas náuticas S57 e sua resolução para diferentes áreas do porto;

- Configurar cores dos navios do porto;
- Configurar por cores as diferentes atividades que os navios estejam realizando no porto;
- Configurar visualização de efeitos no porto por eventos;
- Ativar/desativar sistemas de alarmes.

6.1.4. Visualização de Atracações

O operador VTS deverá poder ter uma visão das atracções previstas por berço, o que permitirá, entre outras coisas:

- Seleção de data;
- Seleção de berço;
- Visualização atual dos cabeços do berço e seu status;
- Visualização de postes e SWL dos mesmos;
- Visualização dos navios atracados, seu histórico e sua previsão por dias e grupo de turnos de trabalho de estiva;
- Visualização dos cabeços de proa e popa do navio;
- Visualização do ETB, ETS e ETC das atracções previstas;
- Visualização do ATB, ATS e ATC das atracções realizadas;
- Visualização do status das operações de carga/descarga através de entrada de dados ou integração com terminais;
- Seleção de operações a serem exibidas na visualização de status do porto.

6.1.5. Visualização de operações/livro de serviço

O operador VTS deve poder ter uma visão das operações em curso ou já realizadas (ou livro de serviço), onde, pelo menos, seja possível:

- Seleção do período de exibição;
- Opções de envio de relatórios à Capitania Marítima e Autoridade Portuária;
- Exportação de dados para Excel e PDF;
- Visualização das operações em andamento;
- Códigos de cores por tipo de operação configurável;
- Ações de edição/exclusão de manobras;
- Edição online do registro de eventos/status de manobra, bem como sua criação e exclusão;
- Envio de eventos/status em tempo real para PortCDM mediante padrão IALA S211;
- Seleção de operações a serem exibidas na visualização de status portuário;
- Filtros e agrupamentos de informação, pelo menos, pelos critérios:

- Data/hora da manobra;
- Operação: entrada, saída, movimentação interna ou outras;
- Nome do navio;
- IMO do navio;
- Agência do navio;
- Berço de origem;
- Berço de destino;
- Observações do operador VTS;
- Número da escala.
- Criação/edição de manobras:
 - Criação automática da embarcação a partir de sistemas externos simplesmente indicando o IMO da embarcação;
 - Datas de início/término de solicitações e serviços;
 - Controle de calados operacionais;
 - Controle dos recursos técnico-náuticos atribuídos;
 - Notificações e observações de operadores de VTS, serviços técnico-náuticos e comandantes de navios;
 - Atribuição automática de rebocadores com base no histórico de manobras;
 - Controle das embarcações utilizadas: lanchas de práticos, lanchas de amarradores, rebocadores;
 - Registro de mercadorias perigosas transportadas;
 - Em caso de ancoragem, indicações da causa da ancoragem, coordenadas geoespaciais, longitude, latitude e área de ancoragem;
 - Em caso de atraso nas operações, indicação da causa do atraso;
 - Impressão de relatórios de manobras.

6.1.6. Gestão de áreas de ancoragem

O operador VTS deve poder ter uma visão das áreas de fundeio que gerencia na qual, pelo menos, será possível:

- Visualizar ocupação atual e tempo previsto de ocupação;
- Visualizar motivos para ancoragem e observações de segurança;
- Visualizar e receber alertas de deriva em fundeio;
- Visualizar os navios e seus dados AIS;
- Ver dados relativos ao início/fim da ancoragem.

6.1.7. Gestão de serviços de abastecimento

O operador VTS deve poder ter uma visão das operações de prestação de serviços na qual, pelo menos, seja possível:

- Registrar as operações planejadas, bem como sua previsão de início/fim de operação e/ou capacidade de integração com empresas prestadoras de serviço de abastecimento;
- Registrar eventos relacionados à autorização de operações de abastecimento;
- Visualizar informações sobre o início/fim previstos da operação;
- Visualizar informações sobre o início/fim reais da operação;
- Consultar dados relativos aos tempos de operação de abastecimento;
- Seleção de operações a serem exibidas na visualização de status do porto.

