



COPPE/UFRJ

PRINCIPAIS ASPECTOS NO SALVAMENTO DE EMBARCAÇÕES MERCANTES
NO BRASIL E UMA PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE ENCALHES

Salvador Francisco Picolo Peres

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Oceânica.

Orientadores: José Marcio do Amaral Vasconcellos

Rio de Janeiro
Outubro de 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

PRINCIPAIS ASPECTOS NO SALVAMENTO DE EMBARCAÇÕES MERCANTES
NO BRASIL E UMA PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE ENCALHES

Salvador Francisco Picolo Peres

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA OCEÂNICA

Aprovada por:

Prof. José Marcio do Amaral Vasconcellos D.Sc.

Prof. Julio Cesar Ramalho Cyrino, D.Sc.

Prof. Severino Fonseca da Silva Neto, D.Sc.

Prof. Alexandre Teixeira de Pinho Alho, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

OUTUBRO DE 2009

Picolo Peres, Salvador Francisco

Principais Aspectos no Salvamento de Embarcações Mercantes no Brasil e Uma Proposta de Um Modelo de Gestão de Encalhes – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

XVI,139 p.: Il.; 29,7 cm.

Orientadores: José Márcio do Amaral Vasconcellos

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Oceânica, 2009.

Referências Bibliográficas: p.120-122.

1. Modelo de Gestão . I. Vasconcellos, José Márcio do Amaral, II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Oceânica. III. Título.

Marine salvage:

A science of vague assumptions

Based on debatable figures

Taken from inconclusive experiments and

Performed with instruments of problematic accuracy

By persons of doubtful reliability and questionable mentality.

(Autor desconhecido)

*Uma pessoa permanece jovem
na medida em que ainda é capaz
de aprender, adquirir novos hábitos
e tolerar contradições*

Marie von Ebner-Eschenbach

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Geômetra do Universo pela vida que me propiciou até a data.

A minha companheira de trajetória de vida, Marcia, que com sua sabedoria sempre soube mitigar o meu mau humor e fazer dos momentos difíceis algo prazeroso. Você é muito boa na administração da nossa vida.

Ao meu pai (*In Memoriam*) e minha mãe que dentro de suas lutas sempre souberam, a sua maneira, ensinar sobre a diferença que o estudo faz e as facilidades que ele pode propiciar ao longo da trajetória de vida.

Ao meu tio Antonio Picolo Sobrinho (*In Memoriam*) pelo incentivo a vida acadêmica e apoio financeiro para que grande parte se tornasse realidade.

Ao amigo Artur Raimundo Carbone pela amizade, carinho e confiança profissional no desenvolvimento das minhas primeiras operações de salvamento, e em especial no desencalhe do navio “Criciúma”, Lajes de Moleques do Sul, em Santa Catarina, em 1982.

Ao amigo Carlos Augusto de Andrade Cabral, ícone do mercado do “*shipping*” no que tange ao seguro de P&I (*Protection & Indemnity*) no Brasil, pela amizade, carinho e confiança durante esses longos anos em que estamos juntos nos mais adversos trabalhos da navegação.

Ao meu orientador, Prof. José Marcio do Amaral Vasconcellos, que sempre colocou seu tempo e sua experiência acadêmica a disposição para elucidação de dúvidas e questionamentos e a certa orientação nos procedimentos a serem adotados.

Aos meus Professores, que através dos seus ensinamentos, apoio e amizade me fizeram, a esta altura da vida, me sentir um ser privilegiado. A convivência com vocês me faz melhor.

Ao pessoal da Secretaria da PENO/COPPE/UFRJ e em especial a Glace Farias da Costa, que com seu bom humor e carinho, sempre esteve pronta a ajudar e informar.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PRINCIPAIS ASPECTOS NO SALVAMENTO DE EMBARCAÇÕES MERCANTES
NO BRASIL E UMA PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE ENCALHES

Salvador Francisco Picolo Peres

Outubro/2009

Orientador: José Marcio do Amaral Vasconcellos

Programa: Engenharia Oceânica

Este trabalho apresenta os aspectos técnicos relacionados com operações de salvamento de embarcações, incluindo inspeção do encalhado e sua carga e condição de alagamento, verificação da localização do encalhe, incluindo condições de tempo local, disponibilidade de equipamento e material, cálculos inerentes a estabilidade e resistência estrutural, cálculo de reação de encalhe, transferência e alijamento de carga, tamponamento de aberturas no casco e desague, tracionamento com a utilização de estralheira ou rebocadores, remoção de peso embarcado e reflutuação assistida.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

MAIN ASPECTS OF VESSEL'S SALVAGE OPERATIONS IN BRAZIL AND A
PROPOSAL FOR GROUNDING ADMINISTRATION

Salvador Francisco Picolo Peres

Outubro/2009

Advisor: José Marcio do Amaral Vasconcellos

Department: Ocean Engineering

This work highlights the main technical aspects related to salvage operations as inspection of the casualty, including cargo and flooding, inspection of the site, including weather conditions, availability of material and equipment, stability and strength calculations, grounding reaction calculation, cargo transshipment or jettisoning, patching and dewatering, pulling with usage of beach gear or tugboats and dewatering and assisted refloating. Examples and case studies are included and new research areas indicated.

SUMÁRIO

Lista das Figuras:	xiii
Lista de Símbolos:	xiv
1. Introdução	1
1.1. Salvamento Marítimo	5
2. Os Principais Agentes e as Partes no Salvamento Marítimo	9
2.1. Os Salvadores (Salvors)	9
2.2. O Coordenador de Salvamento (Salvage Master)	11
2.3. A Equipe de Salvamento	11
2.4. Logística	12
2.5. SUPORTE EM TERRA (BACKUP)	12
2.6. Especialistas (Experts)	12
2.7. Armadores	13
2.8. Seguradores	13
2.9. Agências Governamentais	13
2.10. Imprensa	14
3. As Sociedades Classificadoras e a Associação das Sociedades Classificadoras (IACS)	15
4. ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (IMO) – BREVE HISTÓRICO	19
4.1. Convenções	20
4.2. Composição do Conselho da IMO	20
4.3. As principais convenções em vigor	22
5. Diretoria de Portos e Costas (DPC) e Capitâncias dos Portos	24
6. Norma da Autoridade Marítima no. 16 - NORMAM	28
7. Tipos de Operações de Salvamento	32
7.1. Encalhe	32
7.2. Afundamento	36
7.3. Reboque	41

8. O Meio Ambiente	44
9. A Operação de Salvamento e Procedimentos	51
9.1. Inspeções e Planejamento	53
9.2. O Plano de Salvamento	56
10. Cálculos e Avaliações para as Operações de Salvamento	59
10.1. Estabilidade Transversal	74
10.2. Estabilidade Longitudinal	77
10.3. Resistência Estrutural	80
11. A Reação de Encalhe	84
11.1. Método da distribuição da perda de flutuabilidade	88
11.2. Método da diferença dos deslocamentos	88
11.3. Método da alteração dos calados de vante	88
11.4. Método das Toneladas por Polegada de Imersão ou por Centímetro de Imersão	90
11.5. Método da Alteração ou Mudança de Trim	91
11.6. O Efeito da Mudança de Pesos na Reação de Encalhe	92
11.7. O Ponto Neutro de Carregamento – NP	94
11.8. ALTERAÇÃO DA REAÇÃO DE ENCALHE CAUSADA PELA MUDANÇA DE PESOS	95
12. A Mecânica do Encalhe e seus Prognósticos	98
12.1. O Encalhe em Rochas	99
12.2. O Encalhe de Navios e o Naval Surface Warfare Center (NSWC) USA	106
13. Proposta de Avanço Tecnológico e Procedimentos para o Caso de Encalhes e Colisão	114
14. Conclusão	118
15. Bibliografia	120
Anexo I. Modelos de formulários para vistorias de salvamento – Encalhe	123

Lista das Figuras:

Figuras 1 a 4: A evolução Lloyd's de Londres [Ref. 34 – Lloyd's]	2
Figura 5: Casos de salvamento nos ultimos 10 anos e utilizando o contrato de salvamento do Lloyd's (LOF) [Ref. 34 – Lloyd's]	5
Figura 6: Sealand Express, Capetown, África do Sul, 19 de agosto de 2003	35
Figura 7: Artemis – Les Sables D'Ollone, França, 10 de março de 2008	36
Figura 8: O navio Mighty Servant 3 de 27.720,00 TM de Porte Bruto	39
Figuras 9 a 12: A mecânica do acidente em 6 /12 / 2006	40
Figura 13: Início da reflutuação com uso de ar comprimido e içamento	40
Figura 14: Mighty Servant 3 Docagem para reparos em março de 2008 no Estaleiro Grandbahamas	41
Figuras 15 a 18: Maersk Clipper preparando o reboque do navio Candiota em 29 de janeiro de 2003 devido a uma explosão nos tanques 3 e 4 centrais quando no terminal offshore de Lagoa Parada, ES. Na sequência: aproximação, corte da amarra, reposicionamento e inicio do reboque	43
Figura 19: Quantidade de derramamentos acima de 700.00 tm (1970→ 2005) [Ref. 32]	47
Figura 20: Quantidade de óleo jogada ao mar por ano – ITOPF Londres [Ref. 32]	49
Figura 21: Incidência de poluição marinha / fluvial por óleo maiores que 700,00 tm ocorridas entre 1974 e 2007 e sua causas – ITOPF Londres [32]	49
Figuras 22 a 27: Condição do navio-tanque Vicuna após a explosão de seus tanques de carga e o derrame de 1.200 tm de óleo combustível (mistura MF 180 Cst) na Baía do Porto de Paranaguá.	51
Figura 28: Tipos de estabilidade [Ref. 8, 30]	66
Figura 29: Pontos notáveis da estabilidade de uma embarcação	67
Figura 31: Braço de endireitamento [Ref. 8, 30]]	74
Figura 32: Curva Cruzada de Estabilidade [Ref. 30]	75
Figura 33: Curva de Estabilidade Estática [Ref. 8]	76
Figura 34: Curva de Estabilidade Estática [8]	77

Figura 35: Coeficiente de Inércia Longitudinal [4]	79
Figura 37: Reação de Encalhe Uniformemente Distribuida [Ref. 25]	85
Figura 38: Reação de Encalhe Linearmente Distribuida [Ref. 25]	89
Figura 39: Reação de Encalhe – Método de Alteração do Trim [Ref. 25]	89
Figura 39: Embarcação Apoiada no Fundo [Ref. 30]	93
Figura 40: Embarcação Encalhada e com Variação de Trim [Ref. 30]	93
Figura 41: Embarcação Apoiada ao Longo do Comprimento do seu Casco [Ref. 30]	94
Figura 42: Localização do Ponto Neutro de Carregamento [Ref. 30]	95
Figura 43: Alteração da Reação de Encalhe por Adição ou Remoção de Pesos [Ref. 30]	96
Figura 44: Separação do Problema do Encalhe – Dinâmica Externa e a Mecânica Interna (Dissipação de Energia por Deformação Plástica ou Fratura, e Dissipação de Energia por Atrito) [Ref. 26]	100
Figura 45: Correlação de Minorsky – Relação Linear do Volume de Material Deformado [Ref. 27]	101
Figura 46: Modelo de Wierzbicki usado durante seus experimentos	102
Figura 47: Fotografia da chapa fraturada durante o experimento de Thomas	103
Figura 48: Simulação de rocha e casco simples de VLCC com utilização de elementos finitos [Ref.13]	104
Figura 49: A deformação de um tubo cilíndrico e seu módulo de deformação (idealizado) [Ref. 10]	105
Figura 50: Modelo computacional utilizando o ISUM Idealized Structural Method Unit	105
Figura 51: Embarcação em situação de encalhe em rochas [Ref. 20]	106
Figura 52: Arranjo para os testes de encalhe realizados nos Estados Unidos pelo Naval Surface Warfare Center (NSWC) Divisão de Crderock, nos laboratórios (HI Test) em Arvonía, no estado da Virgínia	107
Figura 53: O arranjo estrutural do bloco de fundo convencional (NWSC1)	108
Figura 54: Desenho avançado de um de casco duplo (ADHD) – A estrutura contém espaçamentos pequenos entre longarinas de fundo e sem hastilhas entre as anteparas transversais (NWSC2)	109

Figura 55: Desenho avançado de um de casco duplo (ADHD) desenvolvido a partir do projeto anterior (NWSC2) – Possui um espaçamento ainda menor que o anterior entre longarinas de fundo e anteparas transversais duplas e reforçadas estruturalmente. As logitudinais são reforçadas por meio de prumos na horizontal e a espessura do chapeamento do cobro é maior que a do casco (NWSC3 e NWSC4)	109
Figura 56: Valores críticos de avaria ϵ_0 x Dimensional de estruturas (mm)	111
Figura 57: Resultados comparativos das forças horizontais e verticais (FH e FV) medidas durante ensaio e calculadas com a utilização da força de atrito, $\mu = 0,4$, para os testes realizados com o modelo de bloco de fundo convencional (NWSC1) [Ref. 27]	112
Figura 58: Deformação do fundo do modelo de bloco de fundo convencional (NWSC1) resultante de simulação realizada no HI-Test laboratório da NSWC - Naval Surface Warfare Center, em Arvonía, Virgínia, EUA [Ref. 20]	113
Tabela 1: Derrames de óleo ao mar por acidentes – ITOPF Londres [Ref. 32]:	46
Tabela 2: Maiores derrames de óleo ao mar (1967 → 2007) [Ref. 32]	48
Tabela 3: Coeficientes de forma segundo <i>National Cargo Bureau</i> - EUA	64
Tabela 4: Posição longitudinal estimada do centro de flutuação - LCF	69
Tabela 5 : Detalhes Técnicos para os testes	108

Lista de Símbolos:

∇ / V	→	Volume de carena e deslocamento em água doce
Δ	→	Deslocamento em água salgada
A_{wp}	→	Área de flutuação
p ou		
C_{wp}	→	Coefficiente do plano de flutuação
LCB	→	Distância do centro de carena ao plano da seção mestra
LCF	→	Distância do centro de flutuação ao plano da seção mestra
C_B	→	Coefficiente de bloco
C_p	→	Coefficiente prismático
CSM	→	Coefficiente de seção mestra
L_{bp}	→	Comprimento entre perpendiculares
L	→	Comprimento total
T_m	→	Calado médio
B	→	Boca
k	→	Constante variável
v	→	Velocidade de serviço em nós
VCB	→	Posição vertical do centro de flutuação
D	→	Pontal
G	→	Centro de gravidade do navio
B	→	Centro de carena do navio
M	→	Metacentro
K	→	Ponto de referência para cotas verticais
KG	→	Cota do centro de gravidade do navio
KB	→	Cota do centro de carena do navio
KM	→	Cota do metacentro
BM	→	Raio metacêntrico
GM	→	Altura metacêntrica
GG_v	→	Elevação virtual do centro de gravidade
I	→	Momento de inércia para o tanque ou compartimento
C_{IL}	→	Coefficiente longitudinal de inércia
BM_L	→	Raio metacêntrico longitudinal
I_L	→	Momento de inércia do plano de linha d'água sobre o eixo transversal

T / H	→	Calado
H _n	→	Altura de maré numa hora “n” antes ou depois da maré alta
n	→	Hora antes ou depois da maré alta
Θ	→	Ângulo de fase da maré para uma hora ($180/T$ Graus ou π/T radianos, onde T é a duração da maré de vazante ou de enchente)
H _{lw}	→	Altura da maré de vazante em relação à linha d’água
P _{max}	→	Pressão máxima de encalhe (Mton/ m ² ou Lton/pé ²)
R	→	Reação de encalhe (Mton ou Lton)
l _g	→	Comprimento do encalhe (m ou pés)
b _{avg}	→	Boca média da área de contato no comprimento encalhado (m ou pés)
b	→	Boca da área de contato (m ou pés)
Δ _a	→	Deslocamento imediatamente antes do encalhe
Δ _d	→	Deslocamento após o encalhe
Δt	→	Variação de trim (pol)
ΔTf	→	Mudança de calados avante (T _a – T _d) → antes / depois
df	→	Distância do centro de flutuação à perpendicular de vante
dr	→	Distância do centro de flutuação ao centro da reação de encalhe
T _{ma}	→	Calado médio imediatamente antes do encalhe (pé / m)
T _{md}	→	Calado médio imediatamente após o encalhe (pé / m)
TPI	→	Toneladas por polegada de imersão
TPC	→	Toneladas por centímetro de imersão
MTI	→	Momento para trimar 1 pol
MTC	→	Momento para trimar 1 cm
TC	→	Correção do calado médio em função do trim (pol)
d	→	Distância da meia nau (pé)
t	→	Trim (pol)
δR	→	Variação na reação de encalhe
w	→	Peso adicionado ou retirado
d	→	Distância do peso removido ou adicionado ao ponto neutro de carregamento
d _{nr}	→	Distância do ponto neutro de carregamento ao centro da reação de encalhe
d _{nr}	→	d _n + d _r

- δT_m → Variação no calado médio (T_m)
- δB → Mudança na flutuação (buoyancy) = $w - \delta R$
- δT_a → Alteração no calado de ré (T_a)
- δT_f → Alteração no calado de vante (T_f)
- d_r → Distância do LCF ao centro da reação de encalhe
- d_a → Distância do LCF à perpendicular de ré
- d_f → Distância do centro da reação de encalhe à perpendicular de vante

1 Introdução

Este trabalho tem por objetivo abordar estudos estatísticos e técnicos relacionados com acidentes navais, incluindo, mas não limitados aos encalhes, quer em rios quer em mar, num cenário brasileiro, visando contribuir para a compreensão do desenvolvimento da mecânica de encalhes de embarcações e da metodologia para o seu salvamento, incluindo seu histórico, casos no âmbito mundial, preservação ambiental, regulamentações e estudos existentes. Tais estudos e regulamentações ganharam notoriedade após o acidente com o “**Exxon Valdez**” e têm como principal objetivo evitar a contaminação do meio flutuante por hidrocarbonetos e outros poluidores.

Inicialmente, para que possamos entender melhor o mecanismo de funcionamento das partes envolvidas em ocorrências de encalhe, se faz necessário voltarmos no tempo e conhecermos um pouco sobre a modalidade de seguro mais antiga, sobre a formação do maior mercado segurador mundial da atualidade e sobre o desenvolvimento técnico e comercial das diferentes operações de salvamento de navios e embarcações.

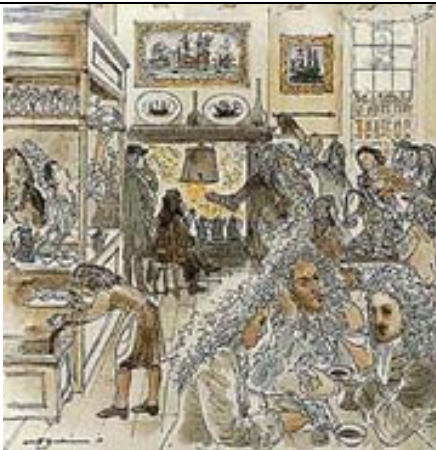
O *Lloyd's of London*, que é o mercado segurador inglês, tem suas origens em 1688 com Edward Lloyd, que naquela época era simplesmente o proprietário do *Lloyd Coffee House*, localizado na Tower Street, em Londres (Fig. 1). O local tornou-se um ponto de encontro muito popular entre tripulantes de navios, mercadores e armadores, pois lá o Sr. Lloyd fornecia a todos informações confiáveis do mundo marítimo e outros serviços. No mesmo local, a comunidade marítima se reunia para discutir termos e condições para seguro entre si. Após o Natal de 1691, o *Lloyd Coffee House* mudou-se para a Lombard Street, onde uma placa comemorativa na cor azul foi instalada. Este arranjo durou um longo tempo, mesmo após a morte do Sr. Lloyd em 1713, até que, em 1774, os membros participantes dos negócios de seguros realizados no *Lloyd Coffee House* formaram um comitê e se mudaram para a *Royal Exchange* como a Sociedade do Lloyd's (Fig. 2).

Em 1838, a *Royal Exchange* foi destruída por um incêndio e posteriormente reconstruída; muitos dos arquivos e registros iniciais do Lloyd foram perdidos.

Em 1871, o primeiro ato do Lloyd's foi passado no Parlamento inglês, fornecendo a base legal para o negócio criado e denominado seguros. O ato do Lloyd's

de 1911 estabeleceu os objetivos da sociedade, o interesse de seus membros, o recebimento e a disseminação de informação. Neste período de tempo, o Lloyd's tinha se tornado um dos mais proeminentes seguradores do mundo.

Dentre os seguros marítimos, consta nos registros do Lloyd's de Londres – Câmara de Arbitragem, que o primeiro contrato de salvamento realizado em bases comerciais e utilizando o contrato do Lloyd's foi em 1890. Tais contratos eram realizados de maneira que os prêmios pagos aos salvadores eram acordados na base do “caso a caso”.



(Fig. 1) Tower Street, Londres



(Fig. 2) The Royal Exchange, Cornhill destruído por incêndio em 1838, e reconstruído em 1944



(Fig. 3) Em 1928 a Sociedade mudou-se para o seu primeiro edifício próprio em Londres, na 12 Leadenhall Street.



(Fig. 4) Em 1958 a Sociedade mudou-se para o seu segundo edifício próprio em Lime Street, onde permanece até os dias de hoje.

Figuras 1 a 4: A evolução Lloyd's de Londres [Ref. 34 – Lloyd's]

O navio em perigo neste primeiro contrato de salvamento era o “**Helen Otto**” e, para salvá-lo, foi contratado o Sr. Grech, com o qual foi acertado, àquela época, um prêmio de 950,00 libras esterlinas. Neste contrato, o Lloyd’s de Londres conseguiu persuadir o Sr. Grech a aceitar a oferta de trabalho de salvamento no qual, em caso de ocorrer qualquer objeção ao prêmio cobrado pelo salvamento, tal questão seria submetida à arbitragem em Londres pelo Comitê ou por um Árbitro apontado pelo Comitê do Lloyd’s. Neste mesmo contrato ficou também estipulado que o prêmio pelo salvamento deveria ser pago ao Sr. Grech no primeiro momento imediatamente após o término da operação de salvamento. [Ref. 34 – Lloyd’s]

Este acordo com o Sr. Grech foi aprovado em 25 de junho de 1890 pelo Comitê do Lloyd’s e rapidamente foi colocado em prática.

Após o salvamento do navio “**Helen Otto**”, ocorreu uma objeção quanto ao prêmio previamente acordado e cobrado. Em novembro de 1890, o Comitê do Lloyd’s encaminhou o assunto a um sub-comitê que, em 26 de novembro de 1890, decidiu que o prêmio acordado de 950,00 libras esterlinas era razoável e não deveria ser reduzido.

O segundo caso existente nos arquivos do Lloyd’s de Londres trata do salvamento do navio “**Hong Kong**” da empresa P&O no qual o prêmio de 30.000,00 libras esterlinas foi acordado. Os Armadores P&O objetaram ao prêmio e o Comitê do Lloyd’s apontou como árbitro o Sr. William Walton que, após estudar e avaliar o caso decidiu em 7 de janeiro de 1891 que o prêmio deveria ser reduzido para 12.000 libras esterlinas.

Todos os outros casos continuaram a ser acertados nas bases do “caso a caso” e quaisquer disputas que ocorressem eram enviadas ao Sr. William Walton, para arbitragem.

Subsequentemente, o Comitê do Lloyd’s pediu ao Sr. William Walton que tomasse para si a responsabilidade de escrever um novo acordo para salvamento e assim surgiu o primeiro Contrato de Salvamento do Lloyd’s (*Standard Lloyd’s Form of Salvage Agreement*). Este novo acordo e o contrato de salvamento nos novos moldes foram publicados em 15 de janeiro de 1908.

Posteriormente, e em conformidade com o mercado segurador e marítimo, e considerando as modificações impostas a estes segmentos por diversos setores da

sociedade, o Contrato de Salvamento do Lloyd's foi sujeito a alterações técnicas e comerciais que ocorreram em datas subsequentes.

Das alterações e ajustes realizados nos contratos de salvamento, as mais importantes para os nossos dias são as alterações ocorridas no princípio de “*no cure no pay*” (“se não salvar não recebe”). Este princípio, aplicado desde a convenção de salvamento de 1910, estabelecia que a responsabilidade pelo pagamento dos prêmios de salvamento era dividida de maneira proporcional pelos seguradores de casco e máquinas e seguradores da(s) carga (s) à empresa de salvamento, na proporcionalidade dos valores salvos.

Na conferência internacional de salvamento de 1989, foram introduzidas mudanças profundas na convenção acima citada; tais mudanças buscaram encorajar as companhias de salvamento a continuar a assumir os riscos anteriormente existentes associados aos agora existentes, principalmente os relacionados à agressão e conservação do meio ambiente. Todos estes contratos continuaram a ser regidos pelo princípio do “*no cure no pay*”, entretanto, independente do resultado, qualquer prêmio a ser pago seria baseado na habilidade técnica operacional da companhia de salvamento em evitar ou minimizar qualquer agressão ou danos ao meio ambiente, bem como os fatores tradicionais de perigo, valores salvos, despesas, sucesso e qualificação / habilidade. Nestas condições também foram introduzidas as compensações financeiras para as empresas de salvamento que tivessem trabalhado em navios que representassem ameaças ao meio ambiente e que tivessem recebido ou a receber, por força de contrato, um prêmio insuficiente quando comparado com seus gastos. Tais ganhos podem variar de um aumento de 30% a 100% do valor dos desembolsos.