6.1.8. Sistema de Comunicações

O operador VTS deve ter uma visão ou módulo de comunicação que permita o encaminhamento de eventos para o sistema PortCDM da Autoridade Portuária, permitindo no mínimo:

- Filtrar eventos por:
 - Data desde/até;
 - Nome do evento;
 - Hora;
 - Operador VTS;
 - Tipo de operação;
 - Nome do navio;
 - IMO do navio;
 - Nº de escala;
- Identificação de eventos enviados incorretamente;
- Identificação de eventos enviados corretamente.

6.1.9. Gestão de Turnos de Pessoal

O supervisor do VTS ou administrador do sistema deve poder ter uma visão da gestão de turnos de pessoal, onde possa gerenciar, pelo menos, os seguintes elementos:

- Calendário de trabalho;
- Distribuição horária;
- Distribuição horária diária;
- Histórico de ocupação de serviços aliados;
- Registro de atividade de serviços aliados;
- Relatórios de controle de fadiga dos aliados.

6.1.10. Módulos de Relatórios

O supervisor VTS ou administrador do sistema deve dispor de visualização módulo de relatórios relacionado com as operações, onde possa, pelo menos, realizar as seguintes ações:

- Filtrar relatórios por:
 - Data desde/até;
 - Embarcações isentas;
 - Zonas portuárias;
 - Consignatários;
 - Navios.
- Exportar para PDF
- Exportar para o Excel
- Painel estatístico:
 - Manobras por serviços técnico-náuticos;
 - Manobras por zona portuária;
 - Manobras por agência;
 - Nº de navios por terminal;
 - Nº de navios por consignatário e zona portuária;
 - Horas trabalhadas pelos serviços técnico-náuticos e área de operação do porto.

A solução contará com um designer/editor de relatórios que permitirá a modificação/criação de novos relatórios no conjunto de dados da solução.

- Aparência personalizável;
- Integração com diferentes fontes de dados;
- Sistema *drag and drop* de elementos;
- Ações na edição de copiar, recortar e colar;
- Ações para a cópia de estilos;
- Trabalhar em diferentes níveis de zoom;
- Estabelecimento de condições na exibição dos dados.

A solução contará com um visualizador de relatórios integrado que deverá ter as seguintes características:

- Exportação para PDF;
- Exportação para o Excel;
- Salvamento de dados;
- Dispor de menus suspensos multiníveis;

- Capacidade de criar relatórios interativos.

6.1.11. Sistema de Monitoramento Ativo

O supervisor do VTS ou administrador do sistema deve ser capaz de ter uma visão ativa do sistema de monitoramento da solução com indicadores gráficos sobre a carga e o status dos componentes de software implantados.

6.1.12. Configurações Diversas

O supervisor do VTS ou administrador do sistema deve configurar as tabelas específicas da solução, no mínimo:

- Tábua de marés;
- Tábuas de empresas/agências de navegação;
- Tabelas de embarcações isentas;
- Tabelas de embarcações do porto:
 - Lanchas de práticos, amarradores, rebocadores.
- Causas de ancoragem;
- Causas de atraso;
- Configuração de usuário e funções;
- Tabelas de configuração do porto:
 - Zonas do porto, distância, calados.

6.1.13. Integrações do Sistema

A solução de gestão de tráfego portuário deve ter, no mínimo, as seguintes integrações com terceiros:

- Decodificação nativa AIS;
 - Decodificação dos alvos AIS Classe A e Classe B;
 - Identificação automática do alvo com dados AIS.
- Decodificação nativa NMEA 0183;
- Compatibilidade com o padrão IVEF;
- Integração com PPU;
- Compatível IALA S 21 1;
- Integração com PortCDM – Sistema Paula;
- Integração com o software de controle de tráfego;
- Integração com software UKC;
- Integração com o software de *Oil Spill Detection*;
- Integração com sistemas GIS do mercado;

- API de integração com terceiros.

6.1.14. Automações de sistema baseadas em IA e módulo de suporte ativo à decisão

O sistema de gerenciamento de tráfego portuário deve ser dotado de um Sistema de Apoio à Decisão (*Decision Support System*).