Os resultados dessa Convenção de Salvamento entraram em vigor em 1996, mas já haviam sido introduzidas nos contratos do Lloyd's (*Lloyd's Open Form*) de 1990 e 1995. Apesar das alterações acima, sua prática provou que as companhias de salvamento ainda continuavam a encontrar problemas relacionados as suas compensações financeiras nos casos em que não haveria riscos de agressão ao meio ambiente. Conseqüentemente, haveria uma limitação geográfica diretamente envolvida com as compensações financeiras, ou seja, esforços para evitar ou mitigar danos ao meio ambiente seriam irrelevantes fora de áreas abrigadas, fluviais ou costeiras.

Tendo em vista as diferentes experiências nesse período de tempo, cerca de 7 a 8 anos contados a partir de 1990, as companhias de salvamento e os seguradores de

responsabilidade civil (Clubes de P&I) chegaram a um acordo, no qual foi acertado um quantum de vários itens relacionados às diversas operações de salvamento, reduzindo todo e qualquer potencial para disputas jurídicas. Também seriam introduzidos mecanismos de rápida solução para qualquer disputa, que mantivesse a resposta rápida necessária aos contratados para os casos de salvamento.

Dessa maneira, foi criada uma Cláusula Especial de Compensação – P&I - SOPIC (*Special Compensation P&I Clause – SOPIC*), que inicialmente perdurou por 2 anos, para avaliação e rotina de funcionamento. Em 1 de setembro de 2000, com a concordância dos associados da União Internacional de Salvamento (ISU) e os Seguradores de Responsabilidade Civil do Grupo Internacional, a cláusula acima foi introduzida nos contratos de salvamento do Lloyd's (*LOF 2000*). Tal cláusula, apesar de incorporada ao contrato, pode ou não ser invocada a critério da Companhia de Salvamento e de acordo com o tipo de salvamento.

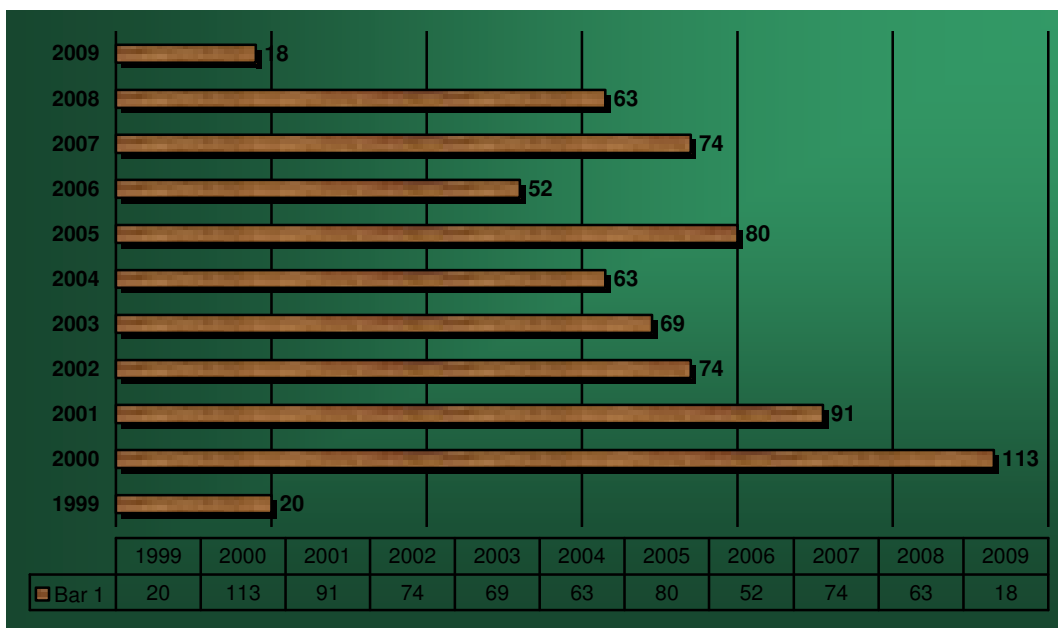


Figura 5: Casos de salvamento nos últimos 10 anos e utilizando o contrato de salvamento do Lloyd's (LOF) [Ref. 34 – Lloyd's]

1.1 Salvamento Marítimo

É o processo de se resgatar um navio, sua carga e, em alguns casos, sua tripulação de um perigo. O salvamento engloba o resgate por meio de reboque, reflutuação de um navio ou embarcação encalhada ou afundada, tamponamento ou reparo do navio ou embarcação. Hoje a proteção e conservação do meio ambiente contra

cargas como óleo e outros contaminantes é considerada mais importante e prioritária em relação ao salvamento do navio e recuperação de sua carga.

As companhias de salvamento ou os salvadores (*salvors*) são criadas por ex-marítimos e/ou engenheiros que realizam o salvamento de navios ou embarcações que não sejam de sua propriedade. Quando da realização de operações de salvamento, são usados guindastes, diques flutuantes, equipes de mergulho e rebocadores; tudo em prol da reflutuação, içamento, reparo e reboque em condições de segurança. Associado a tudo isto, devemos observar a preservação do meio ambiente e a prevenção de danos ao mesmo.

O salvamento marítimo, é um trabalho pesado, realizado em condições adversas e muitas vezes perigoso, requerendo dos técnicos envolvidos raciocínio específico, imaginação e conhecimento técnico. O salvamento marítimo não é tão lucrativo como as histórias do mar sugerem.

As companhias de salvamento ou os salvadores de navio (*salvors*) trabalham sempre por um prêmio. O princípio do salvamento do bem em perigo no mar em troca de um prêmio ou recompensa é muito antigo e bastante bem estabelecido em Lei do Almirantado e outras. O prêmio ou recompensa não se aplica ao salvamento da vida humana, que é regulada pela convenção da “Segurança da Vida Humana no Mar (*S.O.L.A.S. Safety of Life at Sea*), mas conforme prática de mercado.

Existe hoje um novo princípio no salvamento marítimo que é conhecido como “*Liability Salvage*”, que poderia ser traduzido como “Eliminação ou Mitigação das Responsabilidades”, e que é definido como o prêmio ou recompensa paga pelos Armadores ou Proprietários do bem ou coisa por todas as responsabilidades (obrigações), incluindo mas não limitado à responsabilidade civil, às quais os mesmos estariam sujeitos caso as companhias de salvamento ou os salvadores de navio (*salvors*) não tivessem intervindo no caso de salvamento.[Ref.4]

Muito embora o salvamento de bens e coisas exista há anos, a exploração do mesmo em escala comercial é bastante recente e, conforme citado anteriormente, teve seu início em 1890 com o salvamento do navio “**Helen Otto**”. As técnicas desenvolvidas inicialmente foram sendo aperfeiçoadas e alteradas para poder atender às modificações tecnológicas introduzidas nos navios, plataformas de todos os tipos e outras embarcações. [Ref. 34 – Lloyd’s]

Dois elementos no salvamento marítimo sempre estão ligados em importância: o técnico e o comercial. Os navios, as plataformas de todos os tipos ou outras embarcações são estruturas bastante complexas, projetadas e concebidas com parâmetros e regras bem definidos. O encarregado (*salvage master*) ou engenheiro de salvamento deve entender o aspecto técnico do salvamento de forma abrangente, não só o comportamento do navio em condições normais de flutuabilidade e carregamento mas também o comportamento do navio quando em condições anormais, como por exemplo em condição de encalhe. Simultaneamente, deve também cuidar da parte comercial do salvamento, o que requer um bom gerenciamento da situação, evitando-se que uma operação de salvamento que tenha sido boa tecnicamente, precisa no seu desenvolvimento e coroada de êxito no final torne-se uma catástrofe financeira para seus salvadores.

Nos dias de hoje, uma das grandes decisões quanto ao salvamento de uma embarcação, é a decisão a ser assumida, com informações mínimas e incompletas, no que diz respeito ao tipo de contrato a ser assinado e as chances de sucesso técnico operacional ou comercial. O segmento de mercado de salvamento de bens ou coisas no mar é de alto risco e a complexidade de alguns casos tem causado algumas situações indesejáveis no mercado.

Nos salvamentos de hoje, um terceiro elemento veio a se juntar aos dois anteriores: preservação do meio ambiente. Este elemento, com a força das leis e regulamentações mundiais e de cada país, assumiu, acima de qualquer outro elemento, uma posição prioritária ou compulsória em qualquer operação de salvamento, afetando em muito a maneira de se desenvolver um plano de salvamento e atuação dos técnicos envolvidos nessa operações. Na decisão de se aceitar um contrato de salvamento deve-se considerar e avaliar os riscos de poluição ao meio ambiente e seus efeitos, complexidade operacional, responsabilidade civil e termos contratuais. Tudo isso se faz necessário para que se possa ter o máximo de segurança no atendimento e cumprimento de todas as regulamentações existentes no local do desenvolvimento do salvamento.

Quando uma operação de salvamento obtém resultados satisfatórios, é sempre esperado que o bem ou coisa salva volte ao seu serviço regular o mais rápido possível, para atender seus compromissos comerciais que foram interrompidos. Entretanto, existem casos em que ocorrem danos ao meio ambiente, em que a carga do navio é avariada pelo encalhe ou alívio ou simplesmente jogada ao mar, em que ocorrem avarias

à propriedade particular ou acidentes pessoais e, para isso, se faz necessário que sempre exista o Gerenciamento do Acidente Marítimo (*Marine Casualty Management*). Este gerenciamento é mais complexo do que a operação de salvamento e é responsável pela razoabilidade do balanceamento de todas as ações durante o desenvolvimento das operações e o desenvolvimento de toda e qualquer ação para mitigar qualquer tipo de perda ou dano. [Ref.4]

2 Os Principais Agentes e as Partes no Salvamento Marítimo

Em um salvamento marítimo, existem diferentes interesses representados por seus respectivos especialistas. Nem sempre há entre as partes envolvidas compatibilidade nas suas atribuições e no desenvolver de seus serviços inerentes àquela operação de salvamento. Normalmente, armador, donos da carga, seguradores e os salvadores do bem ou coisa têm um interesse legal e comum, que é manter o valor dos bens em perigo. Entretanto, existem outros interesses que podem julgar que a carga, ou até mesmo o navio, possa ser fonte de poluição e simplesmente ignorar qualquer valor que o bem possa ter em vista a se livrar do problema o mais rápido possível.

Devido as particularidades deste mercado não é difícil encontrar pessoas que trabalham com salvamentos marítimos envolvidos com diferentes interesses em diferentes casos de salvamentos marítimos. Tais profissionais são qualificados para o desenvolvimento de suas atribuições na representação de cada interesse dentro de limites técnico-profissionais.

Como partes ou interesses representados em uma operação de salvamento marítimo, podem-se citar:

1. Os Salvadores (<i>Salvors</i>)	6. Especialistas (<i>Experts</i>)
2. O Coordenador (<i>Salvage Master</i>)	7. Armadores
3. A Equipe de Salvamento	8. Seguradores
4. A Equipe de Logística	9. Agências Governamentais
5. Suporte Terrestre (<i>Backup</i>)	10. Imprensa

2.1 Os Salvadores (*Salvors*)

Parte principal de qualquer operação de salvamento marítimo e sem os quais não se teria a necessária operação. Existem basicamente duas categorias de salvadores marítimos: os ocasionais e os profissionais.

Os ocasionais são aqueles que não fazem do salvamento um negócio ou atividade regular: não mantêm rebocadores nem equipamento para esta finalidade específica mas, devido a um acidente marítimo qualquer, são chamados a atender um

pedido de socorro de uma embarcação. Frequentemente eles trabalham sem contrato e buscam seu prêmio ou recompensa através dos tribunais específicos. Estes salvadores ocasionais têm prestado relevantes serviços à comunidade marítima como um todo e, em vários países do mundo, existe um incentivo para este tipo de serviço através de prêmios e recompensas generosas pelos bons trabalhos prestados.

Os profissionais são aqueles que fazem do salvamento um negócio regular e, para tal, mantêm rebocadores, embarcações, equipamento e pessoal especializado para as diferentes tarefas. Tendo em vista os riscos inerentes a este negócio, as companhias de salvamento normalmente têm, junto com o negócio de salvamento, um negócio alternativo tal como fornecimento de serviços de rebocadores ou cábreas ou de engenharia marítima. Tal se faz necessário devido à esporadicidade deste negócio, evitando-se assim os altos custos.

Os serviços prestados por este tipo de companhia são sempre previamente acertados por meio de contratos específicos e, em caso de arbitragem, seus prêmios e recompensas levam sempre em consideração os investimentos nas operações. Nas operações desenvolvidas nos dias de hoje, e com as leis e regulamentações existentes no que concerne à preservação do meio ambiente, a velha máxima de se manter várias estações de salvamento com rebocadores em “*stand by*” pelo mundo afora já não é relevante. Profissionais treinados e com rapidez de movimentação fazem com que embarcações e equipamentos estejam disponíveis no momento correto e no local desejado.

Entre os salvadores de navios ocasionais e os profissionais existem ainda os consultores em salvamento, que são pessoas com conhecimento e experiência em salvamento marítimo. Trabalham na base de projeto a projeto e sem qualquer investimento em equipamento ou pessoal, optando por alugá-los ou contratá-los no mercado de acordo com cada operação a ser realizada. A contratação destes profissionais está diretamente relacionada à redução de custos da operação bem como à magnitude da mesma.

Existem ainda os órgãos governamentais que muitas vezes são, por força de lei do país, obrigados a intervir ou até a realizar operações de salvamento quando o meio ambiente está em perigo ou quando áreas de interesse comum possam ser prejudicadas quer econômica quer operacionalmente. Tais órgãos governamentais não atuam visando lucro nem produtividade e, muitas vezes, necessitam apoio externo devido à falta de

treinamento e experiência pois, na maioria das vezes em que se envolvem em uma operação deste tipo, eles o fazem por força da lei.

2.2 O Coordenador de Salvamento (*Salvage Master*)

O coordenador de salvamento é também conhecido como gerente de projeto ou comandante do salvamento e é o técnico que está a cargo de toda a operação de salvamento. Esta posição combina o gerenciamento da operação, as responsabilidades técnicas operacionais e a habilidade na administração dos serviços de relações públicas. Não existe uma formação ou qualificação específica para esta função, podendo a mesma ser exercida por engenheiros, ex-marítimos e técnicos em salvamento. O requisitos principais para tal função são o conhecimento técnico e experiência em diferentes operações de salvamento, e, no aspecto comercial, possuir liderança e habilidade no gerenciamento devido aos vários interesses envolvidos nestas operações.

2.3 A Equipe de Salvamento

A equipe de salvamento a ser escolhida deve ser tal que possua todas as qualificações e habilidades necessárias e, ao mesmo tempo, ser a menor possível em número de membros.

Estas equipes normalmente ficam a bordo da embarcação encalhada, em condições variadas de conforto e de trabalho e, na maioria das vezes, são lideradas pelo engenheiro de salvamento que não esteja na função de coordenador de salvamento, mas sim sob suas ordens. Na impossibilidade do engenheiro de salvamento chefiar esta equipe, a função é dada ao supervisor de salvamento que terá como assistente o mestre de operação da equipe de salvamento.

A equipe de salvamento é composta de diferentes profissionais, tais como mergulhadores, mecânicos, operadores, soldadores, maçariqueiros, eletricitas, etc., os quais são responsáveis pela execução do plano de salvamento preparado pelo engenheiro de salvamento juntamente com o coordenador de salvamento.

Uma equipe de salvamento motivada de maneira correta é aquela que estará disposta a realizar os trabalhos mais duros, suportar os grandes desconfortos e viver com os constantes riscos de um salvamento, a fim de obter os melhores resultados.

2.4 Logística

No passado, tínhamos rebocadores de salvamento com grande quantidade de equipamentos de salvamento estacionados em pontos de maior incidência de acidentes ao redor do mundo. Hoje com as mudanças econômicas, facilidades de comunicação, disponibilidades de transportes e de equipamentos, as companhias de salvamento mantêm seu pessoal baseado em suas sedes e os enviam para os locais de trabalho quando necessário.

A logística tem participação importante no cenário das operações de salvamentos: tudo deve estar preparado antes do acidente ocorrer. As companhias de salvamento devem ter antecipadamente seus contratos e acordos com aqueles que são detentores de serviços e equipamentos imprescindíveis à operação de salvamento pretendida.

A logística de uma operação de salvamento é coordenada pelo coordenador de salvamento juntamente com seu agente local para operações de até um certo porte. Em casos outros, um supervisor de logística é incorporado à equipe de salvamento para se evitar a sobrecarga de tarefas.

2.5 Suporte em Terra (*Backup*)

Em toda operação de salvamento, as companhias envolvidas com o projeto mantêm uma equipe em terra à disposição do pessoal em campo para que se possa solucionar quaisquer problemas de ordem técnico-operacional, bem como evitar qualquer erro na operação por falta de dados ou informação.

2.6 Especialistas (*Experts*)

As companhias de salvamento não podem manter em seus quadros especialistas para os mais diversos tipos de perigos existentes a bordo das embarcações ou relativo aos seus diversos tipos de cargas.

Especialistas com seus equipamentos ou ferramentas de trabalho são normalmente contratados para trabalhar no campo da química ou da agronomia, para lidar com problemas inerentes à carga. Outros especialistas de engenharia também são chamados para trabalhar com a área estrutural ou de estabilidade, para dar suporte ao engenheiro de salvamento no campo.

A contratação de especialistas nos diversos campos da operação de salvamento normalmente aumenta a eficiência e confiabilidade da mesma.

2.7 Armadores

Os armadores são aqueles que detêm o interesse principal no bem ou coisa em perigo e seu interesse primo é ter esse bem ou coisa de volta à normalidade e produzindo o fluxo de caixa necessário ao seu negócio.

Historicamente os contratos de salvamento eram assinados pelos comandantes das embarcações em perigo. Entretanto, devido às facilidades de comunicação, hoje, na maioria das vezes, esses contratos são assinados nos escritórios dos armadores.

Os técnicos dos armadores também são responsáveis por prestar todas as informações técnicas necessárias aos salvadores, bem como ajudá-los em qualquer aspecto não usual do projeto e operação do navio.

Durante o desenvolvimento da operação de salvamento, os armadores manterão um representante seu a bordo do navio para acompanhamento e assistência quando necessário.

2.8 Seguradores

Os seguradores de casco e máquina, de responsabilidade civil, da carga e outros estarão sempre presentes nas operações de salvamento, cada qual defendendo seus interesses, inclusive no ato declaratório de avaria grossa.

Durante o desenvolvimento da operação de salvamento, é comum que somente os seguradores de casco e máquinas e o de responsabilidade civil do lado dos armadores tenham acesso ao navio e às informações relativas ao desenvolvimento da operação pelos salvadores da embarcação.

2.9 Agências Governamentais

Em diferentes operações de salvamento as agências governamentais tomam parte no processo de salvamento de uma embarcação por força de lei. A sua participação é bastante ampla no âmbito mundial e está voltada para a preservação do meio ambiente e dos bens existentes. Suas tarefas são desenvolvidas com o apoio do

peçoal envolvido com a operação de salvamento e através de representantes seus que são colocados a bordo para efeito de acompanhamento técnico e operacional.

2.10 Imprensa

A imprensa não é parte de uma operação de salvamento. Entretanto uma embarcação em perigo ou sendo salva é motivo de notícia para a população.

Manter a imprensa informada sobre alguns pontos da operação é sempre uma boa medida pois os manterá afastados e os riscos inerentes a boatos ou falsas informações serão evitados.

Tudo que não se deseja numa operação de salvamento é ter a população local contra ou interferindo nos trabalhos sendo realizados por conta de inverdades.

Nota:

A lei do salvamento tem sua base no princípio de que a companhia de salvamento deve ser recompensada por arriscar vidas e equipamentos para salvar do perigo a propriedade de terceiros. Antes de qualquer operação de salvamento, se faz necessário obter a permissão dos armadores ou comandante do navio. Entretanto, caso o navio esteja abandonado, tal permissão não é necessária: basta a passagem de cabos por um rebocador ou a abordagem do navio.

O valor do prêmio depende, em parte, do valor do navio ou embarcação salva, o tamanho do risco envolvido e o grau de perigo em que o navio se encontrava. Disputas jurídicas relativas aos direitos das companhias de salvamento são comuns e, para reduzir tais disputas, inclusive valores cobrados após o salvamento, para se minimizar tal atitude, os armadores sempre deixam a bordo os seus representantes a fim de minimizar qualquer outro eventual custo.

3 As Sociedades Classificadoras e a Associação das Sociedades Classificadoras (IACS)

Na segunda metade do século XVIII, os Seguradores Marítimos baseados na Cafeteria Lloyd's, em Londres, desenvolveram um sistema independente de inspeção do casco e equipamentos dos navios apresentados para eles para efeito de seguro. Em 1760 um comitê foi formado para esta finalidade específica, e a prova mais antiga e disponível de tal iniciativa é o Livro de Registro do Lloyd's (*Lloyd's Register Book*) para os anos de 1764 até 1766. [Ref. 30 e 34 – Lloyd's]

Naquela época, tentou-se classificar as condições de cada navio em bases anuais. A condição do casco era classificada como A, E, I, O ou U e em conformidade com sua construção e sua continuada manutenção. Os equipamentos eram classificados como G, M, ou B que qualificavam os equipamentos como Bom – Médio – Ruim (*Good - Middling - Bad*). Subsequentemente, as letras G, M e B foram substituídas por números: 1, 2 ou 3. Daí a origem da expressão 'A1' que significa a primeira ou a mais alta classe. [Ref. 30 e 34 – IACS]

O conceito de classificação de navios ganhou o mundo, e desde então apareceram as Sociedades Classificadoras.

As Sociedades Classificadoras são organizações que estabelecem e aplicam especificações técnicas relacionadas a projeto, construção e inspeções, incluindo mas não limitado, a navios e estruturas offshore. As especificações técnicas são publicadas como regras das Sociedades Classificadoras.

Qualquer navio, projetado e construído em conformidade com as regras de determinada Sociedade Classificadora estará apto a receber os seus certificados de classe quando do término da construção. A grande maioria dos navios são construídos e inspecionados em conformidade com as regras emitidas por determinada Sociedade Classificadora.

Existem mais de 50 organizações no mundo definindo suas atividades como as de classificação marítima. Desse total, 10 delas formam a Associação Internacional de Sociedades Classificadoras (*IACS - International Association of Classification Societies*). Estes 10 membros, coletivamente, classificam 94% da frota marítima mundial.

Os atuais membros desta associação são:

Bureau Veritas (BV)

Fundada em Antuérpia em 1828, tendo se mudado para Paris em 1832.

Lloyd's Register of British e Foreign Shipping

Foi re-estruturada como uma sociedade classificadora em 1834; regras para construção e inspeção foram publicadas no mesmo ano.

Registro Italiano Navale (RINA)

Fundado em Gênova no ano de 1861 pela "Associazione della Mutua Assicurazione Marittima" (*Mutual Marine Insurance Association*) que fora estabelecida também em Gênova em 1857.

American Bureau of Shipping (ABS)

Fundada em Houston em 1862.

Det Norske Veritas (DNV)

Fundada em 1864 depois que, em 1850, as Sociedades Seguradoras Norueguesas decidiram pela uniformidade de regras para novas construções.

Germanischer Lloyd (GL)

Fundado em 1867, em Hamburgo por um grupo de 600 armadores, construtores navais e seguradores.

Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK)

Fundada em Tóquio em 1899.

The Russian Maritime Register of Shipping (RS)

Foi originada em 1913 a partir do Registro Fluvial Russo.

China Classification Society (CCS)

Fundada pelo regime comunista em Beijing no ano de 1956.

Korean Register (KR)

Fundada em 1960.

A história da Associação das Sociedades Classificadoras – IACS, se desenvolveu, basicamente, da seguinte maneira:

- 11 de setembro de 1968: Foi fundada a IACS durante reunião em Hamburgo nos escritórios do Germanischer Lloyd, por:
- American Bureau of Shipping
 - Bureau Veritas
 - Det Norske Veritas
 - Germanischer Lloyd
 - Lloyd's Register of Shipping
 - Nippon Kaiji Kyokai
 - Registro Italiano Navale
- O Eng. H.G. Schultz do Germanischer Lloyd assumiu o posto de presidente.
- 10-11 de junho de 1969 Foi realizada a primeira reunião do conselho da IACS em Hamburgo nos escritórios do Germanischer Lloyd.
- 29 de outubro de 1969 IACS recebeu o status de consultores perante a IMCO durante a 6ª assembléia regular da IMCO – 15 – 30 de Outubro de 1969, em Londres)
- 1 de novembro de 1969 USSR Register of Shipping tornou-se membro.
- 1 de outubro de 1970 Polski Regestr Statkow tornou-se associado.
- 27 de abril de 1973 Jugoslavenski Registar Brodova tornou-se membro.
- 1 de abril de 1976 F.N. Boylan foi apontado como representante da IACS para permanente representação para IMCO.
- 31 de maio de 1988 China Classification Society tornou-se membro.

31 de maio de 1988	Korean Register of Shipping tornou-se membro
3 de dezembro de 1991	4ª Reunião extraordinária do conselho (USSR Register of Shipping / Lloyd's Register of Shipping, Londres) Indian Register of Shipping tornou-se associado
1 de junho de 2000	Polski Regestr Statkow foi expulsa da IACS após a perda do navio “Leader L” com a perda de 18 vidas em Março de 2000.
31 Dez 2004	Croatian Register of Shipping (Hrvatski Register Brodova / Jugoslavenski Registar) deixou a associação.
13-15 Dez 2005	52ª Reunião do conselho em Londres para a adoção de regras estruturais comuns para petroleiros e graneleiros.

Em casos de encalhes aonde se venha a requerer assistência e salvamento, o papel da Sociedade Classificadora é nenhum. A embarcação automaticamente tem sua classe suspensa por condição de regra e, quando chamada para atendimento a um desses casos, normalmente tal atendimento está diretamente ligado a formalidades burocráticas.

Com a evolução de políticas ambientalistas, regulamentações governamentais e não-governamentais e a necessidade de uma rápida resposta aos vários acidentes marítimos, algumas sociedades classificadoras, quer por iniciativa própria quer por solicitações específicas constituíram os Centros de Respostas aos Acidentes Marítimos (*Marine Casualty Responses Center*). Estes centros, com bancos de dados vastos e com a utilização de ferramentas computacionais, como HecSalvTM, DamageTM e outros programas, estão em condições de assistir as operações de salvamento no que diz respeito a reação de determinada embarcação quando do acidente com bastante acuidade, bem como fornecer respostas a operações pretendidas durante o desenvolvimento da operação de salvamento.

4 Organização Marítima Internacional (IMO) – Breve Histórico

A navegação é possivelmente a mais internacional de todas as grandes indústrias e, conseqüentemente, uma das mais perigosas. Com base nesta realidade tem sido reconhecido que a melhor maneira de se aperfeiçoar a segurança nos mares é através de regulamentações internacionais adotadas e seguidas pelos países envolvidos com a navegação. Vários países sugeriram a criação de uma organização internacional para promover a segurança nos mares, o que só veio a acontecer após a criação das Nações Unidas.

Criada em 1948, durante uma conferência internacional em Genebra, a Organização Marítima Consultiva Inter-Governamental (IMCO), que teve seu nome alterado em 1982 para Organização Marítima Internacional (IMO), é hoje a agência especializada das Nações Unidas que tem como objetivo instituir um sistema de colaboração entre governos no que se refere a questões técnicas que interessam à navegação comercial internacional, bem como encorajar a adoção geral de normas relativas à segurança marítima e à eficácia da navegação. A convenção da IMCO entrou em vigor em 1958 e sua primeira reunião ocorreu no ano subseqüente. Desde então as reuniões são realizadas de dois em dois anos.

A principal tarefa àquela época era a adoção da nova versão da Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), o mais importante tratado lidando com segurança nos mares. Este objetivo foi alcançado em 1960 e, a partir daí, a atenção da IMO voltou-se para outros assuntos como o tráfego marítimo internacional, borda livre e carregamento de cargas perigosas, ao mesmo tempo em que se procedia à revisão do cálculo da arqueação das embarcações.

Compete à IMO, igualmente, estimular o abandono de medidas discriminatórias aplicadas à navegação internacional, examinar questões relativas a práticas desleais de empresas de navegação, tratar de assuntos relativos à navegação marítima apresentados por outros órgãos das Nações Unidas e promover o intercâmbio, entre os governos, de informações sobre questões estudadas pela Organização. A organização conta com 166 países membros.

4.1 Convenções

A Organização Marítima Internacional (IMO - International Maritime Organization), fundada em 1948, começou a funcionar somente em 1958 e teve, em 1975, a revisão de sua convenção, a qual entrou em vigor em 1982. Desde então foi sob a sua tutela que foram introduzidas alterações a convenções, bem como adotadas novas convenções.

Nas sessões da IMO, o Conselho desempenha o papel de órgão diretivo, o qual é constituído por 40 membros, eleitos por dois anos e distribuídos em três categorias conforme explicitado a seguir.

4.2 Composição do Conselho da IMO

A IMO indica que a eleição dos membros do Conselho deve respeitar os seguintes critérios:

- (a) Dez membros devem ser dos Estados mais envolvidos no transporte marítimo internacional;
- (b) Dez outros membros devem ser de Estados com grande interesse no comércio marítimo internacional; e
- (c) Vinte outros membros devem ser de Estados não eleitos pelas categorias (a) e (b), mas que tenham especial interesse no transporte marítimo ou navegação e cuja eleição assegure ao Conselho representatividade em termos das diversas zonas geográficas do mundo.

Os Membros do Conselho eleitos na 24^a Assembléia para 2008 e 2009 são os seguintes:

- (a) China, Grécia, Itália, Japão, Noruega, Panamá, República da Coreia, Federação Russa, Reino Unido, Estados Unidos;

- (b) Argentina, Bangladesh, Brasil, Canadá, França, Alemanha, Índia, Holanda, Espanha, Suécia;

(c) Algéria, Austrália, Bahamas, Chile, Chipre, Dinamarca, Egito, Ghana, Indonésia, Malta, México, Nigéria, Filipinas, Polônia, Portugal, Arábia Saudita, Singapura, África do Sul, Turquia, Venezuela.

Os trabalhos realizam-se em comitês e sub-comitês técnicos. Os dois mais importantes são o Comitê de Segurança Marítima (MSC-Maritime Safety Committee) e o Comitê para a Proteção do Meio Ambiente Marinho (MEPC- Maritime Environment Protection Committee).

Estes comitês são assistidos e assessorados por nove sub-comitês:

- Segurança da Navegação;
- Radiocomunicações;
- Busca e Salvamento;
- Certificação da Formação e Vigilância;
- Mercadorias Perigosas, Cargas sólidas e Contentores;
- Concepção e Equipamentos dos Navios;
- Proteção Contra Incêndio;
- Estabilidade e Linhas de Carregamento e Segurança dos Navios de Pesca;
- Líquidos, Gases e Granel.

Existem ainda um comitê jurídico, um comitê da cooperação técnica e um comitê de facilitação (para tentar simplificar as formalidades marítimas).

O Secretariado é o órgão permanente que assegura o funcionamento da IMO. Encontra-se na sede da organização, em Londres, sob a autoridade de um Secretário-geral, eleito por quatro anos (renováveis), pelo Conselho, e que tem sob seu comando trezentos funcionários internacionais.

Embora a IMO tenha um papel essencialmente técnico, regulamentar e normativo através das suas convenções, resoluções e circulares, não pode obrigar os Estados a incorporarem estes textos nos seus códigos legislativos e regulamentares, nem assegurar a aplicação dos mesmos.

Na ausência de uma aplicação eficaz da regulamentação internacional pelos Estados da bandeira (países de origem dos navios), a via mais eficiente é a do controle pelos países dos portos visitados, e com a implantação de acordos regionais

(Memorandum of Understanding on Port State Control -MOU) visando assegurar esta tarefa de modo harmonioso e não discriminatório.

O primeiro MOU, o de Haia em 1978, foi ampliado em 1982 (MOU de Paris) de forma a englobar a maioria dos países da Europa do Norte, para enfrentar as bandeiras de conveniência (livre registro). Certos acordos do mesmo tipo existem para a América do Sul, Extremo Oriente, Caraíbas, Mediterrâneo, Oceano Índico, África Central e Ocidental, Mar Negro. [Ref. 34 – IMO]

4.3 As principais convenções em vigor

Após a aprovação de pelo menos 2/3 dos seus membros, foram publicados pela IMO cerca de quarenta convenções e protocolos aplicáveis obrigatoriamente pela sua iniciativa nos Estados que as ratificaram. Juntamente com estas convenções, acrescentaram-se mais de oitocentas compilações de regras, códigos, diretivas e recomendações que não vinculam juridicamente os governos, mas sim lhes fornecem bases e recomendações sobre a metodologia para elaborar os seus próprios regulamentos e decretos. A segurança marítima depende quase exclusivamente da IMO.

A convenção SOLAS (*Safety of Life At Sea* – Salvaguarda da vida no mar) é a mais importante das convenções; é datada de 1912 e foi ratificada por treze países após o naufrágio do Titanic. Sofreu emendas pela primeira vez em 1929, depois em 1948 e 1960. Em 1974 foi remodelada e, em 1978 e 1988, complementada por dois outros protocolos que englobaram os equipamentos dos navios, as regras de segurança a seguir, os procedimentos de alerta e de socorro, os controles pelo Estado do porto, etc.

Para concretizar a aplicação da convenção SOLAS, o Código Internacional para a Gestão da Segurança Marítima (*I.S. Code*), aprovado em 1993 e que entrou em vigor (consoante os tipos de navio) em julho de 1998 e Julho de 2002, constitui para as companhias marítimas um guia (verdadeiro *checklist*) das recomendações e protocolos a cumprir.

Em 1972, a IMO adotou a convenção COLREG - Regulamento Internacional para Prevenir as Colisões no Mar (*International Regulations for the Prevention of Collisions at Sea*), retomando e definindo então as regras de navegação fixadas desde o fim do século XIX, explicitadas e melhoradas durante as conferências do SOLAS já citadas.

As Convenções LL (*Load Lines*) de 1966/1998 e Tonnage de 1969 definem, respectivamente, as linhas de carga e a arqueação dos navios, e a Convenção CSC (*Convention for Safe Container*), as condições de segurança para o transporte de contentores.

As Convenções SAR (*Search and Rescue*) de 1979 e SALVAGE de 1989 tratam da organização do salvamento e mais amplamente da assistência no mar, baseando-se na INMARSAT (Organização Internacional de Telecomunicações Marítimas por Satélites) instalada em Londres desde 1979.

A Convenção STCW (*Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers*) de 1978, revista em 1985 e 1997, determina as normas de formação dos marítimos, a emissão e o controle dos certificados de competência.

A aplicação da convenção do SOLAS e das outras convenções acima ocorreu com a elaboração do Código Internacional de Segurança (*I.S.M-International Safety Management Code*), que foi aprovado em 1993 e com vigência (dependendo do tipo de navio) entre Julho de 1998 e Julho 2002. Este instrumento constitui para as companhias marítimas uma verdadeira lista de instruções e procedimentos que têm de ser respeitadas, segundo a norma ISO 9000. Dentro de cada política a ser adotada, estão sempre à frente os procedimentos para garantir a segurança da navegação, a prevenção de poluição, a minimização de riscos e acidentes pessoais a bordo e em terra, etc.

Como resposta ao aumento do terrorismo e ao risco de atentados aos navios e às instalações marítimas, a Conferência Diplomática da IMO de Dezembro de 2002 completou a Convenção SOLAS e instaurou um Código Internacional relativo à Segurança dos Navios e das Instalações Portuárias (Código ISPS). [Ref. 34 – IMO]

5 Diretoria de Portos e Costas (DPC) e Capitânicas dos Portos

É com a abertura dos portos do Brasil, por decreto de D. João VI datado de 28 de janeiro de 1808, que surge no país a noção de controle da navegação marítima.

[Ref. 34 – DPC]

Pelo Decreto de 7 de junho de 1809, criou-se o Despachante das Embarcações que saíssem dos portos e, mais tarde, em 1810, o Alvará de 3 de fevereiro criou a Mesa de Despacho Marítimo que, além de outras atribuições, regulava a maneira pela qual deviam ser efetuados os despachos dos navios que saíssem dos portos. Essas Mesas de Despacho eram situadas nos principais portos do país, depois Capitais das Províncias, culminando com a sua regulamentação, pelo Decreto de 26 de março de 1833 que, além do Despacho Marítimo tratava, igualmente, da arqueação de embarcações, registros, etc.

Mais tarde, pelo Decreto 358, de 14 de agosto de 1845, o Governo do Império resolveu estabelecer uma Capitania em cada Província Marítima, com as atribuições específicas de polícia naval, conservação dos portos, inspeção e administração dos faróis, balizamento, matrícula do pessoal marítimo, praticagem, etc. Essas primeiras Capitânicas eram subordinadas diretamente ao Ministro da Marinha do Império e foram criadas sucessivamente por diversos decretos, desde 15 de maio de 1846 (Belém, São Luís, Recife, Salvador, Rio de Janeiro, Florianópolis, Rio Grande); 3 de outubro de 1847 (Natal, João Pessoa, Maceió, Santos); 12 de janeiro de 1848 (Aracaju); 1º de outubro de 1853 (Paranaguá); 10 de fevereiro de 1855 (Parnaíba); 12 de janeiro de 1856 (Vitória); 11 de julho de 1857 (Fortaleza); 16 de março de 1861 (Corumbá); e 18 de novembro de 1874 (Manaus).

A primeira sede da Diretoria de Portos e Costas pode ser encontrada ao considerar-se o contido no relatório do Ministro da Marinha, Almirante Alexandrino Faria de Alencar, endereçado ao Presidente da República dos Estados Unidos do Brasil, datado de abril de 1908, informando que “a Inspetoria de Portos e Costas, criada recentemente, funciona na antiga residência do Vice-Inspetor do Arsenal de Marinha”.

Nesse mesmo documento encontra-se publicada a relação dos Próprios Nacionais pertencentes ao Ministério da Marinha no ano de 1870, organizada conforme o disposto no parágrafo 4º do artigo 12 da Lei nº 1.114 de 27 de setembro de 1860. Consta que, entre os bens arrolados, existiam dois destinados à Secretaria de Inspeção.

O primeiro, construído sobre pilares de alvenaria com um armazém, tendo de frente 65,5 palmos e de fundo 172, era ocupado pela então existente Secretaria de Inspeção, para ser “Casa do Risco e Oficina de Tanoeiros”. Ainda, nessa relação, há um outro bem que é considerado como sendo a primeira sede da Diretoria de Portos e Costas, onde existe a seguinte descrição “1 sobrado de pedra de cal, construído sobre pilares, de 55 palmos de frente por 172 de fundo ... serve de quartel do Vice-Inspetor e do Ajudante das Obras do Mar. Na parte ao rés do chão trabalha-se em consertos de escaleres e em outros semelhantes”.

Somente no advento da República é que se resolveu desligar a subordinação das Capitânicas do Ministro da Marinha e concentrá-las sob um único órgão que, a princípio, denominou-se de Inspeção de Portos e Costas. Foi o Decreto nº 6.509, de 11 de junho de 1907, que criou o Regulamento da Inspeção de Portos e Costas, o qual, dispondo de 38 artigos, subordinou todas as Capitânicas existentes no país à mencionada Inspeção.

Pelo Decreto nº 9169-A, de 30 de novembro de 1911, a estrutura da Marinha foi modificada, com evidente inspiração na organização da Marinha Britânica, passando o Inspetor de Portos e Costas a denominar-se de Superintendente de Portos e Costas e fazer parte do Almirantado.

Em 1923, pelo decreto 16.237 de 5 de dezembro, o Ministério da Marinha sofreu nova reorganização administrativa e a Superintendência passou a ser denominada de Diretoria de Portos e Costas, com as mesmas atribuições, isto é, as primitivas da antiga Inspeção e da então existente Superintendência de Portos e Costas, subordinada esta nova Diretoria diretamente ao Ministério da Marinha.

Mais tarde foram criadas as Capitânicas Fluviais que, abrangendo mais de um Estado ou Província, correspondiam aos portos dos respectivos rios. As três primeiras foram Pirapora (11 de março de 1926); Foz do Iguaçu (20 de novembro de 1940) e Rio Uruguai (7 de outubro de 1954). Ainda pertenciam à rede administrativa da Diretoria de Portos e Costas as então denominadas Escolas de Marinha Mercante, a do Pará, criada em 28 de fevereiro de 1907 e a do Rio de Janeiro, de 18 de junho de 1956.

No ano de 1931, o Chefe do Governo Provisório da República, pelo Decreto 20.829 de 21 de dezembro, criou a Diretoria de Marinha Mercante em substituição à Diretoria de Portos e Costas. Mais tarde, pelo Decreto 24.581, de 5 de julho de 1934, ao

se reorganizar administrativamente o Ministério da Marinha, essa denominação foi confirmada.

Em 1952, pela Lei 1.658 de 4 de agosto, houve nova reorganização no Ministério da Marinha. Nesta reorganização, e a Diretoria de Marinha Mercante, criada em 1931, voltou a denominar-se Diretoria de Portos e Costas, com as mesmas atribuições da anterior.

Em 1967, pelo Decreto Lei nº 200 de 25 de fevereiro, houve nova organização administrativa do país, na qual estava incluso o Ministério da Marinha. Pelo Decreto nº 62.860, de 18 de junho de 1968, que restabelece a estrutura básica da organização do Ministério da Marinha, foi mantida a denominação atual desta Diretoria, porém a mesma passou a ser subordinada, juntamente com a Diretoria de Hidrografia e Navegação, à Diretoria Geral de Navegação.

O artigo 48 do Decreto nº 62.860, de 18 de junho de 1968, estabeleceu o seguinte: A Diretoria de Portos e Costas (DPC) tem por finalidade planejar, dirigir, coordenar e controlar as atividades técnicas e administrativas relacionadas com a Marinha Mercante quanto à praticagem, segurança das embarcações e instalações portuárias, bem como formação, habilitação e qualificação do pessoal marítimo e da indústria de construção naval civil.

Cabe à DPC:

I – Fiscalizar, no que concerne à Segurança Nacional, e de acordo com os compromissos internacionais assumidos, as atividades das Marinhas Mercantes Nacional e Estrangeiras;

II – Estabelecer as condições de acesso, permanência, estacionamento, tráfego e saídas dos navios mercantes nacionais e estrangeiros, em relação aos portos, fundeadouros, águas territoriais e zona contígua; e

III – Fiscalizar a utilização dos terrenos de Marinha e acrescidos, obras públicas ou particulares sobre água, no que diz respeito a embaraços à navegação, aos interesses nacionais e à Segurança Nacional.

A Lei nº 5461, de 25 de junho de 1968, ratificou a atribuição da DPC, estabelecida no Decreto nº 62.860, de 18 de junho de 1968, de gerir o ensino profissional marítimo em todo o país, provendo os meios necessários ao desempenho dessa tarefa. A DPC teve seu regulamento aprovado pelo Decreto nº 65.611, de 23 de outubro de 1969.

Revogado o Decreto de Regulamento pelo Decreto nº 93.438, de 17 de outubro de 1986, passou a DPC a ter sua organização e suas atividades estruturadas pelo regulamento aprovado pela Portaria nº 0029, de 20 de outubro de 1986, do Chefe do Estado-Maior da Armada e, posteriormente, pela Portaria nº 0019, de 22 de janeiro de 1996. Revogada essa Portaria, a DPC passou a ter sua organização e suas atividades estruturadas pelo regulamento aprovado pela Portaria nº 0048, de 20 de fevereiro de 1997, do Chefe do Estado-Maior da Armada.

Revogada essa Portaria (0048), a DPC passou a ter suas atividades e organização estruturadas pelo regulamento aprovado pela Portaria nº 0013, de 30 de dezembro de 1997, do Diretor-Geral de Navegação.

Subsequentemente, com a revogação dessa última Portaria, a DPC passou a ter suas atividades e organização estruturadas pela Portaria nº 0019, de 22 de novembro de 2002, do Diretor-Geral de Navegação.

Os acidentes marítimos ocorridos em águas territoriais brasileiras são, inicialmente, investigados pelas Capitânicas dos Portos na região do acidente através de inquéritos administrativos que, após serem concluídos, são enviados ao Egrégio Tribunal Marítimo no Rio de Janeiro para julgamento técnico e sentença. Sendo uma corte técnica, o Tribunal Marítimo admite a defesa técnica de qualquer embarcação e/ou tripulantes que estejam envolvidos em acidentes marítimos.

A Diretoria de Portos e Costas (DPC), para que pudesse fazer cumprir todas as atividades técnicas e operacionais sob sua responsabilidade e atribuições, criou e editou, em substituição às “PORTOMARINTs”, as “NORMAMs” (Normas da Autoridade Marítima), as quais foram publicadas no Diário Oficial da União de no. 35 em 18 de fevereiro de 2000.

6 Norma da Autoridade Marítima no. 16 - NORMAM

Em 16 de dezembro de 2003, através da portaria 114/DPC foi criada a NORMAM 16, introduzindo no país “Normas da Autoridade Marítima para estabelecer condições e requisitos para concessão e delegação das atividades de assistência e salvamento de embarcação, coisa ou bem, em perigo no mar, nos portos e vias navegáveis interiores”. Este documento foi publicado no Diário Oficial da União em 30 de janeiro de 2004. [Ref. 34 – DPC]

A NORMAM 16, em seu Capítulo 1 – Considerações Gerais, define através do item 102:

a. Assistência e Salvamento

Serviço remunerado, prestado por entidades públicas ou privadas, às embarcações, coisas ou bens, em perigo no mar, áreas portuárias e águas interiores, por força de acidentes ou avarias, visando sua recuperação, manutenção das suas condições operativas ou reboque para reparos em estaleiro ou oficina especializada.

b. Busca e Salvamento

Serviço gratuito, decorrente de compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, prestado em caráter de urgência, visando ao resgate de pessoas em perigo, em decorrência de acidentes ou avarias com embarcações. O Serviço de Busca e Salvamento é conhecido pela sigla SAR em inglês (Search and Rescue). É realizado pela Marinha do Brasil, podendo envolver outros órgãos públicos e a colaboração eventual de entidades privadas. Este Serviço de Busca e Salvamento, conhecido pela sigla SALVAMAR BRASIL no Brasil, é regulamentado por documento específico do Comando de Operações Navais, possuindo cada Distrito Naval uma estrutura de SALVAMAR REGIONAL, nas suas respectivas áreas de jurisdição.

c. Reflutuação

Recuperação de bem encalhado, afundado ou submerso, a fim de restaurar suas condições e atividades originais, mediante operação de assistência e salvamento.

Neste mesmo Capítulo 1, a competência ficou definida como a seguir:

a. Compete ao **Comandante de Operações Navais, como Representante da Autoridade Marítima para a Segurança da Navegação e o Meio Ambiente:**

I) Coordenar e controlar a execução de atividades de assistência e salvamento de embarcação, coisa ou bem em perigo, nos portos e nas vias navegáveis interiores, podendo subdelegar;

II) Delegar a execução de serviços de assistência e salvamento de embarcação, coisa ou bem em perigo no mar, nos portos e nas vias navegáveis interiores a outros órgãos federais, estaduais, municipais e, por concessão, a particulares, em áreas definidas de jurisdição; e

III) Determinar a elaboração e aprovar as Normas da Autoridade Marítima relativas à assistência e salvamento de embarcação, coisa ou bem em perigo no mar, nos portos e nas vias navegáveis.

b. Compete aos **Comandantes de Distritos Navais como Representantes da Autoridade Marítima para o Socorro e Salvamento:**

I) promover, coordenar e controlar a execução das atividade de assistência e salvamento de embarcação, coisa ou bem em perigo, nos portos e nas vias navegáveis interiores; e

II) coordenar as ações de redução de danos relacionados com sinistros marítimos e fluviais e o salvamento de náufragos.

A NORMAM 16, em seu Capítulo 2 – Assistência e Salvamento, estipula:

(I) Requisitos para o exercício das atividades de assistência e salvamento, onde estão incluídos, entre outros, a regularidade da pessoa jurídica, meios para realização da operação, habilitação técnica, e formalidades burocráticas junto a Autoridade Naval.

(II) Procedimentos para apresentação do estudo de situação que deverá preceder qualquer faina de assistência e salvamento e tal estudo deverá conter os seguintes itens:

a) Em relação ao fato gerador da assistência:

- se o fato decorre de acidente, e qual o acidente, se encalhe, colisão, abalroamento, incêndio ou explosão, etc.

- se o fato decorre de avarias, e que tipo de avarias, se nas máquinas, no costado, no convés, etc.

b) Em relação à embarcação:

- situação das máquinas de propulsão;
- situação da máquina do leme;
- situação da energia elétrica a bordo;
- situação dos ferros e amarras;
- situação do combustível existente;
- situação do casco e costado;
- existência ou não de rombos;
- se há alquebramento;
- situação dos tanques e outros compartimentos de carga;
- situação das comunicações interiores e exteriores;
- situação dos equipamentos de navegação;
- habitabilidade da embarcação;
- etc.

c) Em relação à carga:

- líquida, sólida, gasosa;
- grãos, manufaturados, máquinas, etc.
- petróleo e seus derivados;
- granéis, contêineres, paletes, etc.
- radioativa, corrosiva, explosiva, inflamável, tóxica;
- etc.

d) Em relação ao local:

- tipo do fundo;
- profundidade;
- gradiente;
- área abrigada ou não;
- proximidade ou não de área habitada;
- correnteza, ventos, marés;
- etc.

e) em relação às condições meteorológicas:

- condições meteorológicas reinantes na área.

Após ser realizado o estudo da situação, deverá ser elaborado o plano de execução que contemplará, dentre outros itens, os seguintes:

- Cronograma dos eventos a serem executados, contendo as datas previstas para início e término dos trabalhos;
- Método a ser empregado para realização do salvamento, especificando os equipamentos e meios a serem utilizados na faina;
- Cálculos efetuados, especialmente nos casos de desencalhe e reboque;
- Riscos à vida humana e as providências para eliminá-los ou minimizá-los;
- Riscos ao meio ambiente e as providências para eliminá-los ou minimizá-los; e
- Riscos a terceiros e as providências para eliminá-los ou minimizá-los.

Após a apresentação de todos os dados conforme acima, o Distrito Naval da região na qual o acidente ocorreu aprovará ou não a realização da faina. Em caso de autorizar a execução da faina, a Autoridade Naval designada por este Distrito Naval deterá sempre a coordenação e controle da atividade de assistência e salvamento a ser realizada.

7 Tipos de Operações de Salvamento

“Comandante, conheça o seu navio” [Ref. 3] é uma afirmação verdadeira no mundo marítimo e, com certeza, aquele que não conhece o seu navio é um alvo para catástrofes. Esta verdade é também importante para o pessoal envolvido na operação de salvamento, pois eles precisam conhecer o navio antes de preparar um plano de salvamento ou iniciar qualquer operação de salvamento.

Planos de construção e projeto devem ser estudados e todas as informações técnicas e operacionais disponíveis devem ser armazenadas para uso, enquanto o plano de salvamento ganha formato. Tais informações se fazem também necessárias quando do desenvolvimento da operação de salvamento.