O módulo de Apoio à Tomada de Decisão deve melhorar o estado de alerta do operador sobre a situação na área de responsabilidade, minimizando o número de falsos alertas e o efeito do fator humano durante a tomada de decisão em situação anterior ao alarme. O sistema deve ser baseado em métodos de aprendizado de máquina (*machine learning*) ou aprendizado profundo (*deep learning*).

A solução de gerenciamento de tráfego portuário deve ter, no mínimo, as seguintes automações no sistema:

- Rastreabilidade por eventos automáticos;
- Cálculo de ETA dinâmico;
- Automação de eventos: início/fim de abastecimento, detecção de hidrocarbonetos;
- Sistemas de alarme e priorização destes por dados coletados a partir das integrações do sistema;
- Cálculo de ETC dinâmico de operações de carga/descarga;
- Sistema preditivo de tempos de execução de manobras.

6.1.15. Roadmap e evolução do produto

A solução de gestão de tráfego portuário deve dispor de um *roadmap* e previsão de evolução do produto para pelo menos cinco anos, considerando os seguintes elementos:

- Arquitetura orientada a eventos;
- Sistema modular de microsserviços;
- Extensão de funcionalidades através do registro de novos serviços/microsserviços;
- Arquitetura de solução orientada para implantação contínua;
- Ambientes de desenvolvimento, teste e produção;
- Orientação para PortCDM, STM e eNavigation.

7. ARQUITETURA DE SOLUÇÕES

Arquitetura entre todos os sistemas.

Sistema final de sensores (câmeras e radar) e sua cobertura estimada:

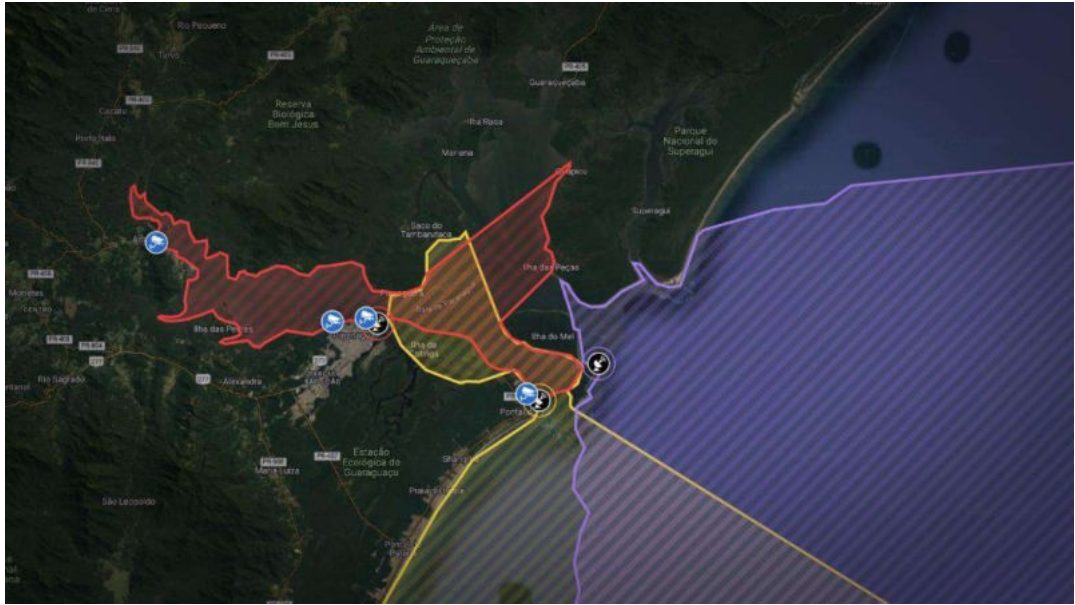


Figura 38. Distribuição de radares, câmeras e áreas de cobertura

Em vermelho, radar convencional marítimo de banda X em Paranaguá; em amarelo radares convencionais marítimos banda X avançado IALA e banda S em Ponta do Sul; e, em roxo, radar convencional marítimo de banda X roxa na Ilha do Mel.