Conhecimentos de arquitetura naval e engenharia oceânica, construção naval e mecânica, corte e solda submersa, operações com ar comprimido e hidráulica, e marinaria, dentre outras habilidades, são essenciais para um engenheiro de salvamento.

Operações de salvamento são geralmente classificadas em três categorias: encalhe, afundamento e reboque.

Encalhe
Afundamento
Reboque

7.1 Encalhe

Existem as mais diversas causas para encalhe: ventos, correntes, estados do mar, marés, etc. O navio encalha devido ao erro humano ou falha mecânica. O desenvolvimento de um encalhe nunca é idêntico ao de outro semelhante. É possível afirmar com razoabilidade técnica que os resultados decorrentes de encalhes serão sempre diferentes.

Os erros de navegação, navegação na proximidade de costa, vento, mau tempo, correntes desconhecidas e problemas mecânicos são fatores contribuintes para encalhes.

Quando ocorre o encalhe de um navio, a primeira pergunta que surge é: “como podemos sair do encalhe?”. A resposta para tal pergunta é óbvia: “saindo pelo mesmo caminho que entrou”. Isto é, o rebocador ou força a ser aplicada deverá ser posicionada na mesma paralela do navio, mas com direção oposta àquela que fez com que o mesmo viesse a encalhar.

Quando do encalhe de um navio, é comum ocorrerem danos ao seu chapeamento de fundo e estrutura adjacente, que podem ser de grande monta, e todas as tentativas e diligências técnicas devem ser exercitadas a fim de determinar com a maior precisão possível a extensão e localização desses danos, caso haja.

É infrutífero puxar o navio fora da área de encalhe e, imediatamente após, descobrir que um rombo no casco ficou exposto e causará o seu alagamento incontrollável e conseqüente afundamento, o que faz, em alguns casos, que um navio se torne um derelito devido os valores envolvidos com os reparos dos danos, fazendo com que a operação se torne uma remoção de destroços. Em alguns casos, nos quais os compartimentos alagados tenham sido isolados, pode ocorrer o aparecimento de água aberta em outros pontos do casco e, para isso, é aconselhável que se mantenha em prontidão uma camisa de colisão, que é um tamponamento do casco feito de maneira temporária utilizando-se de lona, espuma sintética, madeira do tipo macho e fêmea ou simplesmente pranchões espaçados em até 3 cm aplicadas no sentido horizontal e com cabos de aço espaçados no sentido vertical e presos a cada prancha de madeira. Os cabos de aço são presos em um dos bordos do navio, a camisa é colocada na direção da água aberta e as outra pontas dos cabos de aço são recolhidas no bordo oposto aquele do lançamento. Após ajuste das pernadas de cabo de aço e verificação do posicionamento correto da camisa de colisão, procede-se ao aperto dos mesmos para se obter a vedação temporária do casco.

Existem casos em que, a abertura do casco não sendo grande e a pressão imposta pela coluna d' água sendo mínima, é utilizado para tamponamento temporário uma camisa de colisão ainda mais rudimentar, feita somente de lona e colchões de espuma. O método para sua aplicação segue os mesmos procedimentos anteriores. Em qualquer das situações acima, tais artefatos são utilizados para estancar a entrada de água e possibilitar o imediato emprego de tamponamento com aço utilizando-se solda ou grampos do tipo parafusos / porcas em vários formatos. [Ref. 6]

Um navio encalhado está sujeito a forças aerodinâmicas e hidrodinâmicas que farão com que sua posição de encalhe se agrave em direção à terra, no caso de encalhes em praias. Naturalmente, em se conhecendo as condições do local do encalhe e do encalhado, a primeira ação a ser tomada é a tentativa do desencalhe e, caso essa ação tenha resultados insatisfatórios, o próximo passo é o mais importante: manter o encalhado na posição para que a situação do encalhe não se agrave. Esta operação pode ser realizada aplicando-se diferentes metodologias ou a combinação destas:

Adição de Lastro:

Bombear lastro para os tanques vazios de água, combustível e de carga para que se obtenha uma reação positiva de encalhe e desta maneira evitar os efeitos da flutuabilidade causados pela variação de maré ou ondas (surfing). A quantidade de lastro a ser bombeada deverá ser determinada com base nos calados lidos antes e depois do encalhe e relevantes cálculos.

O lastreamento em excesso deve ser evitado, pois isto pode causar esforços anormais ao casco, o que poderá resultar em agravamento de danos. Além do risco acima, o lastreamento do navio em excesso ao que é requerido também causará atrasos no tempo de bombeamento durante as operações de reflutuação.

Âncoras:

O lançamento de âncoras deverá ser feito, caso o estado de mar assim o permitir, tão logo quanto possível. As posições e distâncias devem ser calculadas de maneira que se possa manter o encalhado em condições de imobilidade e com capacidade de tesamento das amarras de tempos em tempos e quando necessário.

É importante que o navio não fique com movimentos livres após o encalhe, pois além do risco de agravar seus danos, também tornará a operação de salvamento mais difícil pelas seguintes razões:

- a. Um navio encalhado na linha paralela da praia representa uma área máxima de exposição às ações do mar e do vento com a tendência de tornar o encalhe cada vez pior.
- b. A reação de encalhe aumentará, pois uma área maior do fundo do casco estará em contato com o fundo do local do encalhe com o conseqüente aumento de atrito.



Figura 6: Sealand Express, Capetown, África do Sul, 19 de agosto de 2003
IMO: 7820978 – Construído em Julho de 1980 - Bandeira EUA e 36.465,00 TPB [Ref. 34 – Shipspotting]



Figura 7: Artemis – Les Sables D’Ollone, França, 10 de março de 2008
IMO: 7820978 – Construído em Janeiro de 2004 - Bandeira Holandesa [Ref. 34 – Shipspotting]

7.2 Afundamento

Um navio afunda quando perde sua reserva de flutuabilidade e algumas das causas do afundamento podem ser:

- a. Alagamento por falha de material de uma válvula, tubulação, chapeamento do casco, etc.
- b. Colisão com objeto submerso causando água aberta.
- c. Colisão com outro navio ou estrutura flutuante ou fixa.
- d. Mau tempo causando o emborcamento ou ruptura do chapeamento do casco.

Os métodos para se tirar um navio do fundo são:

a. Bombeamento

Requer que o navio ou embarcação não esteja numa profundidade superior a 10,00 metros, pois a construção de coferdames para profundidades superiores torna-se, além de difícil, onerosa devido à pressão imposta ao mesmo. [Ref. 6]

Existem dois tipos de coferdames: os parciais que são empregados em volta de uma abertura no convés como agulheiro, gaiuta ou escotilha, e os completos que são empregados em volta de todo o convés da embarcação a partir do trincaniz ou de sua aba. Os coferdames mais comuns, empregados em operações em que embarcações de pequeno e médio porte estão submersas, são feitos de madeira. A sua construção nada mais é do que levantar paredes estanques construídas ao redor de uma escotilha, agulheiro ou gaiuta, ou de qualquer outra abertura após o simples fechamento das outras existentes na embarcação. A construção desse(s) coferdame(s) com paredes estanques possibilita o ganho de borda livre. Sua construção é feita do convés da embarcação afundada até a linha de maré alta. Toda a construção é feita com madeira pelo seu fácil manuseio embaixo d'água, parafusos, material vedante, e esta estrutura é mantida em sua posição por meio de escoramento e amarração. Após a finalização da construção do(s) coferdame(s) todas as aberturas do casco submerso deverão estar fechadas de maneira estanque para que se possa posicionar pelo(s) coferdame(s) as bombas de esgoto e se iniciar o bombeio para alívio de peso embarcado e reflutuação da embarcação.

b. Ar Comprimido

Este método é o mais rápido para a retirada de uma embarcação de pequeno porte do fundo, mas também é o mais perigoso. A organização de uma operação de salvamento com a utilização de ar comprimido requer experiência da pessoa responsável para que se obtenha sucesso. Ref. 3 e 6]

A utilização do ar comprimido em operações de reflutuação requer que quaisquer tamponamentos ou reparos feitos no casco da embarcação estejam completos e estanques, o que não é exigido para a condição de bombeio. São necessários trabalhos

extensos pelos mergulhadores, quer para tamponamento quer para escoramento; os custos - material, mão-de-obra e tempo - são elevados.

Independentemente dos fatores acima, e antes de se decidir pela utilização deste método, deve-se considerar:

- a. Tamanho e quantidades de aberturas no casco;
- b. O número de tamponamentos requeridos e necessários;
- c. O custo da operação;
- d. A capacidade de esgotamento dos compressores; e
- e. Os cálculos de estabilidade requeridos durante a operação de deságüe por ar comprimido.

A profundidade onde se esteja realizando a operação exige que se empregue a melhor técnica possível, pois a variação de profundidade combinada com a reflutuação é sempre perigosa.

Da mesma maneira que este método apresenta vários graus de dificuldade como acima explicado, não há o que se discutir em casos de encalhes com rompimentos extensos e diversos no fundo de uma embarcação em que o teto do fundo duplo esteja intacto: o melhor, mais rápido e eficiente método de reflutuação a ser empregado é pela utilização de ar comprimido, criando um colchão de ar entre o teto do fundo duplo e o meio flutuante.

c. Içamento

Este método requer muito trabalho de marinharia com cabos e aparelhos de laborar e o tamanho do navio a ser salvo está diretamente relacionado à capacidade de içamento disponível no mercado.

Atualmente, no mercado mundial, o maior guindaste flutuante em operação possui capacidade de içamento de 14.000 toneladas quando utilizando suas duas lanças em paralelo. Existem ainda, com maior facilidade de se encontrar, várias cábreas flutuantes, com propulsão ou não, e que estão numa faixa comercial de mercado de 600,00 toneladas até 3.600,00 toneladas.



Figura 8: O navio Mighty Servant 3 de 27.720,00 TM de Porte Bruto



Figura 9



Figura 10



Figura 11



Figura 12

Figuras 9 a 12: A mecânica do acidente em 6 /12 / 2006



Figura 13

Figura 13: Início da reflutuação com uso de ar comprimido e içamento

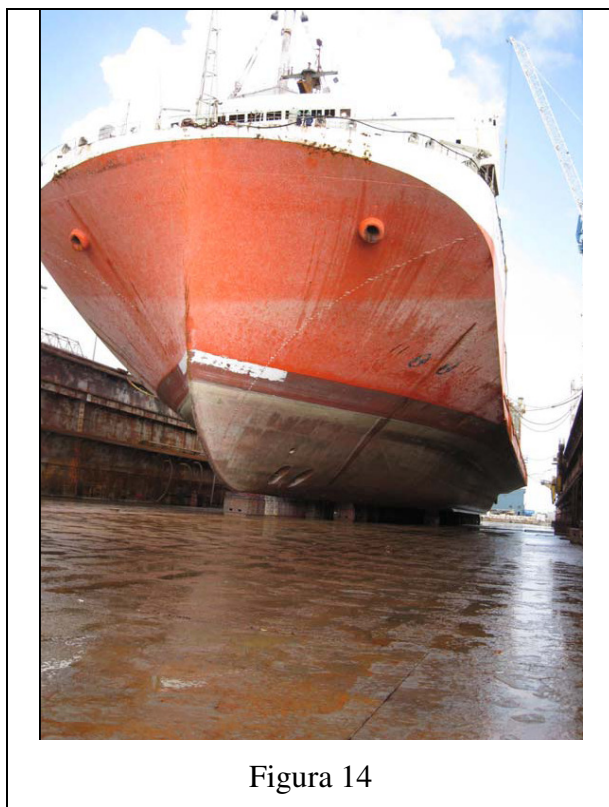


Figura 14

Figura 14: Mighty Servant 3 Docagem para reparos em março de 2008 no Estaleiro Grandbahamas

No dia 6 de dezembro de 2006 pela manhã, o navio semi-submersível “Mighty Servant 3” ganhou adernamneto e afundou fora do porto de Luanda, Angola, após a descarga da plataforma de perfuração “Aleutian Key”, em lâmina d’água de 65 metros. O Navio “Mighty Servant 3” foi reflutuado e salvo utilizando-se a técnica combinada de içamento, pressurização de tanques e bombeamento na fase final. O navio foi re-entregue a seus armadores em 26 de maio de 2007 e em 17 de junho de 2007, o navio foi docado em Capetown, África do Sul, para realização de inspeção geral e preparação de viagem a reboque para o estaleiro Grandbahamas para realização dos reparos dos danos sofridos.

7.3 Reboque

As operações de reboque são bem menos complicadas que as de salvamento de navios encalhados ou afundados. O salvamento por reboque consiste em simplesmente tomar o navio ou embarcação a reboque, assistir um navio que está à deriva devido a

problemas resultantes de defeitos mecânicos, mau tempo ou colisão com objetos submersos ou outros navios ou estruturas flutuantes ou fixas. Pode ainda ser empregado onde encalhes leves tenham ocorrido em fundo de lama ou arenoso e nos quais o cálculo de reação de encalhe resultar numa força tal que não requeira o alívio de carga ou líquido e nos quais a puxada do navio associada com a variação da maré ou aumento de nível de um rio dê claras indicações de uma operação segura, sem que se venha a causar danos ao meio ambiente.

Para o sucesso de uma operação de resgate em alto mar, os seguintes requisitos são básicos:

- a. Rebocador, equipamento e tripulação adequados à operação a ser realizada.
- b. Conhecimentos de navegação para a rápida localização da embarcação em perigo.
- c. Tripulação qualificada para aproximação mais perto possível em alto mar para a passagem de cabos e conexão.
- d. Conhecimentos e experiência de viagens a reboque.



Figura 15



Figura 16



Figura 17



Figura 18

Figuras 15 a 18: Maersk Clipper preparando o reboque do navio Candiota em 29 de janeiro de 2003 devido a uma explosão nos tanques 3 e 4 centrais quando no terminal offshore de Lagoa Parda, ES.

Na sequência: aproximação, corte da amarra, reposicionamento e início do reboque

8 O Meio Ambiente

O Brasil tem como patrimônio comum a quase todos seus estados, de norte a sul, o oceano Atlântico e, na parte interiorana, em qualquer direção, seus rios navegáveis. [Ref. 33] Devido a esta conformidade geográfica, tais estados e cidades partilham de oportunidades econômicas relacionadas com a exploração das atividades petrolíferas, turísticas, pesqueiras, portuárias, industriais e, de modo mais geral, de todos os benefícios relacionados com o ambiente marinho. Entretanto, de igual maneira, suportam de maneira solidária os riscos inerentes a tais atividades, além dos riscos decorrentes de fenômenos naturais.

Os danos costeiros provocados pelas tempestades ou mau tempo são amplificados pelas conseqüências que estes fenômenos provocam nos navios e estruturas fixas ou flutuantes: poluição por hidrocarbonetos e/ou produtos químicos causadas pelos acidentes de navegação (encalhes, naufrágios, colisões) ou simplesmente a poluição visual causada pelo abandono de derelito, sendo que, em alguns casos, esses derelitos causam transtornos às via navegáveis.

Além dos acidentes que podem ser atribuídos a causas naturais, o tráfego marítimo e fluvial enfrenta ainda os riscos inerentes ao transporte de produtos derivados de petróleo, de produtos químicos, de matérias perigosas, descarga de águas de lastro, ou da perda de carga (*overboard*).

No mundo, a preocupação e o cenário não são diferentes. A grande maioria dos derrames de óleo no mar são em quantidades menores do que 7 toneladas métricas (detalhes das quantidades são incompletos), segundo os dados disponíveis através do ITOPF – *International Tanker Owners Pollution Federation*, que é uma organização técnica sem fins lucrativos baseada em Londres e envolvida com todos os aspectos relativos à preparação e respostas a derrames no mar de óleos, químicos e qualquer outra substância. A ITOPF foi fundado em 1968 com a finalidade principal de administrar o TOVALOP – *Tankers Owners Voluntary Agreement* – relativo à responsabilidade por poluição. A criação de tal entidade deveu-se ao encalhe do navio petroleiro “**Torrey Canyon**” na costa Sudoeste do Reino Unido ocasionando o derrame de sua carga de 119.000 tm de óleo cru. O acidente chamou a atenção dos armadores de navios tanques e dos seus seguradores de responsabilidade civil no que concerne a mitigar os danos causados por derrames e compensar àqueles afetados por conta do derrame. Paralelamente, foi desenvolvido pelos donos das cargas (embarcadores /

fornecedores) um outro sistema para compensação por danos devido a derrames de óleo; CRISTAL – *Contract Regarding a Supplement to Tanker Liability of Oil Pollution*. Estes acordos voluntários foram depois tornados parte de convenções internacionais da IMO e denominadas; “Convenção de Responsabilidade Civil” (*Civil Liability Convention*) e “Convenção de Fundos” (*Funds Convention*)

Em 20 de fevereiro de 1997, após a aceitação pelos diferentes países das convenções acima, os acordos voluntários de compensação por danos causados por derrames e denominados TOVALOP e CRISTAL foram terminados.

O ITOPF continuou atuando como consultoria para os armadores de navios tanques em derrames ao meio marinho, bem como desempenhando seu papel de observador junto à IMO e ao Fundo Internacional de Compensação para Poluição (*International Oil Pollution Compensation Fund*) que é mantido pelos membros e pelos serviços técnicos de consultoria a outros tipos de armadores. Em 20 de fevereiro de 1999, os armadores de outros tipos de navio que não navios-tanque puderam tornar-se associados do ITOPF, tendo acesso aos serviços técnicos da organização, principalmente com o desenvolvimento da convenção de bunkers (*Bunkers Convention*).

Nos dias de hoje, e com o desenvolvimento de regras internacionais sobre diferentes produtos, o ITOPF tem atuado em derrames de óleos vegetais, cereais, carvão e contentores e seus conteúdos.

Relativo aos derrames de óleo e danos ao meio marinho, o ITOPF mantém um banco mundial de dados com quantidades de derrames de óleo ao mar por acidentes. Tais dados são condensados da seguinte maneira:

Tabela 1: Derrames de óleo ao mar por acidentes – ITOPF Londres [Ref. 32]

Ano	De 7 até 700 mt	Maior que 700 mt	Ano	Quantidade (mt)
1970	6	29	1970	330.000
1971	18	14	1971	138.000
1972	48	27	1972	297.000
1973	27	32	1973	164.000
1974	89	28	1974	175.000
1975	95	22	1975	357.000
1976	67	26	1976	364.000
1977	68	17	1977	291.000
1978	58	23	1978	386.000
1979	60	34	1979	640.000
			1970s	Total 3.142.000
1980	52	13	1980	206.000
1981	54	7	1981	48.000
1982	45	4	1982	12.000
1983	52	13	1983	384.000
1984	25	8	1984	28.000
1985	31	8	1985	85.000
1986	27	7	1986	19.000
1987	27	10	1987	30.000
1988	11	10	1988	190.000
1989	32	13	1989	174.000
			1980s	Total 1.176.000
1990	51	14	1990	61.000
1991	29	7	1991	430.000
1992	31	10	1992	172.000
1993	31	11	1993	139.000
1994	26	9	1994	130.000
1995	20	3	1995	12.000
1996	20	3	1996	80.000
1997	28	10	1997	72.000
1998	25	5	1998	13.000
1999	19	6	1999	29.000
			1990s	Total 1.138.000
2000	19	4	2000	14.000
2001	16	3	2001	8.000
2002	12	3	2002	67.000
2003	15	4	2003	42.000
2004	16	5	2004	15.000
2005	21	3	2005	17.000
2006	11	4	2006	13.000
2007	11	3	2007	15.000
				Total 191.000

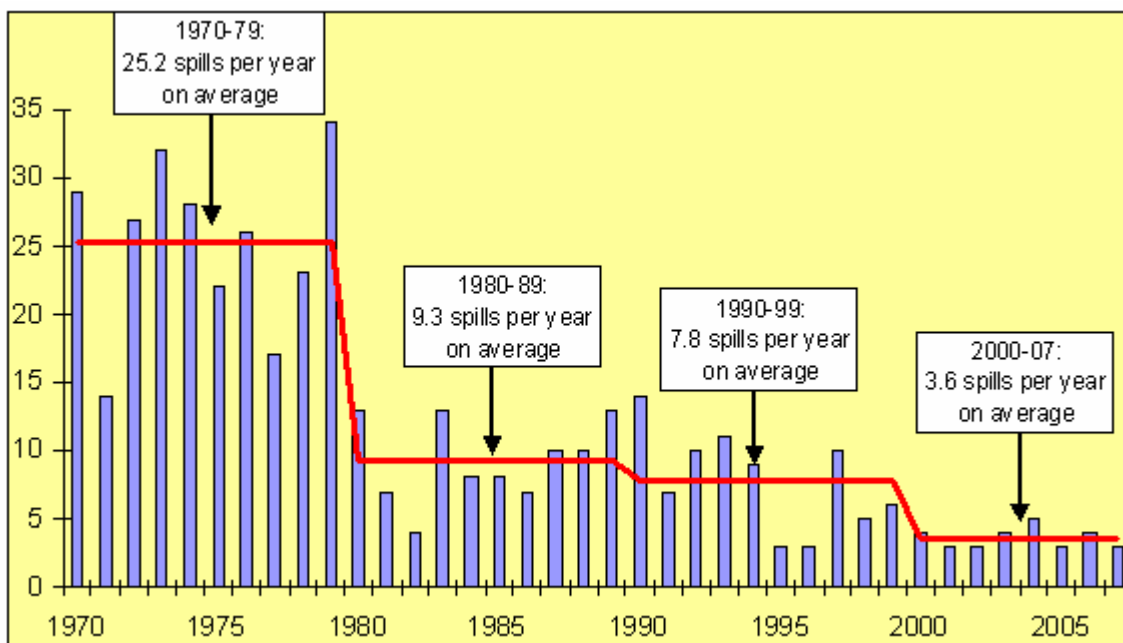


Figura 19: Quantidade de derramamentos acima de 700.00 tm (1970→ 2005) [Ref. 32]

A redução considerável na quantidade de óleo e outros contaminantes derramado nos oceanos foi consequência direta dos esforços técnicos conjuntos das Administrações da Bandeiras, Sociedades Classificadoras, e principalmente dos Seguradores, que em 1981 resolveram através do Comitê de Casco (*Joint Hull Comitee*) auditar tecnicamente todos os navios antes de aceita-los para seguro. Para tal a vistoria batizada como JH 722 foi colocada em prática independentemente da condição e status de classificação do navio.

Os números relativos a tonelagem enviada para sucateamento na década de 80 e início da década de 90 em decorrência de tal condição não estão disponibilizados.

Os maiores derrames de óleo no meio marinho desde 1967 até 2007 estão apresentados na seguinte tabela:

Tabela 2: Maiores derrames de óleo ao mar (1967 → 2007) [Ref. 32]

Classif.	Nome do navio	Ano	Local	Quantidade - tm
1	Atlantic Empress	1979	<i>Off</i> Tobago, West Indies	287.000
2	ABT Summer	1991	700 milhas de Angola	260.000
3	Castillo de Bellver	1983	<i>Off</i> Baía de Saldanha, África do Sul	252.000
4	Amoco Cadiz	1978	<i>Off</i> Bretanha, França	223.000
5	Haven	1991	Gênova, Italia	144.000
6	Odyssey	1988	700 milhas de Nova Scotia, Canadá	132.000
7	Torrey Canyon	1967	Ilhas Scilly, Reino Unido	119.000
8	Sea Star	1972	Golfo de Oman	115.000
9	Irenes Serenade	1980	Baía de Navarino, Grécia	100.000
10	Urquiola	1976	La Coruna, Espanha	100.000
11	Hawaiian Patriot	1977	300 milhas de Honolulu	95.000
12	Independenta	1979	Bósforo, Turquia	95.000
13	Jakob Maersk	1975	Porto, Portugal	88.000
14	Braer	1993	Ilhas Shetland, Reino Unido	85.000
15	Khark 5	1989	120 milhas - costa atlântica do Marrocos	80.000
16	Aegean Sea	1992	La Coruna, Espanha	74.000
17	Sea Empress	1996	Milford Haven, Reino Unido	72.000
18	Katina P	1992	<i>Off</i> Maputo, Moçambique	72.000
19	Nova	1985	<i>Off</i> Ilha de Kharg, Golfo do Iran	70.000
20	Prestige	2002	<i>Off</i> Galicia, Espanha	63.000
35	Exxon Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska, USA	37.000

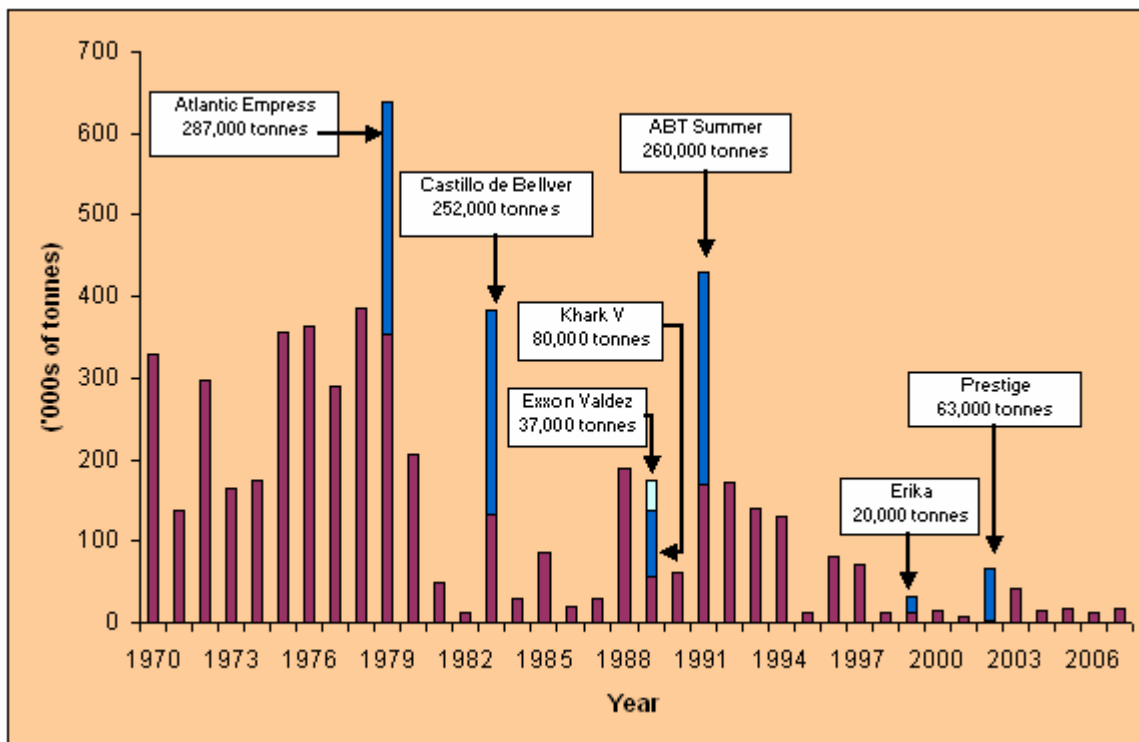


Figura 20: Quantidade de óleo jogada ao mar por ano – ITOPF Londres [Ref. 32]

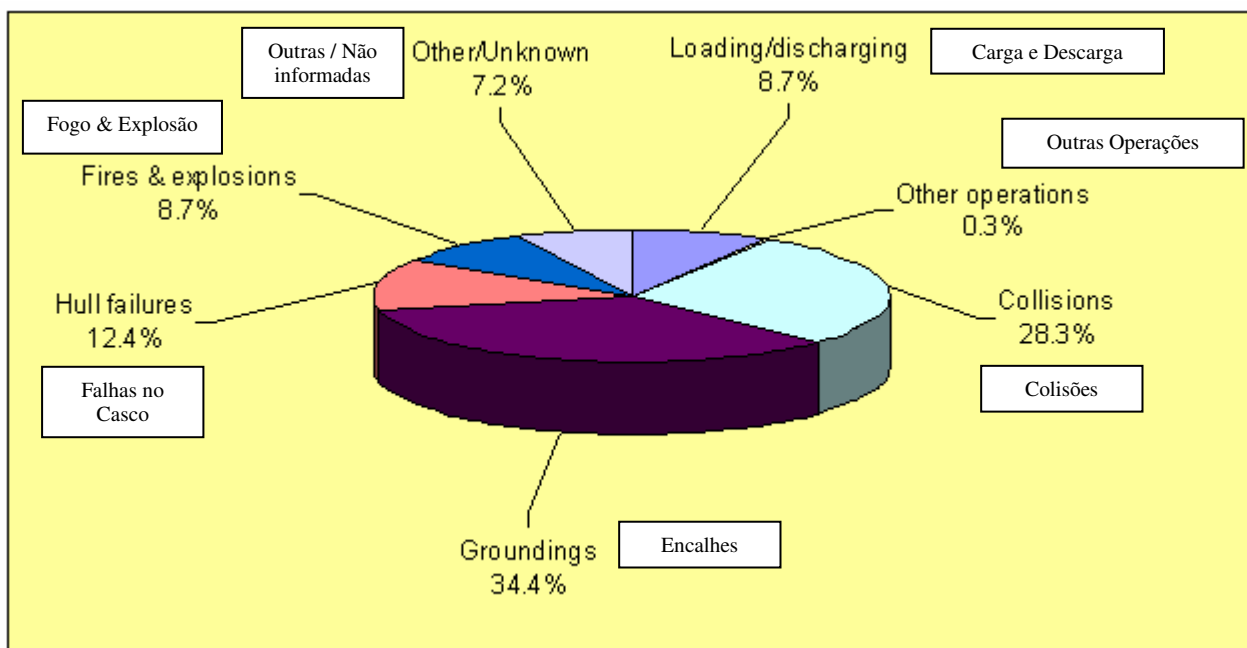


Figura 21: Incidência de poluição marinha / fluvial por óleo maiores que 700,00 tm ocorridas entre 1974 e 2007 e suas causas – ITOPF Londres [32]

Como se pode observar acima, o grande número percentual no que concerne a poluição, é decorrência de “Encalhes” seguido de “Colisões”

No Brasil, o último grande derrame de óleo por navio no meio marinho ocorreu em 15 de novembro de 2004, devido à explosão e incêndio do navio “Vicuna” quando atracado ao Terminal Marítimo da Cattalini, no porto de Paranaguá. Tal acidente resultou na destruição do navio e vazamento de 1.200 tm de mistura combustível 180 Centistokes (BPF + Diesel) no estuário daquele porto e manguezais da região.

Uma multa de R\$50.000.000,00 foi aplicada aos armadores do navio, ao terminal onde o navio estava atracado e ao porto de Paranaguá. Tal montante, no total de R\$150.000.000,00, foi, na história da navegação brasileira, a maior multa imposta por poluição por hidrocarbonetos ao meio ambiente.



Figura 22



Figura 23



Figura 24



Figura 25



Figura 26

Figura 27

Figuras 22 a 27: Condição do navio-tanque Vicuna após a explosão de seus tanques de carga e o derrame de 1.200 tm de óleo combustível (mistura MF 180 Cst) na Baía do Porto de Paranaguá.

9 A Operação de Salvamento e Procedimentos

Estudos ao longo dos anos vem sendo desenvolvidos na área acadêmica mundial a fim de se pré-determinar as avarias estruturais de um navio como consequência imediata de encalhe, mas muito pouco tem sido realizado para se pré-determinar os movimentos do navio, os esforços estruturais e o agravamento de danos sucessivos após o encalhe. A mitigação ou eliminação de riscos de danos ao meio ambiente e o sucesso da operação de salvamento estão diretamente relacionados às decisões a serem tomadas e que são baseadas em dados precisos sobre a embarcação e seus danos, local do encalhe e condições meteorológicas.

Não existe uma operação de salvamento típica que se aplique a todos os casos. Cada caso é um caso e devemos tratá-lo como tal. Quando da chegada da equipe de salvamento ao local do encalhe, decisões imediatas têm de ser tomadas com a finalidade de mitigar o acidente e garantir uma operação com sucesso, sem danos ambientais e sem impactos financeiros.

Quando encalhado, um navio está sujeito a esforços adversos que não existem quando navegando, associa-se a isso os danos decorrentes do encalhe que afetarão a sua resistência estrutural. Dessa maneira, é importante que o Coordenador de Salvamento (*Salvage Master*) ou o Engenheiro de Salvamento tenha conhecimento e compreenda os movimentos e esforços impostos ao navio ou embarcação após o seu encalhe.

A estabilização de um navio ou embarcação, é necessária para se evitar movimentos involuntários indesejáveis e a modificação de sua posição de encalhe que venham a resultar em agravamento de danos e do encalhe.

A estabilização do encalhado pode ser obtida pelo lançamento de seus ferros em posição e distância previamente calculada, uso de estralheira (*beach gear*) ou simples adição de peso por operação de lastro.

As técnicas básicas utilizadas nos dias de hoje para o desencalhe de um navio ou embarcação são:

- I. Redução da reação de encalhe estática;
- II. Tração estática aplicada na direção de águas profundas;
- III. Aumento da profundidade de água no local onde exista o encalhe;
- IV. Combinação de alguns dos itens acima.

Nos dias de hoje, ao contrário do passado, após qualquer encalhe no qual o navio ou a embarcação está sujeita a esforços adversos e forças não controláveis, como o impacto de ondas em zonas de arrebentação, ou apoiada sobre fundo rochoso, é mandatário retirar cargas químicas e / ou de petróleo o mais rápido possível, visando a preservação do meio ambiente. Tal ação reduz a reação de encalhe e a sua compensação deverá ser providenciada com lastro até o momento determinado para a reflutuação, e conforme requerido.

Em outros casos de encalhes parciais, o sucesso da reflutuação é obtido com manobras de mudanças de posicionamento de pesos a bordo, ajuste de lastro e, conseqüentemente, a mudança de trim. A mudança da posição da reação de encalhe é alterada ao longo do corpo fazendo com que a eficácia e rendimento das forças aplicadas ao encalhado sejam maiores.

A aplicação de tração estática, quer puxando ou empurrando, requer força em quantidade suficientemente capaz de vencer as forças de atrito, sucção e elevações de solo decorrentes do encalhe. A força de atrito na lama é resultado do produto da força de cisalhamento e a área de contato do fundo e a remoção da lama ao redor do casco ajudará na operação de reflutuação. A força de sucção pode ser minimizada com os movimentos para vante e ré do encalhado ou pelo efeito erosão devido à utilização das hélices do rebocador em atendimento (*scouring / washing effect*), que pode aumentar o fluxo de água pelo casco. O uso de dragagem e erosão (*scouring*) pode aumentar a

profundidade de água no local do encalhe. As marés também causam um aumento no nível de profundidade no local do encalhe, mas de maneira temporária.

O encalhe é tratado como um evento de baixa probabilidade e de grandes consequências, razão pela qual todo encalhe deve ser conduzido em regime de urgência, sob todo e qualquer aspecto. Um navio ou embarcação, quando encalhado, está sujeito a movimentos e esforços para os quais não foi projetado, como movimentos hidrodinâmicos limitados e reações do fundo no local do encalhe. Quanto mais tempo encalhado ficar o navio ou a embarcação, maior será sua condição de deterioração.

9.1 Inspeções e Planejamento

O objetivo das inspeções feitas antes de se iniciar qualquer operação de salvamento é a obtenção de dados técnicos operacionais do encalhado e sua região de encalhe. Com as informações disponíveis, passar-se-á à organização das mesmas e à elaboração do plano de salvamento, independentemente do processo dinâmico das inspeções que, na verdade, nunca terminam. As inspeções devem ser iniciadas no momento da chegada do Coordenador de Salvamento (*Salvage Master*) ou Engenheiro de Salvamento e continuarão até o término da operação. Existem vários formulários para registro de tais inspeções e todos eles, desenvolvidos por entidades diferentes, levam em conta o mesmo princípio básico: a experiência adquirida ao longo dos anos. Os resultados obtidos em uma vistoria inicial são aprimorados a cada vistoria subsequente e representam a memória das observações feitas e que servirão de base para as interpretações necessárias aos trabalhos.

As inspeções a serem realizadas em caso de encalhe e durante a operação de salvamento, podem ser divididas da seguinte forma: [Ref. 1, 6, 30 e 31]

9.1.1 Inspeção Preliminar

A inspeção preliminar tem por objetivo verificar as informações recebidas dos armadores, encalhado e / ou imprensa. As informações preliminares devem ser todas verificadas com cuidado, pois algumas observações feitas em um dia, já não estarão lá num outro dia devido às adversidades. Esta vistoria deverá sempre obter o máximo de informações sobre o navio, carga, conteúdo e localidade do encalhe, e deverá ser sempre realizada de imediato e antes da chegada de quaisquer equipamentos ou recursos para o

salvamento. Algumas informações estão disponíveis com a sociedade classificadora do navio, organismos não-governamentais e em vários sítios da internet. A informação preliminar fornecerá a situação geral do encalhado, local do encalhe e, apesar das variações posteriores que possam ocorrer, estas informações cobrirão as seguintes áreas:

- Data, horário, nome da embarcação ou navio e tipo do acidente
- Posição geográfica e carta náutica utilizada
- Construtor, armador e idade da embarcação ou navio
- Porto comercial e facilidades para reparos mais próximos
- Extensão e tipo de danos ao navio ou embarcação, calados antes e depois do encalhe e maré quando da observação dos calados
- Situação da tripulação
- Comunicação
- Carga (manifesto de carga, plano de carregamento, conhecimentos marítimos)
- Materiais poluentes
- Quantidade e condição dos consumíveis
- Deslocamento e porte bruto
- Condição das máquinas (principal e auxiliares) e equipamentos
- Condições meteorológicas, ventos (direção e velocidade), precipitações e temperaturas
- Oceanografia no momento do encalhe
- Tipo de solo e sondagens externas no local do encalhe
- Disponibilidade de material e equipamento

9.1.2 Inspeção Detalhada

As inspeção detalhada serve para refinar a inspeção preliminar e obter detalhes sobre o encalhe. Esta inspeção engloba os seguintes itens:

9.1.2.1 Conveses Expostos

Serve para a obtenção da localização e condição de funcionamento dos equipamentos existentes nos conveses expostos e determinar pontos de puxada e área livre de trabalho para instalação de estralheira (*beach gear*), caso necessário.

9.1.2.2 Inspeção das Partes Internas do Casco

Serve para determinar as condições gerais existentes a bordo após o encalhe, incluindo a condição geral operacional de todos equipamentos, máquinas principais e auxiliares, existência e distribuição de líquidos em cada tanque, condição e distribuição de carga a bordo, disponibilidade de geração de energia, condição da frigorífica doméstica e rancho perecível (formação de gases perigosos). Os espaços vazios, tais como tanques e coferdames só deverão ser adentrados após a confirmação da existência de 21% de oxigênio e cumprimento da rotina para entrada em espaços confinados. As condições de bombeamento deverão ser verificadas em detalhe e qualquer avaria ao casco ou estrutural devidamente registrada.

9.1.2.3 Partes Externas e Submersas do Casco

Serve para determinar as condições gerais das obras mortas e, caso necessário, se fazer qualquer reparo requerido. As partes submersas do casco devem ser verificadas quanto a seu estado geral e operacionalidade, incluindo caixas de aspiração, selos externos do eixo porta hélice, leme e hélice. Em casos onde a vistoria submarina não se faça possível ou seja limitada devido às condições meteorológicas ou do local do encalhe, todas as conclusões sobre as condições gerais do casco terão que ser feitas a partir da observação pela parte interna.

A vistoria submarina, quando realizada, deverá conter os seguintes itens:

- a área do casco em contato com o leito do mar ou do rio;
- a existência e localização de rochas;
- a existência e localização de penetrações no casco;
- localização e dimensional de trincas e rasgos no casco;
- Tipo de solo no encalhe e a existência de acumulação de material ou de efeito da erosão (*scouring*).

9.1.2.4 Hidrografia

Serve para determinar os parâmetros do mar no local do encalhe, incluindo mas não limitado à variação de marés, estado de vento e mar, sondagens ao redor do encalhado para demarcação de canal de saída e ângulo de escape e perfil do fundo para lançamento de âncoras da estralheira (*beach gear*), caso necessário.

9.1.2.5 Segurança (Prevenção de Acidentes)

Serve para determinar as áreas de risco com pessoal envolvido com a faina.

9.1.2.6 Riscos de Poluição

Serve para determinar os riscos de poluição existentes com a operação pretendida e a adoção de medidas conservatórias e preventivas.

Formulários típicos para realização de cada inspeção acima encontram-se em anexo [30], [31]

9.2 O Plano de Salvamento

Como o nome define bem, o plano de salvamento define todo o trabalho a ser realizado enquadrando-se na disponibilidade de equipamentos, informando datas e tempos dos diferentes eventos, ajusta a responsabilidade de cada membro da equipe ou companhia participante, e é o instrumento da coordenação de todo o trabalho de salvamento para que se possa cumprir com datas e tempos estipulados no projeto.

Um bom plano de salvamento, deverá considerar, conter e incluir os seguintes tópicos:

- I. A segurança do pessoal envolvido
- II. Segurança da navegação na região do encalhe
- III. Cronograma de trabalhos
- IV. Estimativa de custos envolvidos
- V. Localização e disponibilidade dos recursos requeridos
- VI. Dinâmica do acidente devido a constantes mudanças
- VII. Identificação das áreas de risco e fragilidades

9.2.1 O Desenvolvimento do Plano de Salvamento

O desenvolvimento de um plano de salvamento ocorre em paralelo com a operação de salvamento e considerando a fase inicial da estabilização do encalhado e alterações de naturezas diversas; o ajuste do plano de salvamento é parte deste desenvolvimento até a fase de reflutuação. O plano preliminar se desenvolve com as informações recebidas do encalhado, armador e outras fontes que são confirmadas

quando das vistorias e inspeções como citado anteriormente e serve de base técnico-operacional da operação de reflutuação.

O desenvolvimento do plano de salvamento está atrelado a vários fatores relativos à operação a ser realizada. Entretanto, o seu desenvolvimento de maneira sequencial ou em paralelo com outras tarefas sendo realizadas dependerá em muito da experiência da equipe de salvamento. Quando se adota o princípio do paralelismo, há que se considerar a disponibilidade de supervisão adequada e não relaxamento da segurança de pessoal. Operações de salvamento no mundo sofrem atrasos devido à falta de coordenação qualificada quando do desenvolvimento das ações no regime de paralelismo e não sequencial durante as fases críticas da operação.

9.2.2 A Organização do Plano de Salvamento

A organização do plano de salvamento inclui duas importantes partes: [Ref. 31]

- A. O escopo principal do plano, e
- B. Os anexos do plano.

O escopo principal do plano (A) deve conter os seguintes itens e informações:

- a. Identificação do encalhado, suas características principais e condições do encalhe, dados hidrostáticos, localização da área encalhada e tipo de encalhe.
- b. Cálculos de engenharia, realizados pelo Coordenador de Salvamento (*salvage master*) ou Engenheiro de Salvamento com os seguintes tópicos:
 - b.1 Reação de encalhe (estático)
 - b.2 Força de desencalhe
 - b.3 Localização do ponto neutro de esforço (se aplicável)
 - b.4 Estabilidade na condição de encalhado e flutuando
 - b.5 Resistência do casco, áreas avariadas e pontos para aplicação de forças e içamento
 - b.6 Sumário da técnica aplicada durante o desencalhe
 - b.7 Hidrografia

c. Identificação dos riscos envolvendo aspectos de poluição, impactos e preservação do meio ambiente.

d. Os resultados das inspeções de segurança, incluindo recomendações quanto a áreas de perigo.

Os anexos (B) do plano de salvamento dizem respeito aos vários detalhamentos técnicos sobre as diferentes fases da operação e técnicas aplicadas. Quanto mais complexa for a operação, maior será o número de anexos, que incluirão a lista de todas as etapas a serem desenvolvidas, em ordem e com a identificação de responsabilidades. Qualquer interface entre operações ou metodologia a ser empregada (paralelismo ou sequencial) deve estar identificada nos anexos.

9.2.3 Relatórios Técnicos

Quando do término de todo o trabalho de salvamento deve ser emitido um relatório técnico que tem, para a equipe de salvamento, como objetivos principais:

- ⇒ Fornecer informações relativas ao desempenho dos equipamentos contratados e utilizados;
- ⇒ Listar detalhes relativos aos resultados satisfatórios e não satisfatórios das técnicas empregadas durante a operação salvamento;
- ⇒ Levantar problemas e soluções relativos a área de segurança, e
- ⇒ Permitir a elaboração de recomendações técnicas baseadas na experiência de campo para que se possa aperfeiçoar as técnicas a serem empregadas no futuro.

Relatórios técnicos também são emitidos para os Seguradores da Embarcação e as Autoridades Navais, quando solicitado, neste caso reportando as condições técnicas do encalhado após sua reflutuação.

10 Cálculos e Avaliações para as Operações de Salvamento

Qualquer técnico que esteja envolvido com trabalhos relativos a salvamentos de navios ou qualquer outro tipo de embarcação deverá estar familiarizado com a geometria, estabilidade e resistência estrutural dessas embarcações quando intactas, o que lhe permitirá:

- i. Fazer aproximações nos cálculos e assumir decisões técnicas que estarão sempre do lado conservador e seguro do projeto sendo manuseado;
- ii. Entender o comportamento do encalhado, e
- iii. Ter uma maior capacidade técnica como Coordenador do Salvamento (*Salvage Master*) ou Engenheiro de Salvamento.

Os cálculos realizados no campo quando da realização de uma operação de salvamento não são feitos com a mesma precisão e rigor técnico daqueles realizados nos escritórios de projetos e engenharia. Os cálculos realizados no campo são, muitas vezes, baseados em dados disponíveis a bordo, que nem sempre estão corretos, ou baseados em deduções feitas na cena de ação, o que muitas vezes se revela como a única opção.

Para que se possam fazer boas estimativas, tanto o Coordenador do Salvamento (*Salvage Master*) como o Engenheiro de Salvamento devem saber o que estão procurando, onde estão procurando, bem como devem saber fazer a correta interpretação daquilo que está sendo visto e saber fazer a extrapolação lógica de tudo aquilo que se possa obter através de informações.

A despeito dos esforços das Sociedades Classificadoras e Administrações das Bandeiras, os detalhes técnicos a bordo que tratam de danos e outras situações para as quais as embarcações não foram construídas se limitam aos dados obrigatórios. Muitas vezes, não se pode contar com a disponibilidade desses dados a bordo e, quando disponíveis, não se pode tomar como base tais dados, principalmente durante os estágios subsequentes de um encalhe, quando se faz necessário o levantamento geral de situação

do encalhado. Existem casos em que embarcações sendo salvas não possuem tais dados ou não conseguem localizá-los. Dessa maneira, tanto o Coordenador do Salvamento (*Salvage Master*) como o Engenheiro de Salvamento devem estar preparados tecnicamente para realizar os cálculos necessários e a falta de qualquer dado técnico não deve representar obstáculo intransponível para pessoas com conhecimento e experiência: esta etapa será tratada como mais um desafio. No aprimoramento e considerações dos dados técnicos de uma embarcação, tanto o Coordenador do Salvamento (*Salvage Master*) como o Engenheiro de Salvamento devem ser peritos em deduções, aproximações, conclusões e hipóteses técnicas sempre que os dados técnicos das embarcações em atendimento não estejam disponíveis. [Ref. 4]

As curvas hidrostáticas são de vital importância durante uma operação de salvamento em que os dados técnicos necessários não estejam disponíveis, pois além de nos fornecer as várias características de flutuação da embarcação, nos ajudam a resolver problemas de reflutuação e encalhe.

Através das curvas hidrostáticas obtemos os dados técnicos relativos a:

- a. Volume de carena e deslocamento em água doce (\square)
- b. Deslocamento em água salgada (Δ)
- c. Área de flutuação (A_{wp})
- d. Toneladas por centímetro de imersão (TPC)
- e. Momento para trimar 1 cm (MTC)
- f. Cota do centro de carena (KB)
- g. Distância do centro de carena longitudinal em relação à seção mestra (LCB)
- h. Distância do centro de flutuação longitudinal em relação à seção mestra (LCF)
- i. Cota do metacentro transversal (KM)
- j. Coeficiente de bloco (CB)
- k. Coeficiente prismático (CP)
- l. Coeficiente de flutuação ou de linha d'água (CWL)
- m. Coeficiente de seção mestra (CSM)
- n. Correção do deslocamento para 1 cm de trim (CDCT)

Caso, durante uma operação de salvamento a embarcação não possua os dados técnicos necessários nem as curvas hidrostáticas, as características de flutuação da embarcação e seus coeficientes deverão ser determinados por aproximação e/ou fórmulas que ajudarão a resolver o problema técnico existente. Tendo em vista as diferenças existentes entre os sistemas de medição internacional e americano, deve-se ter atenção quanto aos fatores a serem aplicados bem como a experiência adequada à percepção de qualquer resultado estranho quando comparado ao enclhado.

As fórmulas usuais utilizadas para estes casos são:[Ref. 4, 30, 31, 6]

Deslocamento - Δ $\Delta = \frac{Lbp \times Tm \times B}{K} \times CB$ (1)

Densidade – ton / m ³	Sistema Americano - K	Sistema Internacional - K
$\gamma = 1,025$	35	0.975
$\gamma = 1,000$	36	1,000

Volume de deslocamento ou de carena - ∇ $\nabla = Lbp \times Tm \times B \times CB$ (2)

Coeficiente de bloco (adimensional) $CB = \frac{\nabla}{Lbp \times B \times Tm}$ (3)

ou

Coeficiente de bloco (adimensional) $CB = k \times (1,10736 - 0,550401) \times \frac{v}{\sqrt{L}}$ (4)

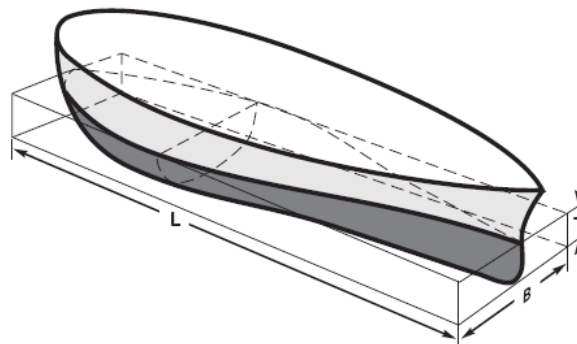
Onde:

- v → Velocidade de serviço em nós
- k → Constante variável com o tipo de navio (ver tabela abaixo)
- Lbp → Comprimento entre perpendiculares em pés

Nota:

Este método de se estimar o coeficiente de bloco foi desenvolvido por análise regressiva de embarcações existentes.