8. RECURSOS HUMANOS E FORMAÇÃO

O operador VTS deverá contar com uma equipe de 15 (quinze) técnicos, 3 (três) supervisores e 12 (doze) operadores, para ser habilitado para a operação VTS. O número de operadores foi calculado utilizando a planilha “1045-Ed1.1- Annex-VTS-Staffing-Calculation-Spreadsheet-1.xlsx”, anexa à Diretriz IALA 1045, considerando turnos de oito horas, férias de 30 dias e duas posições de operador por turno, atendendo à necessidade do sistema VTMS baseado na NORMAM-26/DHN.

Label:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
	hours per day	actual days per week	actual days per year	individual (contracted) hours per working week	normal hours per shift	hours per year	hours sickness per year	hours training per year	individual mins lost per shift (break & h/n)	number of operational VTS work stations	individual hrs per yr before deductions	hours available per year	working shifts per year	total hours lost per shift (break & h/n)	total hours lost per year	total duty hours per VTSO per work site per year	actual hours per year	number of VTSOs required per VTSO workstation	Total no of VTSOs reqd
Data fields requiring user input: See Notes below:	24	7	365,25	40,00	12	252	6,00	14,00	60,00	2									
Data fields automatically calculated by this spreadsheet:																			
Stage																			
1 individual hrs per yr before deductions											2087,14								
2 hours available per year												1813,14							
3 working shifts per year													151,26						
4 total hours lost per shift														1,00					
5 total hours lost per year															151,26				
6 total duty hours per VTSO per work site per year																1661,88			
7 actual hours per year																	8766,07		
8 number of VTSOs required per VTSO workstation																		5,27	
9 Total no of VTSOs reqd																			10,54

Figura 39. Resultado Annex-VTS-Staffing-Calculation para Portos do Paraná

8.1. QUALIFICAÇÃO OPERACIONAL

Os cursos serão ministrados por instituições de ensino e treinamento credenciadas pela Autoridade Marítima, no Brasil ou no exterior, e que atendam plenamente aos requisitos e condições que constam no item 3, Anexo E, da NORMAM-26/DHN.

O enfoque e a carga horária dos cursos serão proporcionais ao tipo de serviço previsto para o VTS.

O Aprendizado em Serviço, (OJT, *on-the-job training*), conforme Curso Modelo V-103/3, deve ser realizado no sistema VTS que está sendo instalado, portanto, o início e a duração do curso devem ser ajustados, quando o sistema entrar em operação, que o OJT possa ser realizado no próprio sistema.

Conforme determinado pelo Anexo E da NORMAM-26/DHN e recomendações V-103 da IALA, sobre os Padrões de Treinamento e Certificação de Pessoal VTS, a equipe deve receber o treinamento completo que inclua os 5 (cinco) modelos de cursos descritos na NORMAM-26/DHN:

- Curso Modelo V-103/1 – Operador VTS;
- Curso Modelo V-103/2 – Supervisor VTS;
- Curso Modelo V-103/3 – Aprendizado em Serviço, (OJT, *on-the-job training*)
- Curso Modelo V-103/4 – Instrutor OJT.

- Curso Modelo V-103/5 – Processo de Revalidação da Certificação VTS.

8.2. TREINAMENTO OPERACIONAL

O provedor da solução VTS fornecerá treinamento sobre o sistema VTS, abrangendo a operação completa do sistema, para uma equipe composta por 1 (um) controlador VTS, 5 (cinco) supervisores e 12 (doze) operadores VTS.

O Programa de Formação deve conter o plano de estudos, o programa do curso, a carga horária, a sugestão dos períodos para a realização de cada curso e as orientações sobre as qualificações prévias exigidas para cada aluno, de acordo com o curso.

Os cursos devem ser ministrados por instrutores com suficiente experiência e conhecimento sobre toda a operação, funcionamento e resolução de problemas relacionados ao sistema a ser implementado.

8.3. TREINAMENTO DE MANUTENÇÃO

O operador VTS deve dispor de uma equipe de manutenção adequada à complexidade do sistema implantado, com profissionais capacitados em eletricidade, eletrônica e informática.

O provedor da solução VTS (seja um único provedor ou o responsável pela integração) será responsável por habilitar a equipe anterior a realizar manutenções preventivas e corretivas.