Tipo de Navio	Valor de “k”
Graneleiro	1,08
LPG	1,06
LNG	1,04
OBO ou Log Carrier	1,03
Químicos ou de Produtos	1,025
Petroleiros	1,01
Carga Geral	1,00
Porta Containers	0,97
Ro - Ro	0,95



Posição vertical do centro de carena

Pés acima da linha base - (1 pé = 0,328 m)

$$KB = \frac{11}{20} Tm \quad (5)$$

Pés abaixo da linha base - (1 pé = 0,328 m)

$$VCB = \frac{Tm}{3} \left(\frac{1}{3} + \frac{6}{p} \right) \quad (6)$$

Onde:

$p=C_{wp}$ → coeficiente da área de flutuação

KB → centro de carena

VCB → posição vertical do centro de carena

Posição vertical do centro de gravidade em pés - (1 pé = 0,328 m)

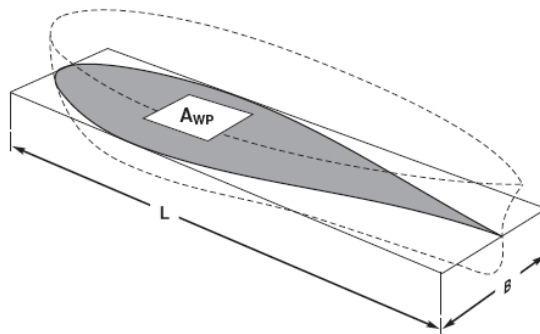
$$KG = \frac{11}{20} D \text{ ou } KG = 0,60 x Tm \quad (7)$$

Onde:

- KG → Posição vertical do CG
 D → Pontal em pés
 Tm → Calado médio

Área do plano de flutuação – (pés² x 0.09290304 = m²)

$$A_{wp} = LB_p$$



Coeficiente do plano de flutuação	$C_{wp} = \frac{A_{wp}}{L b_p \times B}$	(8)
-----------------------------------	--	-----

ou

Coeficiente do plano de flutuação	$C_{wp} = K + 0,702 \times CB$	(9)
-----------------------------------	--------------------------------	-----

Onde:

- K → Coeficiente definido por classes / tipos de navios:
- | | |
|------------------|-------|
| Porta-containers | 0,325 |
| Ro – Ro | 0,336 |
| Outros tipos | 0,306 |

Ton por polegada de imersão – (1 pol = 2,54 cm)

$$TPI = \frac{L b_p}{420} \text{ or } \frac{A_{wp}}{420} \quad (10)$$

Ton por cm de imersão – (1 cm = 0.3937008 pol)

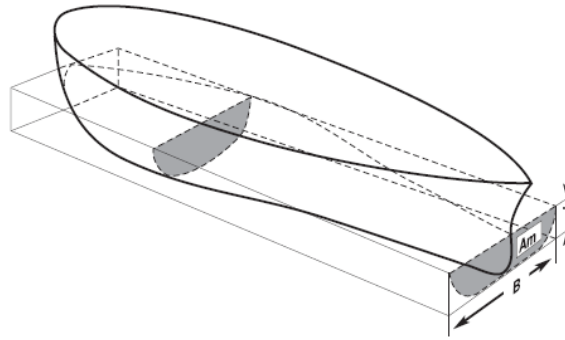
$$TPC = 0,01025 \times A_{wp} \quad (11)$$

Área da seção mestra

$$A_m = B \times T_m \quad (12)$$

Coeficiente de seção mestra

$$C_m = \frac{Am}{B \times Tm} \quad (13)$$



Momento para trimar uma pol – (1 pol = 2,54 cm)

$$MT1 = \frac{B \times L^2 \times p^2}{5040} \quad (14)$$

Nota: Os seguintes valores de coeficientes de forma são utilizados para o cálculo estimado de deslocamento em casos nos quais o navio encontra-se apoiado ou em casos em que seu deslocamento é desconhecido: [30]

Tabela 3: Coeficientes de forma segundo *National Cargo Bureau* - EUA

Embarcação do Tipo	Coeficientes de		
	Bloco	Seção Mestra	Plano de Flutuação
Liner	0,597	0,956	0,725
Carga Geral	0,775	0,992	0,848
Petroleiro	0,757	0,978	0,845
Porta-contentor	0,600	0,970	0,740
Ro-Ro	0,568	0,972	0,671
Mineiro petroleiro	0,808	0,995	0,883
Rebocador de porto	0,585	0,892	0,800

Estabilidade

A estabilidade, por definição, é a tendência que deve ter uma embarcação de retornar a sua posição original de equilíbrio quando cessar a força externa que a retirou desta posição.

Diz-se que um navio está em equilíbrio estático quando o mesmo encontra-se em repouso, com ou sem banda e trim, e as forças gravitacionais e de flutuabilidade estão balanceadas. Estas forças são iguais, atuam em direções opostas e no mesmo sentido vertical.

	<p><u>ESTABILIDADE ESTÁVEL OU POSITIVA</u></p> <p>Uma embarcação em águas tranquilas encontra-se na condição estável de estabilidade se, quando inclinada de um pequeno ângulo por uma força externa, ela retorna à sua posição original quando retirada a força externa.</p> <p>Considere os pontos G e B de uma embarcação que se encontre flutuante com calados paralelos em sua posição vertical e em águas tranquilas como mostrado na figura. O metacentro (M) transversal inicial encontra-se acima de G.</p> <p>i.e. $KM - KG = GM$; tem um valor positivo.</p>
	<p><u>ESTABILIDADE NEUTRA</u></p> <p>Uma embarcação encontra-se na condição neutra de estabilidade se, quando inclinada de um pequeno ângulo por um momento causado por uma força externa, ela permanece em sua posição inclinada sem retornar à posição inicialmente vertical.</p> <p>Considere os pontos G e B de uma embarcação em sua posição vertical flutuando em águas tranquilas como mostrado na figura. A posição do metacentro inicial transversal (M) encontra-se coincidente com G.</p> <p>i.e. $KM - KG = 0$; $GM = 0$</p>

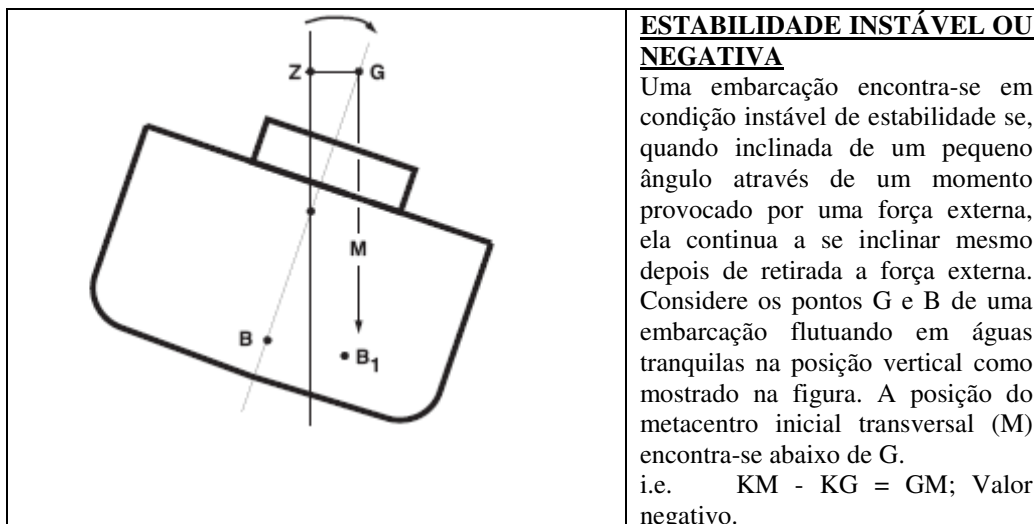


Figura 28: Tipos de estabilidade [Ref. 8, 30]

O conhecimento básico de estabilidade pelos homens do mar é inerente à operação das diferentes embarcações. Existem, para a estabilidade, diversos regulamentos (*standards*) nacionais e internacionais, que são aplicáveis aos diversos tipos de embarcação e sua navegação. Esses regulamentos atendem à estabilidade inicial (intacta) de uma embarcação e a sua capacidade de sobreviver a uma avaria (em condição de avaria). Esses regulamentos são de grande impotência para os armadores e projetistas; mas são de pequena importância prática para as operações de salvamento. O pessoal de salvamento está sempre lidando com embarcações que usualmente não estão intactas ou na sua condição de projeto. Não se pode esperar que as embarcações que estejam sob operação de salvamento ou sendo conduzidas para local de reparos venham a atender aos critérios e/ou regulamentos de estabilidade existentes. O Coordenador de Salvamento (*Salvage Master*) ou Engenheiro de Salvamento irão sempre lidar com este tipo de problema de maneira prática e lidando sempre com a estabilidade básica de maneira a assegurar que a embarcação, na condição de avariada e após seu salvamento, possua estabilidade suficiente durante sua viagem por meios próprios ou a reboque para o seu local de destino. Neste tipo de operação deve sempre existir, por parte das diferentes entidades envolvidas, incluindo mas não limitado às Autoridades (Navais e de Meio Ambiente), Seguradores e Armadores, a consciência de que nestes tipos de operação e viagens, condições extraordinárias e riscos anormais estão sempre envolvidos.

Os pontos notáveis da estabilidade de uma embarcação, e que devem estar sempre vivos na mente dos técnicos envolvidos em salvamento marítimo quando da avaliação das várias situações existentes neste tipo de trabalho, são:

- G → Centro de Gravidade do Navio
 B → Centro de Carena do Navio
 M → Metacentro
 K → Ponto de Referência para Cotas Verticais

As denominações dadas para as distâncias verticais entre os pontos notáveis são:

- KG → Cota do Centro de Gravidade do Navio (KM – GM)
 KB → Cota do Centro de Carena do Navio
 KM → Cota do Metacentro (KB + BM) = (KG + GM)
 BM → Raio Metacêntrico
 GM → Altura Metacêntrica (KM – KG) = (KB + BM – KG)

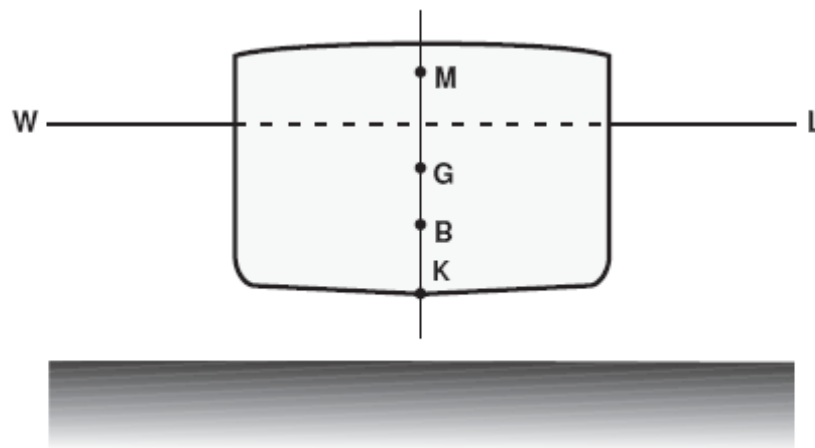


Figura 29: Pontos notáveis da estabilidade de uma embarcação

Algumas considerações sobre os pontos notáveis:

- a. Uma estimativa razoável da altura do centro de carena:

$$KB = 0.55 \times Tm \quad (15)$$

- b. Duas outras equações podem ser usadas para um resultado mais apurado no cálculo da altura do centro de carena - KB:

$$KB = \frac{Cwp}{CB + Cwp} \times Tm \quad (16)$$

Fórmula de Morrish

$$KB = Tm - \frac{1}{3} \left(\frac{Tm}{2} + \frac{V}{Awp} \right) \quad (17)$$

KB	→	Altura do centro de carena
Cwp	→	Coefficiente do plano de flutuação
CB	→	Coefficiente de bloco
Tm	→	Calado médio
Awp	→	Área do plano de flutuação
V	→	Volume do deslocamento

Posição Longitudinal do Centro de Carena – LCB

Na grande maioria das embarcações com formas, a posição longitudinal do centro de carena – LCB – está localizada entre 1% do comprimento de vante a partir da seção mestra da embarcação (cascos de formas cheias) e o equivalente a 2,5 % do comprimento de ré a partir da seção mestra da embarcação (cascos de formas finas).

Posição Longitudinal do Centro de Carena – LCB

$$LCB = Lbp \times (0,5 - (0,160 \times CB - 0,112)) \quad (18)$$

Lbp	→	Comprimento entre perpendiculares
CB	→	Coefficiente de bloco

Posição Longitudinal do Centro de Flutuação – LCF

Definida como o centróide da área de flutuação do navio; é o ponto no qual a embarcação é trimada para pequenas inclinações (Teorema de Euler). Normalmente o LCF está localizado a ré numa distância de até 2% do comprimento. A posição longitudinal do centro de flutuação pode ser estimada como sendo função do comprimento e velocidade para os vários tipos de navio:

Tabela 4: Posição longitudinal estimada do centro de flutuação - LCF

Tipo de Navio	Localização do LCF
Tanqueiros	$LCF = 0.50 \times Lbp \times \left(\frac{V}{160} + 0,914 \right)$
Graneleiros	$LCF = 0.485 \times Lbp \times \left(\frac{V}{100} + 0,900 \right)$
Cargueiros – eixo singelo	$LCF = 0.50 \times Lbp \times \left(\frac{V}{135} + 0,924 \right)$
Cargueiros – eixo duplo e popa tipo Transom	$LCF = 0.50 \times Lbp \times \left(\frac{V}{0,95} + 1,03 \right)$
Cargueiros – eixo duplo e popa tipo Cruzador	$LCF = 0.50 \times Lbp \times \left(\frac{V}{135} + 0,23 \right)$

LCF → Posição longitudinal do centro de flutuação

Lbp → Comprimento entre perpendiculares

V → Volume do deslocamento

Outro fator de relevância quando se trabalha em operações de salvamento é a perda ou redução de estabilidade e que pode ocorrer em decorrência de:

- a. Adição indiscriminada, remoção ou mudança de posição de pesos
- b. Alagamento
- c. Efeito de superfície livre
- d. Casco em condição de água aberta (comunicado com o meio flutuante)
- e. Qualquer combinação dos itens acima

Os itens “a, b, c” acima podem ocorrer em navios intactos. Entretanto, para que ocorra a condição “d”, casco em condição de água aberta, causando a livre comunicação com o meio flutuante, é necessário que ocorra uma avaria de casco.

Controle dos Pesos

A distribuição de pesos a bordo controla a posição do centro de gravidade, e a posição do centro de gravidade interfere diretamente com a estabilidade longitudinal e transversal. A adição, remoção ou reposicionamento de pesos deve sempre ser feita sob

o maior rigor técnico possível, acompanhado de planejamento, para que se tenha o controle da posição do centro de gravidade.

Os seguintes itens devem ser evitados em qualquer operação com embarcações:

- Adição de pesos que venham a comprometer a reserva de flutuabilidade.
- Adição de pesos altos, remoção de pesos baixos e a transferência de pesos baixos para posições altas que venham a causar a elevação da posição do centro de gravidade e perda de estabilidade transversal.

- Adição, remoção ou mudanças de posicionamento de pesos as quais resultem em trim superior a 1% do comprimento da embarcação.

- Adição, remoção ou mudanças de posicionamento de pesos as quais resultem em adernamento da embarcação.

No casos das embarcações encalhadas ou durante a operação de desencalhe, o controle sobre esses pesos deve ser ainda maior, e o seu efeito no deslocamento, trim e estabilidade deve ser conhecido antes da sua realização. A remoção de pesos de locais errados ou a remoção excessiva de pesos pode resultar em condição precária de estabilidade resultando em perigo quando da reflutuação da embarcação. O mesmo acontece quando da colocação a bordo de equipamento de salvamento, devendo-se evitar a colocação de tais pesos em posições altas.

Alagamento

O alagamento representa um dos maiores perigos a qualquer embarcação pois pode resultar em sua perda por:

- Afundamento por perda da reserva de flutuabilidade, ou
- Emborcamento por perda de estabilidade.

O alagamento de uma embarcação poder ser resultado de água utilizada no combate a incêndio, água aberta, colisões, explosões, avarias em sistemas de transferência de cargas, e qualquer outro dano ou avaria que permita o ingresso de líquidos no casco da embarcação.

A água de alagamento pode ser tratada como peso adicionado e seus efeitos sobre o deslocamento, trim e estabilidade, incluindo mas não limitado ao posicionamento do centro de gravidade e adernamento, deverão ser calculados como que se pesos sólidos tivessem sido adicionados aos compartimentos alagados.

A inspeção inicial de qualquer embarcação encalhada deve sempre ter continuidade e uma rotina de re-inspeções deve ser adotada, pois deve-se ter plena

certeza de que um alagamento não esteja ocorrendo ou que, após ocorrido, não esteja se espalhando progressivamente através de passagens de cabos, tubulação, e sistemas de drenos.

No caso de alagamento por água de combate a incêndio, deve-se ter em consideração os seguintes perigos:

- A adição de pesos em posições altas e
- A drenagem da água para compartimentos inferiores criando superfície livre em cada um deles.

Quando do combate a incêndio a bordo com água, deve-se sempre ter atenção para onde a água vai, durante e depois do incêndio.

Efeito de Superfície Livre

Um compartimento que esteja parcialmente cheio de líquido terá este mesmo líquido se movendo de um bordo a outro conforme os movimentos da embarcação e reduzindo sua estabilidade. Toda vez que a embarcação inclinar, o centro de gravidade da massa líquida se moverá para o lado mais baixo fazendo com que o posicionamento do centro de gravidade da embarcação também se mova para o lado mais baixo e, conseqüentemente, reduzindo o braço de endireitamento. O cálculo da elevação virtual do centro de gravidade é dado por:

$$GG1 = \frac{i}{V} \quad (19)$$

Onde:

GG1 → Elevação virtual do centro de gravidade

i → Momento de inércia para o tanque ou compartimento com superfície livre. Para compartimentos retangulares com largura “b” e comprimento “l”, temos:

$$i = \frac{b^3 \times l}{12}$$

V → Volume do deslocamento (□)

Nota: → Para inclinação longitudinal o momento de inércia causado pela superfície livre é calculado pela fórmula:

$$i = \frac{b \times l^3}{12}$$

Casco na Condição de Água Aberta

É o termo utilizado para dizer que o casco de uma embarcação está avariado de maneira tal que o fluxo de água do meio flutuante se movimentava livremente para dentro e para fora do casco. Existem três efeitos para este tipo de alagamento:

- Abaixamento do centro de gravidade por peso líquido embarcado;
- Elevação virtual do centro de gravidade e diminuição da altura metacêntrica devido à perda de líquido superfície livre; e
- Elevação virtual adicional do centro de gravidade devido ao peso líquido embarcado quando o compartimento afetado está fora de centro.

Quando um compartimento fora da linha de centro está alagado, a embarcação sofre uma banda e, conseqüentemente, com o aumento da banda, ocorre um maior ingresso de água até que ocorra a igualdade de níveis, interno e externo (equilíbrio).

O fluxo de água adicional num compartimento fora da linha de centro é chamado de efeito da água aberta ou de livre comunicação, e sempre causa perda de estabilidade.

O cálculo da elevação virtual do centro de gravidade devido ao efeito da água aberta ou da livre comunicação é o seguinte:

$$GG1 = \frac{(a x y^2)}{V} \quad (20)$$

GG1	→	Elevação virtual do centro de gravidade devido a água aberta
a	→	Área do compartimento alagado
y	→	Distância da linha de centro do navio ao centro de gravidade do compartimento alagado
V	→	Volume do deslocamento da embarcação

O efeito da água aberta ou da livre comunicação deve ser eliminado por meio de tamponamento (*patch*) de maneira que não ocorra o livre fluxo de água.



Figura 30: N/M Yamal (18/06/05) com tamponamento de aço no casco [Ref. 34 – Shipspotting]

Efeitos Combinados de Alagamento

Os efeitos combinados de alagamento são:

- Aumento no deslocamento
- Movimento no posicionamento do centro de gravidade
- Efeito de superfície livre
- Efeito da livre comunicação

O movimento do posicionamento do centro de gravidade pode melhorar ou piorar a condição de estabilidade de uma embarcação dependendo da localização do peso embarcado. Os efeitos de superfície livre e da livre comunicação sempre pioram a estabilidade. Cada um destes efeitos ocorrem separadamente e devem ser calculados de maneira independente.

Adernamento ou Banda

Trata-se da inclinação de uma embarcação quando a mesma encontra-se em equilíbrio. O adernamento ou banda é um sintoma e não a causa da redução de estabilidade, e suas causas prováveis são: [Ref. 8, 31]

- Colocação de pesos fora da linha de centro;

- Altura metacêntrica (GM) negativa;
- A combinação dos dois itens acima.

Sempre que existir um adernamneto ou banda, é de vital importância a determinação da causa antes de qualquer correção, pois uma ação corretiva inadequada poderá agravar a situação existente.

Uma embarcação com altura metacêntrica (GM) negativa encontra-se em posição perigosa e a restauração da altura metecêntrica positiva deve ser procedida de imediato. A restauração da altura metacêntrica deve ser feita através da redistribuição de pesos a bordo, remoção de pesos altos ou adição de pesos baixos para abaixamento da posição do centro de gravidade, ou ainda recuperando o plano de flutuação para aumentar o raio transversal do metacentro.

Qualquer tentativa de se corrigir adernamento ou banda causado por altura metacêntrica negativa por meio de movimentação de pesos para localizações altas, causará a súbita mudança de bordo de adernamento ou banda com um ângulo maior, podendo resultar em emborcamento.

10.1 Estabilidade Transversal

Conhecimento dos princípios de estabilidade irá permitir ao pessoal de salvamento avaliar as condições de estabilidade de uma embarcação encalhada para que se tome as providências necessárias e se evite o seu emborcamento. O braço de endireitamento (GZ) é o de maior importância devido à sua larga aplicação. [Ref. 8]

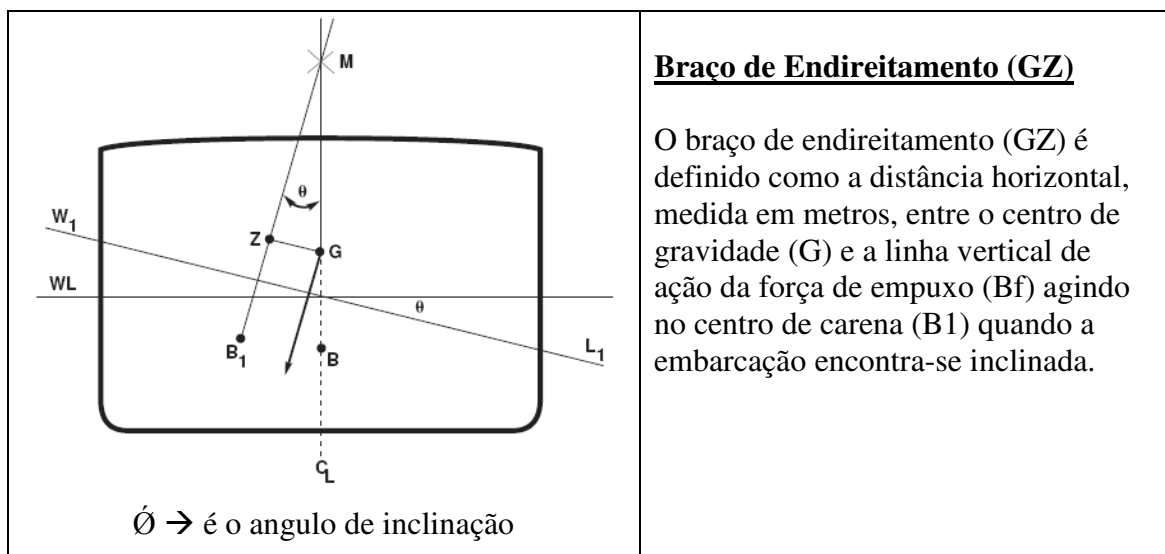


Figura 31: Braço de endireitamento [Ref. 8, 30]

Durante o desenvolvimento do projeto de uma embarcação, o braço de endireitamento é calculado para diversos ângulos de inclinação e plotado em função do deslocamento para uma certa altura do centro de gravidade (KG). Estas curvas, chamadas de curvas cruzadas de estabilidade, são a base para o desenvolvimento das curvas de estabilidade estática e que devem ser corrigidas devido aos vários fatores que afetam a estabilidade de uma embarcação.

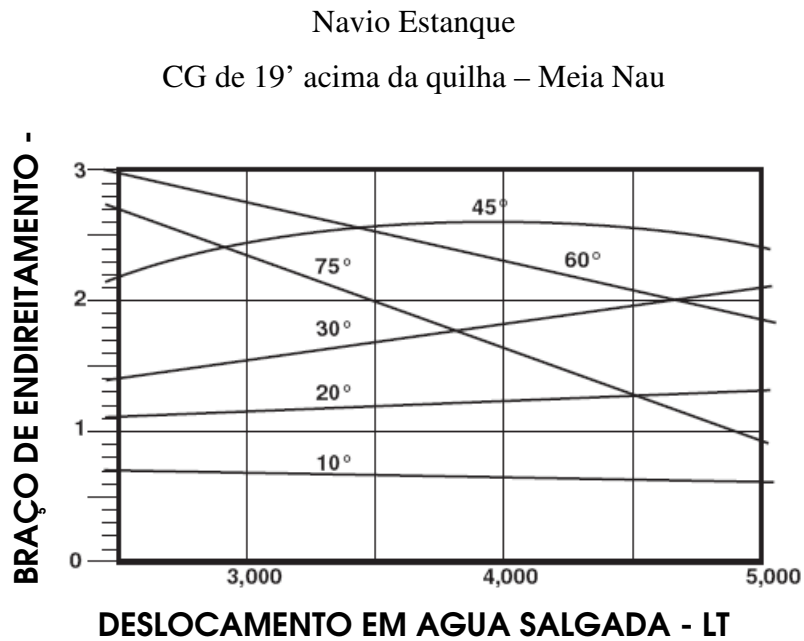
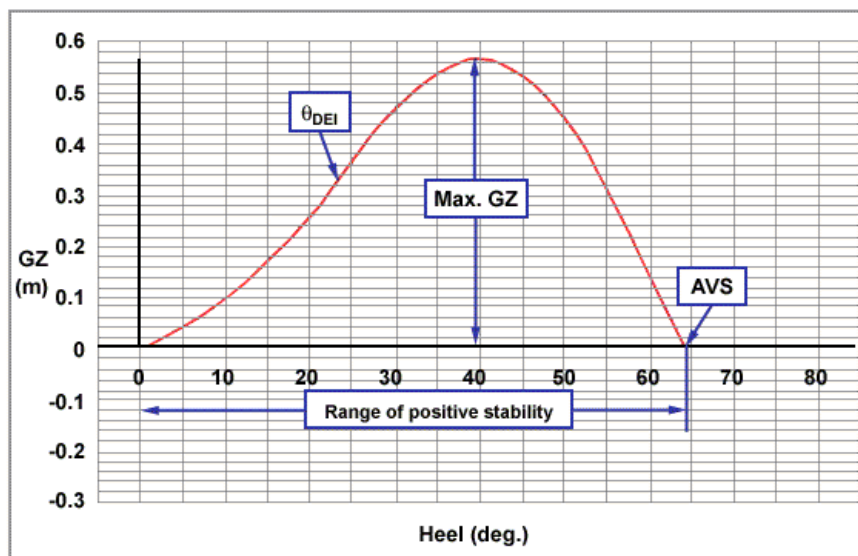


Figura 32: Curva Cruzada de Estabilidade [Ref. 30]



$\theta_{DEI} \rightarrow$ Ângulo de imersão da borda

Figura 33: Curva de Estabilidade Estática [Ref. 8]

A curva de estabilidade estática (ou simplesmente a curva de estabilidade) mostra as mudanças no braço de endireitamento à medida que ocorre uma inclinação a um determinado deslocamento. As curvas de estabilidade quando plotadas e corrigidas fornecem as seguintes informações:

- Variação do adernamento no qual a embarcação se mantém estável;
- Braço de endireitamento a qualquer ângulo de adernamento;
- Momento restaurador a qualquer ângulo de adernamento;
- Ângulo no qual ocorrem os máximos braço de endireitamento e momento restaurador;
- Altura metacêntrica (GM)

A energia de endireitamento, ou seja, a energia necessária para adernar uma embarcação a um ângulo qualquer ou restaurá-la deste ângulo, é igual à área abaixo da curva de estabilidade entre a origem e o ângulo em questão. Uma embarcação com boa estabilidade inicial tem uma boa altura metacêntrica, uma curva de estabilidade abrupta para ângulos pequenos e uma grande energia de endireitamento para ângulos pequenos. Energia de endireitamento e sua distribuição, particularmente a quantidade que deve existir para pequenos ângulos de adernamento, formam importantes critérios nas regulamentações de estabilidade. Entretanto, devido a natureza dos trabalhos desenvolvidos, os técnicos envolvidos em salvamentos estão mais interessados na quantidade do que na qualidade da estabilidade. [Ref. 4]

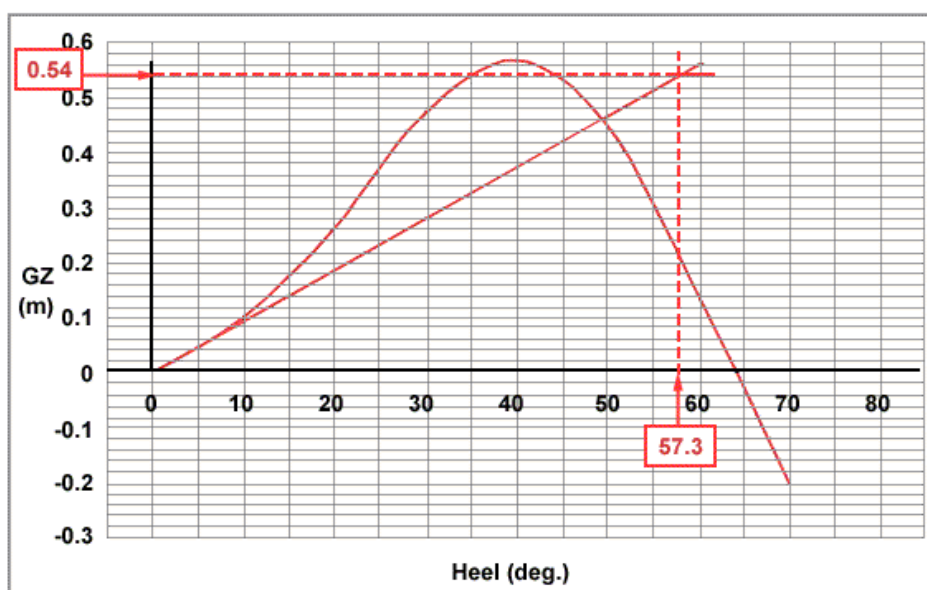


Figura 34: Curva de Estabilidade Estática [8]
 $57.3^\circ = 1$ radiano

10.2 Estabilidade Longitudinal

É a habilidade de toda embarcação de retornar à sua posição original longitudinal após ter tido esta posição alterada por forças que tenham causado seu movimento de rotação por um eixo transversal; ou seja, é a tendência que o navio tem de manter os mesmos calados de proa e popa.

A estabilidade longitudinal é importante nas operações de salvamento porque suas alterações numa embarcação encalhada ou afundada não serão aparentes pois a embarcação não irá responder do mesmo modo do que quando flutuando livremente. As modificações na estabilidade longitudinal devem ser calculadas de maneira tal que se tenha as condições reais do encalhado.

O centro de carena (LCB) está localizado na vertical e junto com o centro de gravidade (CG) sempre que as embarcações estiverem na condição de equilíbrio. A posição longitudinal do centro de carena pode ser obtida nas curvas de formas. Os técnicos em salvamento devem sempre reconhecer que as embarcações encalhadas nem sempre podem estar em equilíbrio e que, conseqüentemente, o centro de gravidade e a posição longitudinal do centro de carena não estarão na mesma linha vertical. [Ref. 4 ,8]

Na estabilidade longitudinal, o momento de inércia pode ser calculado ou estimado da seguinte forma:

$$I_L = C_{IL} \times B \times L^3 \quad (21)$$

Onde:

$$C_{IL} = (0,143 \times C_{wp} - 0,0659)$$

- C_{IL} → Coeficiente longitudinal de inércia
- B → Boca
- L_{bp} → Comprimento entre perpendiculares

e o raio metacêntrico longitudinal da seguinte forma:

$$BM_L = I_L / V \quad (22)$$

- BM_L → Raio metacêntrico longitudinal
- I_L → Momento de inércia do plano de linha d'água sobre o eixo transversal
- V → Volume do deslocamento

$$BM_L = C_{IL} \times L^2 / C_B \times T \quad (23)$$

- BM_L → Raio metacêntrico longitudinal
- C_{IL} → Coeficiente longitudinal de inércia
- C_B → Coeficiente de bloco
- T → Calado

O coeficiente longitudinal de inércia é adimensional e pode ser obtido diretamente através da curva apresentada na figura 35:

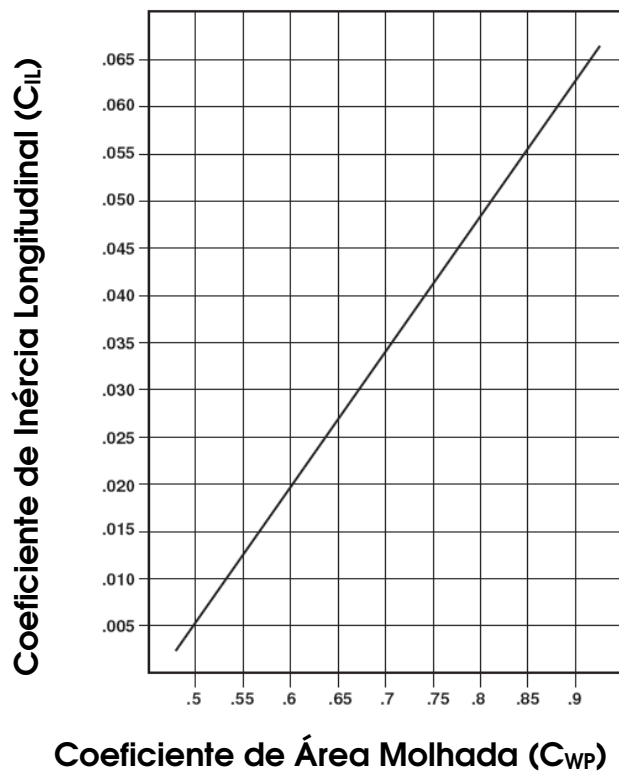


Figura 35: Coeficiente de Inércia Longitudinal [4]

A altura do metacentro longitudinal (KM_L) é a soma do centro de flutuação (KB) e o raio metacêntrico longitudinal (BM_L).

$$KM_L = KB + BM_L \quad (24)$$

A altura metacêntrica (GM_L) é a diferença entre as alturas do metacentro longitudinal (KM_L) e do centro de gravidade (KG).

$$GM_L = KM_L - KG \quad (25)$$

Na prática, e durante operações de salvamento em que os cálculos não são refinados, BM_L e GM_L são intercambiáveis devido às diferenças pequenas de seus valores.

Durante as operações de salvamento, o uso da altura metacêntrica longitudinal está diretamente relacionado ao cálculo do momento para trimar uma polegada / um centímetro (MTI / MTC) através da expressão:

$$MTI = GM_L \times \Delta / 12 \times L \quad (26)$$

ou pela aproximação:

$$MTI = BM_L \times \Delta / 12 \times L \quad (27)$$

ou pela aproximação:

$$MTI = k \times TPI^2 / B \quad (28)$$

onde, k é tabelada, adimensional e é função do coeficiente de bloco.

Coeficiente de Bloco (C _B)	K
0,65	28
0,70	29
0,75	30
0,80	31
0,85	32

Figura 36: Constante k em função de C_B

ou ainda:

$$MTI = L^2 \times B / 10.000 \quad (29)$$

Ou:

$$MTC = \Delta / 100 \quad (30)$$

10.3 Resistência Estrutural

A resistência longitudinal de uma embarcação é definida como a capacidade de suportar os esforços impostos por seu carregamento e pelo mar, levando-se em conta um percentual de incertezas para outras condições, incluindo acidentes. Estes parâmetros são definidos quando da elaboração do seu projeto e construção e conhecidos como esforço cortante e momento fletor.

Numa embarcação intacta e flutuando em águas tranquilas, o momento fletor máximo ocorre próximo à região da seção mestra (meio navio) e o máximo esforço cortante em pontos localizados em ¼ do comprimento. As seções são projetadas com a finalidade de garantir que os esforços impostos estejam dentro dos limites aceitáveis. Duas condições comuns durante um salvamento requerem que o nível de esforços sejam calculados em outros pontos:

i. A embarcação poderá estar com carregamento não previsto no seu projeto original.

Isto pode ocorrer devido a alagamento, encalhe ou outra condição não usual de carregamento fazendo com que o momento fletor máximo esteja em outro ponto que não as proximidades da seção mestra (meio navio). O mesmo ocorre com a localização do esforço cortante.

ii. Uma avaria que altere a distribuição de esforços em uma seção fazendo com que o momento fletor e esforço cortante máximos ocorram em outras seções.

Avaria, mesmo que num comprimento pequeno, interrompe a continuidade dos elementos longitudinais e reduz o módulo de seção avariada.

As curvas de carregamento, esforço cortante e momento fletor devem ser examinadas durante uma operação de salvamento, e os seguintes itens devem receber atenção detalhada: [Ref. 4, 6, 31]

- **As condições de distribuição de esforços devem ser determinadas sempre que o momento fletor ou esforço cortante forem máximos ou o módulo de seção estiver reduzido.**
- **Efeitos das ações do salvamento no carregamento, momento fletor e esforço cortante, antes de qualquer ação.**
- **Não proceder com corte de acessos em locais que possam reduzir o módulo de seção ou causar descontinuidade entre elementos estruturais.**

Os componentes estruturais de uma embarcação são projetados e arranjados de maneira tal a garantir um módulo de seção capaz de suportar os carregamentos projetados. O trincanis, o convés resistente, quilha, longitudinais de fundo, reforçadores e chapeamento são sujeitos aos mais altos níveis de esforços por carregamento, e também por cargas locais. Estes elementos são críticos para o carregamento da viga como um todo. Durante a operação de salvamento, a inspeção de membros estruturais deve sempre ser detalhada e todo o cuidado necessário deve ser adotado para que se evite danos a estes membros estruturais. Avarias próximas do eixo neutro causadas por colisão ou outro meio qualquer geralmente têm menos impacto na resistência longitudinal que um dano na quilha ou no convés, com localização bem mais distante do eixo neutro.

Os técnicos envolvidos com salvamento devem inspecionar os elementos estruturais e chapeamento do encalhado com frequência regular para identificar quaisquer sinais de danos à sua integridade. Os sinais visuais mais comuns a serem observados neste tipo de inspeção são:

- Corrosão ou carepas com evidência de despreendimento recente;
- Chapeamento do duplo fundo com elevação ou com as linhas da estrutura interna visíveis;
- Mudanças no alinhamento de mastros e outros instrumentos fixados nas partes altas;
- Deformações longas (*buckling*) em chapeamento adjacente a estruturais e que só possam ser detectadas com auxílio de iluminação paralela ou visualização paralela;
- Cordões de solda partidos ou trincados;
- Pintura do convés partida ou solta;
- Desalinhamentos nos mais diversos locais e equipamentos, e
- Alterações em qualquer dos itens acima.

A análise da resistência estrutural é um processo sequencial no qual três itens são determinados:

- a. O efeito das forças atuantes na embarcação;
- b. Os esforços resultantes;
- c. A capacidade da estrutura da embarcação em suportar esses esforços.

Durante uma operação de salvamento, a análise da resistência estrutural é utilizada para determinar:

1. A resistência estrutural da embarcação encalhada no primeiro momento;
2. Os efeitos do plano de salvamento;
3. A capacidade da embarcação encalhada em suportar carregamentos.

Os cascos das embarcações estão expostos a três tipos de carregamento:

- Carregamentos Primários:
 - Momento fletor e esforço cortante que afetam a embarcação como um todo. Carregamentos primários em excesso podem levar a resultados catastróficos resultando, inclusive, na perda do bem.

- Carregamentos Secundários
 - Afetam uma porção definida da embarcação como o cobro em um porão de carga ou uma antepara transversal.
- Carregamentos Terciários
 - Afetam uma área muito limitada do casco da embarcação, tal como um simples painel de chapeamento ou um prumo.

Os carregamentos primários, devido ao seu tamanho e consequências (um colapso), determinam os parâmetros estruturais da estrutura primária de uma embarcação – o casco e estrutura de convés.

As forças verticais de flutuabilidade mantêm o casco de uma embarcação na condição de flutuação na totalidade de seu comprimento. A força de flutuabilidade varia conforme a variação das formas do casco submerso de uma embarcação. As forças de flutuabilidade atuando em uma determinada seção do corpo submerso são proporcionais ao volume submerso daquela seção. Geralmente a distribuição do peso total de uma embarcação (estrutura, acabamento, peso leve, porte bruto) é feita de maneira não uniforme ao longo do comprimento da embarcação.

Peso e flutuabilidade podem diferir a uma determinada seção. Essa diferenciação está atrelada a um excesso localizado de flutuabilidade ou peso. A diferença algébrica destes é a flutuabilidade ou força líquida naquela seção.

Navios encalhados são suportados em parte pela flutuabilidade e em parte pelo encalhe, e a soma da reação de encalhe (R) e a flutuabilidade (B) é sempre igual ao peso.

11 A Reação de Encalhe

O encalhe involuntário de embarcações é a causa mais comum de acidentes envolvendo a necessidade de operações de salvamento. Como dito anteriormente, a embarcação encalhada encontra-se em uma posição que os seus projetistas, construtores e operadores jamais pretenderam que fosse assumida. [Ref. 4, 25]

Quando uma embarcação sofre um encalhe, quer por um erro de navegação ou por quebra de máquinas, as forças atuantes a levarão para a praia ou recifes onde a mesma permanecerá suportada parcialmente pela sua flutuabilidade e parcialmente pelo encalhe. A quantidade de flutuabilidade perdida é igual ao peso suportado pelo solo.

O peso no solo é conhecido como reação de encalhe e é de grande importância em qualquer encalhe. A reação de encalhe não é constante e varia com qualquer modificação nos pesos de bordo ou flutuabilidade, entretanto a todo instante temos que:

Peso = Flutuabilidade + Reação de Encalhe
--

Quando o peso é igual a flutuabilidade; a reação de encalhe é zero e a embarcação flutua. Entretanto quando o peso é igual a reação de encalhe; a embarcação está em seco. A maioria dos encalhes situa-se entre as duas situações.

As marés e suas variações são de grande importância em casos de encalhe, pois a sua variação faz aumentar ou diminuir a reação de encalhe, ou seja:

Enchente	→	Flutuabilidade >	Reação de Encalhe <
Vazante	→	Flutuabilidade <	Reação de Encalhe >

Durante o desenvolvimento das operações de desencalhe, é importante conhecer as variações dos ciclos de marés e as alturas durante os seus intervalos. Caso tais valores não estejam tabulados, assumindo que entre as marés altas, a maré segue uma variação coseinodal, podemos obter uma boa aproximação de valores através da expressão (31):

$$H_n = \frac{R}{2} \times \cos \Theta + \left(\frac{R}{2} + Hlw \right) \quad (31)$$

(Resultados em pés ou metros)

Onde:

H_n → Altura de maré numa hora “n” antes ou após a maré alta

- n → Horas antes ou após a maré alta
- Θ → Ângulo de fase da maré para uma hora ($180/T$ Graus ou π/T radianos, onde T é a duração da maré de vazante ou de enchente)
- Hlw → Altura da maré de vazante em relação ao datum

Dois características são importantes para a reação de encalhe: o tamanho e a distribuição da reação o encalhe. O tamanho da reação de encalhe é calculado por equações matemáticas inerentes à arquitetura naval, enquanto a distribuição é de difícil estimativa. Não existem métodos de estimativas para a distribuição da reação de encalhe que tenham sido verificados experimentalmente. Existem duas teorias comuns a saber: [Ref. 25]

1ª. Considerando a distribuição da reação de encalhe uniformemente ao longo do comprimento do encalhe e assumindo seu centro localizado no centro geométrico;

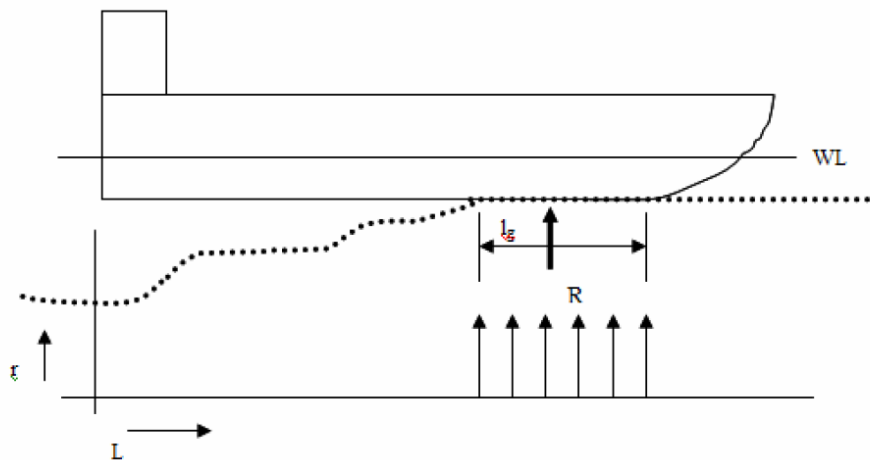


Figura 37: Reação de Encalhe Uniformemente Distribuída [Ref. 25]

2ª. Considerando a distribuição da reação de encalhe triangularmente devido à inclinação (*slope*) e a irregularidades do fundo. Considera-se o zero no final da reação de encalhe e o máximo na parte de vante da reação de encalhe (assumindo-se proa encalhada ou em direção à mesma). Neste caso, o centro da reação de encalhe estará a $1/3$ do comprimento encalhado, contados da parte de vante. Nesta teoria, e considerando-se o casco em uma cava, provavelmente teremos uma distribuição trapezoidal e o centro

da reação de encalhe estará entre $1/3$ e $1/2$ do comprimento encalhado, contados da parte de vante. A localização exata dependerá da proporcionalidade das partes.

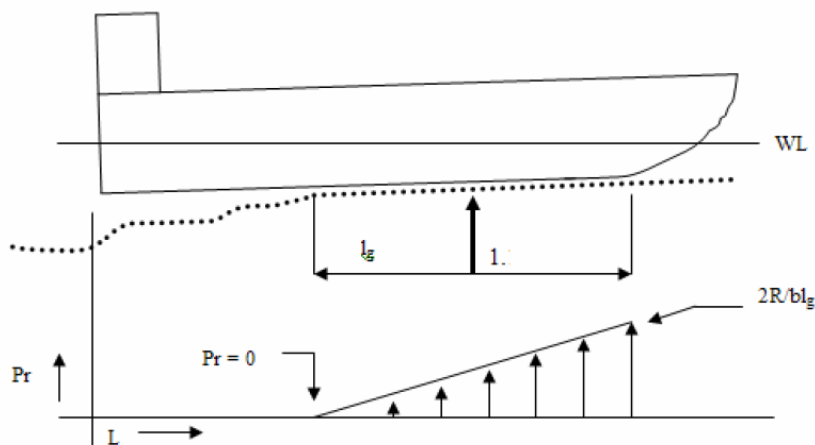


Figura 38: Reação de Encalhe Linearmente Distribuída [Ref. 25]

Onde:

$$P_{\max} = 2R / l_g b_{\text{avg}} \quad r = Pr \times b \quad (32)$$

- Sendo:
- P_{\max} → Pressão máxima de encalhe (Mton/ m² ou Lton/pé²)
 - R → Reação de encalhe (Mton ou Lton)
 - l_g → Comprimento do encalhe (m ou pés)
 - b_{avg} → Boca média da área de contato no comprimento encalhado (m ou pés)
 - b → Boca da área de contato (m ou pés)

O centro de pressão, ou simplesmente o centro da reação de encalhe, é o ponto em que a reação de encalhe agiria se concentrada fosse. A determinação deste ponto é necessária devido a mudanças de localização de pesos e seus efeitos sobre a reação de encalhe. Este centro é também o ponto em que a embarcação pivotará.

A reação de encalhe, para a grande maioria dos casos, é assumida como tendo uma distribuição uniforme em todo o comprimento encalhado. Exceção se aplica quando encalhes ocorrem em rochas pontudas e similares, que empalam a embarcação

ou não. Neste caso, uma área pequena do casco estará em contato com o solo e a distribuição da reação de encalhe não poderá ser determinada com exatidão, apesar de se considerar para tal a distribuição uniforme sobre a área das rochas

A maioria dos métodos para se estimar a reação de encalhe requer o conhecimento dos calados da embarcação antes do encalhe. Tal informação pode ser obtida em diferentes fontes, incluindo mas não limitado ao diário de navegação do navio. A leitura dos calados após o encalhe apresenta, normalmente, uma inexatidão de aproximadamente 15 cm (dado estatístico). Para maior precisão de leituras de calados, os calados durante uma operação de desencalhe são determinados pelo método das médias das médias, considerando as seis leituras, e conforme abaixo: [Ref. 4]

Média dos calados de proa (Tfs, Tfp)	$\frac{Tfs + Tfp}{2} = T_f$	(33)
--------------------------------------	-----------------------------	------

Média dos calados de popa (Tas, Tap)	$\frac{Tas + Tap}{2} = T_a$	(34)
--------------------------------------	-----------------------------	------

Média dos calados de meia nau (Tms, Tmp)	$\frac{Tms + Tmp}{2} = T_{mo}$	(35)
--	--------------------------------	------

Calado a meia nau pela média de proa e popa	$\frac{T_f + T_a}{2} = T_{mc}$	(36)
---	--------------------------------	------

Média dos calados a meia nau pelos calados calculado e o observado	$\frac{T_{mo} + T_{mc}}{2} = T_m$	(37)
--	-----------------------------------	------

Média das médias com o calado médio calculado e o observado	$\frac{T_m + T_m}{2} = T_{mm}$	(38)
---	--------------------------------	------

Nota: S e P referem-se a boreste e bombordo

A reação de encalhe pode ser estimada por cinco métodos diferentes. Entretanto, nem todos os métodos são igualmente aplicáveis a todos os encalhes e o método mais adequado deverá ser utilizado. O comum entre estes métodos é que para todos são requeridas informações do encalhado antes do evento, isto é, na condição de fluabilidade imediatamente anterior ao encalhe.

A força da reação de encalhe é considerada como um peso negativo que afeta a orientação estática da embarcação na posição encalhada. O cálculo dessa força também assume que tanto a embarcação quanto o solo são corpos rígidos e são baseados na perda da flutuabilidade. Os cinco métodos estão descritos a seguir: [Ref. 4, 25, 31]

11.1 Método da distribuição da perda de flutuabilidade

A área entre a curva de peso e a curva de flutuabilidade numa determinada linha d'água do encalhado é a reação de encalhe total. Para que exista o equilíbrio, a reação de encalhe deve ser distribuída em incrementos sobre o comprimento encalhado de maneira que a combinação do centro de flutuação e da reação de encalhe estejam numa vertical com o centro de gravidade. A área e as curvas de flutuabilidade são desenvolvidas a partir das seções de áreas obtidas das curvas de Bonjean.

11.2 Método da diferença dos deslocamentos

O método para cálculo da reação de encalhe pela diferença dos deslocamentos é o mais simples a ser aplicado e, para seu cálculo, dependemos das tabelas hidrostáticas, plano de capacidade com escala de porte bruto ou plano de linhas. Com os calados de antes do encalhe e os calados de após o encalhe plotados nos documentos acima e aplicando-se as devidas correções, temos os deslocamentos nas mesmas condições. A diferença entre eles é a reação de encalhe, ou seja:

$$R = \Delta_a - \Delta_d$$

Onde:

R	→	Reação de encalhe (Mton ou Lton)
Δ_a	→	Deslocamento imediatamente antes do encalhe
Δ_d	→	Deslocamento após o encalhe

11.3 Método da alteração dos calados de vante

Este método é apropriado para uso em qualquer encalhe onde o centro da reação de encalhe é conhecido ou pode ser estimado com bastante certeza. Este método considera a reação de encalhe como a remoção de peso da quilha que causará a emersão do casco da embarcação (variação dos calados antes e depois) e trim da embarcação.

Alteração dos calados de vante = alteração devido à emersão casco + variação de calado a vante devido ao trim.

Nota: As condições de contorno para que este método apresente resultados satisfatórios são:

- i. A posição do encalhe em relação ao casco estar defenida, e
- ii. O centro da reação de encalhe deverá ser reajustado até que se obtenha uma posição realística deste centro

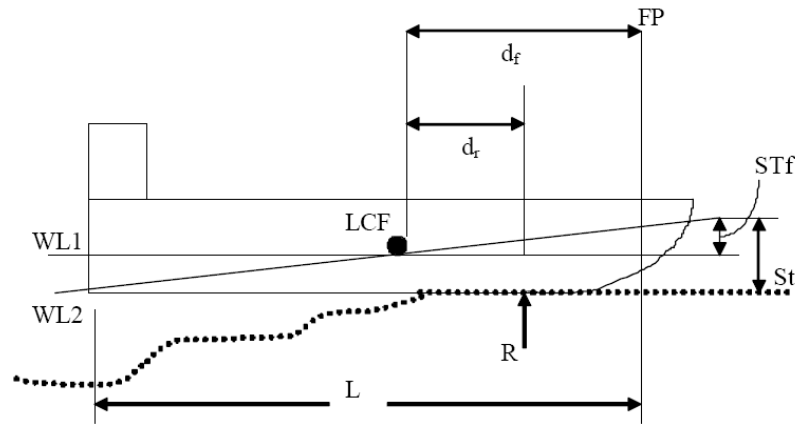


Figura 39: Reação de Encalhe – Método de Alteração do Trim [Ref. 25]

$$\Delta T = \frac{R}{TPI} \quad (39)$$

$$\Delta t = \frac{Rdr}{MT1} \quad \Delta Tfw,trim = \frac{df}{L} \Delta t \quad (40)$$

$$\Delta Tf = \frac{R}{TPI} + \frac{Rd}{MT1} \times \frac{df}{L} \quad (41)$$

$$\Delta Tf = \frac{R}{TPI} + \frac{R(dr)(df)}{MT1(L)} \quad \Delta Tf = \frac{R(L)(MT1) + R(dr)(df)(TPI)}{TPI (MT1)(L)} \quad (42)$$

$$\Delta Tf = \frac{R[(L)(MT1) + (dr)(df)(TPI)]}{TPI (MT1)(L)} \quad \Delta Tf = \frac{R[(L)(MT1) + (dr)(df)(TPI)]}{TPI (MT1)(L)} \quad (43)$$

$$R = \frac{\Delta Tf(TPI)(MT1)(L)}{(L)(MT1) + (dr)(df)(TPI)} \quad (44)$$

Onde:

Δt	→	Alteração de trim (polegadas)
ΔTf	→	Mudança de calados avante ($T_a - T_d$) → antes / depois
df	→	Distância do centro de flutuação à perpendicular de vante
dr	→	Distância do centro de flutuação ao centro da reação de encalhe
R	→	Reação de encalhe (ton)
$MT1$	→	Momento para trimar 1 polegada
TPI	→	Toneladas por polegada de imersão

A equação acima (44) pode também ser resolvida em relação a “dr” ou seja em relação à distancia do centro de flutuação ao centro da reação de encalhe

$$\overline{dr} = \frac{1}{TPI(df)} \times \frac{\Delta Tf(MT1)(TPI)(L)}{R} - L(MT1) \quad (45)$$

11.4 Método das Toneladas por Polegada de Imersão ou por Centímetro de Imersão

Este método considera somente o ganho de flutuação da embarcação e é uma boa estimativa para os casos em que não ocorreram mudanças no trim do navio. É definido como:

$$R = (T_{ma} - T_{md}) TPI$$

ou

$$R = (T_{ma} - T_{md}) TPC$$

Onde:

R	→	Reação de encalhe (Lton / Mton)
T_{ma}	→	Calado médio imediatamente antes do encalhe (pé / m)
T_{md}	→	Calado médio imediatamente depois do encalhe (pé / m)
TPI	→	Toneladas por polegada de imersão
TPC	→	Toneladas por centímetro de imersão

Conhecendo a variação do trim devido ao encalhe, o calado médio poderá ser corrigido para esse trim da seguinte forma:

$$TC = \frac{d \times t}{L} \quad (46)$$

Onde:

- TC → Correção do calado médio devido ao trim
- d → Distância de meia nau
- t → Trim (
- L → Comprimento entre perpendiculares

A correção do trim é aplicada ao calado médio para se obter um calado médio equivalente – T_{EQ} – da seguinte forma:

- $T_{EQ} = T_M + T_C$ → LCF a ré da meia nau e trim pela popa,
- ou
- LCF a vante da meia nau e trim pela proa
- $T_{EQ} = T_M - T_C$ → LCF a vante de meia nau e trim pela
- popa, ou
- LCF a ré da meia nau e trim pela proa

11.5 Método da Alteração ou Mudança de Trim

Este método para cálculo da reação de encalhe é melhor aplicado quando o trim da embarcação excede a 1% do seu comprimento, o centro da reação de encalhe é conhecido ou pode ser estimado com bastante precisão e a alteração do trim é o efeito dominante no encalhe. A reação de encalhe é tratada como a força que causa uma mudança de trim, conforme a seguinte equação:

$$R = \frac{MT1 (\Delta t)}{dr} \quad (47)$$

Onde:

R	→	Reação de encalhe
MT1	→	Momento para trimar
Δt	→	Alteração total de trim
dr	→	Distância do centro de flutuação ao centro da reação de encalhe

No cálculo da reação de encalhe, os seguintes pontos devem ser considerados:

- Todos os métodos empregados para o cálculo de reação de encalhe resultam em números aproximados.
- A reação de encalhe deve ser sempre calculada por dois métodos diferentes para comparação, e os resultados devem ser próximos.
- Os métodos da diferença dos deslocamentos e da alteração dos calados de vante podem ser usados em qualquer tipo de encalhe.
- O métodos de cálculo da alteração dos calados de vante e da alteração ou mudança de trim requerem que o centro da reação de encalhe seja conhecido ou estimado com bastante precisão.
- O método das toneladas por polegada de imersão ou por centímetro de imersão requer um mínimo de dados hidrostáticos e deverá sempre ser usado para a avaliação inicial do encalhe. A correção devido ao trim refina este cálculo principalmente quando se tratar de elevados valores para o trim.
- Os resultados mais precisos de cálculo da reação de encalhe são obtidos pelo método da alteração ou mudança de trim quando o trim for maior que 1% do comprimento do encalhado.

11.6 O Efeito da Mudança de Pesos na Reação de Encalhe

As embarcações em condições normais de flutuabilidade são suportadas pelo empuxo que é exatamente igual ao peso submerso da embarcação, enquanto que para embarcações encalhadas, estas são suportadas pela combinação da reação de encalhe e flutuabilidade. A mudança de pesos em embarcações encalhadas se faz necessária para que se possa ter uma melhor distribuição de esforços ou facilitar a execução de inspeção e reparos temporários. [Ref. 30, 31]

A soma da reação de encalhe e da flutuabilidade resulta no peso da embarcação:

$$W = B + R. \quad (48)$$

Qualquer mudança de pesos a bordo da embarcação encalhada será equivalente à mesma alteração na reação de encalhe e na flutuabilidade. Caso a embarcação encalhada esteja numa posição tal que sua flutuabilidade não possa ser alterada, então toda esta alteração deverá ser aplicada à reação de encalhe. A embarcação encontra-se apoiada no seu comprimento e impossibilitada de ganhar flutuabilidade devido ao seu afundamento gradativo ou condição de trim



Figura 39: Embarcação Apoiada no Fundo [Ref. 30]

Entretanto, caso a embarcação encalhada possa trimar alterando sua flutuabilidade, a reação de encalhe poderá aumentar, diminuir ou manter-se, dependendo da localização onde ocorreu a mudança de peso e do fundo que suporta a embarcação encalhada.

Neste caso, a embarcação encontra-se suportada por um único ponto, típico de encalhe em rochas, impossibilitando que a mesma afunde ou emerja até que o calado necessário seja alcançado e esta esteja livre do ponto de apoio. Nesta condição, a embarcação repondera a qualquer mudança de pesos, podendo rotacionar e variar na sua flutuabilidade, o que diminuirá a reação de encalhe. A mudança de pesos neste caso é equivalente à alteração na reação de encalhe.

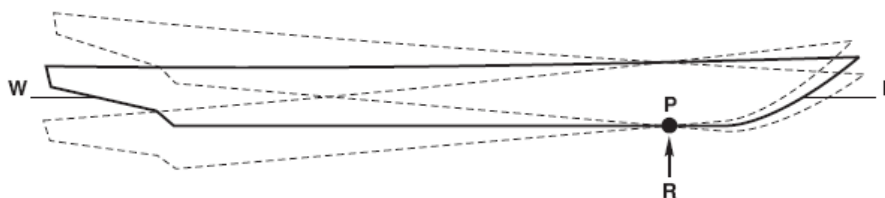


Figura 40: Embarcação Encalhada e com Variação de Trim [Ref. 30]

Nos casos que mais refletem a realidade dos encalhes, a embarcação encontra-se suportada pelo fundo ao longo de um certo comprimento do seu casco. O ponto de suporte do casco pode se alterar e assumir uma posição tal que a embarcação não gire e nem possa alterar seu calado de vante, mas somente o de ré. Neste caso a diminuição do

total da reação de encalhe será igual ao peso alterado. Entretanto se a embarcação girar, ela ganhará flutuabilidade, mas o somatório da flutuabilidade com a reação de encalhe continuará igual ao peso da embarcação encalhada.

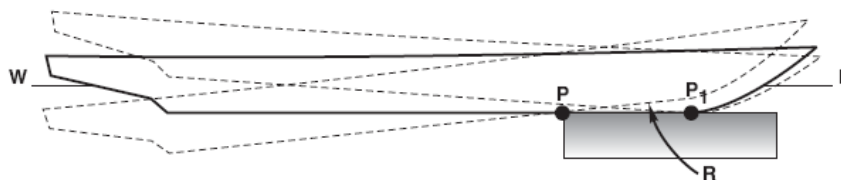


Figura 41: Embarcação Apoiada ao Longo do Comprimento do seu Casco [Ref. 30]

Nos encalhes, os pontos de suporte não são claramente definidos e o ponto final de suporte pode não ser precisamente identificado. O ponto no qual o navio gira estará localizado entre o centro da reação de encalhe e o final do ponto de suporte do casco, dependendo sempre do tipo de solo e das condições do encalhe. O ponto no qual a embarcação encalhada gira poderá se alterar com o progresso da operação, mudanças de condições de mar e alterações de marés.

11.7 O Ponto Neutro de Carregamento - NP

O ponto neutro de carregamento é o ponto no qual a adição de pesos causa o afundamento paralelo no ponto efetivo do encalhe que é balanceado exatamente pela alteração do trim, ou seja, Afundamento paralelo – Alteração de trim = Zero

O conceito do ponto neutro de carregamento se aplica a encalhes ocorridos sobre rochas, sendo menos preciso em outros casos. Geralmente, nos casos em que o centro da reação de encalhe é menor que “L/8” medidos do centro de flutuação, o ponto neutro estará localizado fora do encalhado e então o mesmo deverá ser considerado como estando encalhado em todo o seu comprimento.

Adição ou remoção de pesos no ponto neutro de carregamento não causa alterações na reação de encalhe.

A localização do ponto neutro de carregamento é dada pela seguinte fórmula:

$$dn = \frac{(MT1 \times L)}{TPI \times dr} \quad (49)$$

Onde:

d_n	→	Distância do LCF ao ponto neutro de carregamento
MT1	→	Momento para trimar 1
L	→	Comprimento entre perpendiculares
TPI	→	Toneladas por polegada de imersão
d_r	→	Distância do centro da reação de encalhe ao LCF

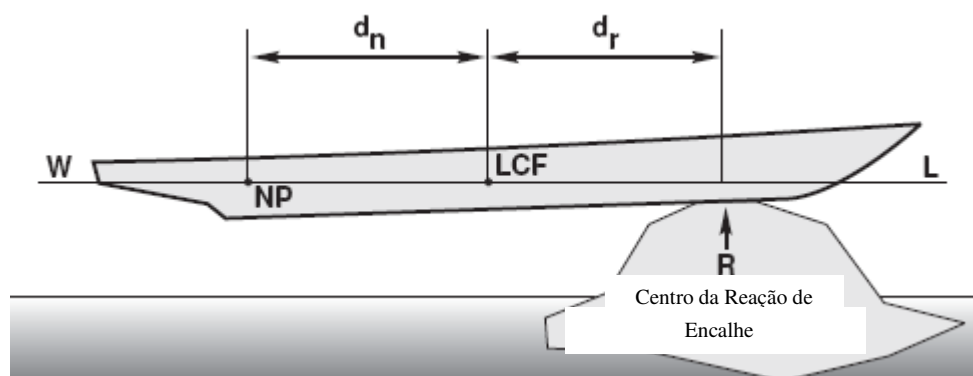


Figura 42: Localização do Ponto Neutro de Carregamento [Ref. 30]

11.8 Alteração da Reação de Encalhe Causada Pela Mudança de Pesos

Conforme já explanado, qualquer mudança em pesos deverá sempre refletir uma mudança igual na soma de flutuabilidade e reação de encalhe. Se uma embarcação encalhada não trimar em resposta à movimentação de pesos, o volume submerso do casco e a sua flutuabilidade estarão inalterados. A alteração pela remoção ou adição de peso refletirá diretamente e na totalidade a reação de encalhe calculada ($\Delta R = +/- W$).

Caso a embarcação encalhada venha a trimar em qualquer outro ponto que não o centro de flutuação, como deve ocorrer nos encalhes, então temos uma alteração na flutuabilidade e conseqüentemente na reação de encalhe.

Assumindo-se que a embarcação pivoteie no centro da reação de encalhe e que ocorram alterações na reação de encalhe, podemos afirmar que:

- Pesos adicionados ou retirados no ponto de pivoteamento (centro da reação de encalhe) da embarcação encalhada causarão uma alteração na reação de encalhe igual ao peso movimentado e não alterarão a sua flutuabilidade;

b. Pesos adicionados ou retirados no ponto neutro de carregamento (NP) causam uma alteração na fluutuabilidade igual ao peso movimentado sem alterar a reação de encalhe;

c. A proporção de variação de pesos por alteração da reação de encalhe pode ser assumida como uma variação linear tendo o 0% no ponto neutro de carregamento e o 100% no centro da reação de encalhe, conforme figura 43.

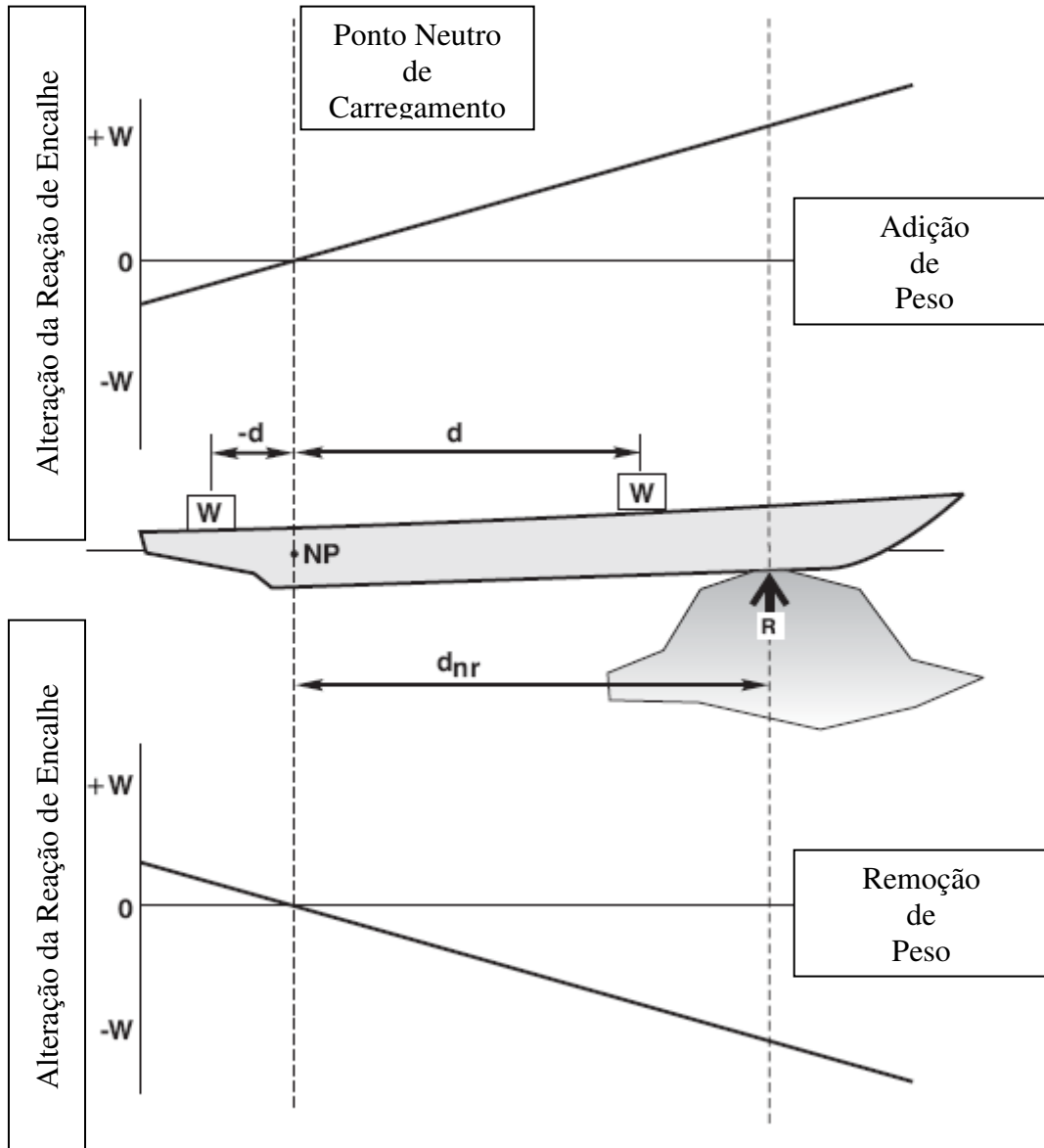


Figura 43: Alteração da Reação de Encalhe por Adição ou Remoção de Pesos [Ref. 30]

A alteração da reação de encalhe (δR) resultante de uma movimentação de pesos em qualquer ponto ao longo do comprimento do encalhado pode ser obtida pela seguinte relação matemática:

$$\delta R = w \times \frac{d}{d_{nr}} \quad (50)$$

Onde:

δR	→	Varição na reação de encalhe
w	→	Peso adicionado ou retirado
d	→	Distância do peso removido ou adicionado ao ponto neutro de carregamento
d_{nr}	→	Distância do ponto neutro de carregamento ao centro da reação de encalhe
d_{nr}	→	$d_n + d_r$

Notas:

- a. A reação de encalhe aumentará quando o peso é adicionado avante do ponto neutro de carregamento ou removido a ré do ponto neutro de carregamento, e
- b. A reação de encalhe diminuirá quando o peso é removido avante do ponto neutro de carregamento ou adicionado a ré do ponto neutro de carregamento.

A alteração de calados pode ser antecipada pela relação entre a mudanças de flutuabilidade e a mudança correspondente no calado médio pelas seguintes fórmulas:

$$\delta T_m = \frac{\delta B}{TPI} \quad (51)$$

$$\delta T_a = \delta T_m \times \frac{d_a + d_r}{d_r} \quad (52)$$

$$\delta T_f = \delta T_m \times \frac{-d_f}{d_r} \quad (53)$$

Onde:

δT_m	→	Varição no calado médio
TPI	→	Toneladas por polegada de imersão
δB	→	Mudança na flutuação = $w - \delta R$
δT_a	→	Alteração no calado de ré
δT_f	→	Alteração no calado de vante
d_r	→	Distância do LCF ao centro da reação de encalhe
d_a	→	Distância do LCF à perpendicular de ré
d_f	→	Distância do centro da reação de encalhe à perpendicular de vante

12 A Mecânica do Encalhe e seus Prognósticos

A estrutura de uma embarcação é concebida de maneira a resistir a todos os carregamentos impostos pelo meio no qual navega. Existem os componentes estáticos devido ao seu peso e flutuabilidade em águas calmas e os dinâmicos devidos aos movimentos induzidos por ondas, carregamentos de impacto como os de ingresso de água ou simplesmente impacto (*slamming*) e carregamentos especiais de operação como gelo e carregamentos térmicos. Dessa maneira, pode-se afirmar que objetivo do projeto estrutural de um embarcação é o de manter a estrutura e seus apêndices íntegros, independentemente dos carregamentos que lhes forem impostos. [Ref. 13, 14]

O encalhe do navio Exxon Valdez, ocorrido em 1989, que resultou em danos de grande monta ao meio ambiente e desembolso de quantias milionárias por parte de seus armadores e seguradores, bem como outros acidentes com outras embarcações, as quais causaram contaminação do meio ambiente marítimo ou fluvial por hidrocarbonetos ou produtos químicos, chamaram a atenção do mundo para a preservação e conservação do meio ambiente neste segmento de mercado. Na área marítima, o tema gerou o desenvolvimento de discussões técnicas e científicas em nível mundial no que concerne a maneiras e procedimentos para se evitar o derrame de hidrocarbonetos e outros produtos em mares e rios. A obrigatoriedade de casco duplo para todos os tanqueiros a partir de 2015 para se evitar a contaminação do meio flutuante por hidrocarbonetos e outros poluidores já faz parte das regulamentações “*pós Exxon Valdez*”. [Ref. 14, 24]

Independentemente dos esforços despendidos para tal, o encalhe de embarcações tem ficado sempre como um campo inexplorado no que se refere à pesquisa. Os trabalhos iniciais de pesquisa experimental relativos à mecânica do encalhe e seus prognósticos foram, inicialmente, baseados em métodos empíricos e desenvolvidos em investigações experimentais. Na sua grande maioria, esses estudos foram desenvolvidos por Minorsky (1959).

Subsequentemente, em 1975 foi publicado por J.C. Card [Ref. 12] um estudo estatístico relativo a tanques de fundo duplo e tanques de lastro segregado em navios petroleiros. Foram estudados por ele, entre 1969 e 1973, o total de 30 encalhes ocorridos em águas do território americano, tendo ele concluído que em 27 dos 30 casos o comprimento da avaria ao casco no sentido vertical foi um número menor que $B/15$ (medida da boca dividido por 15). Com esta análise, teve-se a conclusão estatística de que uma embarcação com o fundo duplo de altura equivalente ao número acima teria prevenido o derramamento de óleo na água em 90% dos casos.

Posteriormente, desde a década de 90 até os dias de hoje, vários outros trabalhos científicos foram desenvolvidos no que se refere a encalhes em fundos com substratos de natureza variada, incluindo mas não limitado à lama mole ou rocha, graças à tecnologia computacional. Associado a isso e em resposta à preocupação com a preservação e conservação dos oceanos e rios, a Organização Marítima Internacional (*IMO – International Maritime Organization*), que é o organismo internacional que regula os projetos dos navios tanques e outros no que concerne à preservação e conservação do meio ambiente, introduziu no mercado mundial os procedimentos probabilísticos para as regulamentações da estabilidade das embarcações em condição de avaria. Inicialmente as regulamentações foram aplicadas aos navios de passageiros e posteriormente aos cargueiros. A metodologia dos procedimentos probabilísticos foi utilizada pela primeira vez em resposta ao OPA 90 (*US OIL Pollution Act*) que teve como resultado a exigência de navios do tipo casco duplo ou equivalentes. A equivalência é determinada com base nos cálculos probabilísticos de derrame de óleo e está definida no anexo I do MARPOL 73/78 – Métodos alternativos de projeto e construção de navios tanques. A construção de novos petroleiros que tenham a altura de tanques de fundo duplo superior a 2,00 metros aplicará também o cálculo da altura do fundo duplo pela fórmula ou 1/15 da boca, e aplicará o menor resultado.

Baseado em dados estatísticos reais, o encalhe ocorre em diferentes tipos de substratos de fundos, os quais são classificados em areia, tabatinga ou lama, rocha macia e coral, e rocha dura, provocando diferentes danos à estrutura da embarcação.

12.1 O Encalhe em Rochas

O encalhe de qualquer embarcação é um processo complexo, sendo considerado um evento de baixa probabilidade e de altas consequências e deve ser dividido em diferentes grupos para uma melhor solução. Não se pode determinar antecipadamente a força de encalhe, que depende da resistência de penetração da obstrução no casco e a deformação, que depende dos movimentos da embarcação, jogo (*roll*), caturro (*pitch*), afundamento (*heave*), cabeceio (*yaw*), deriva (*seaway*), e avanço (*surge*) em cima da obstrução. Neste caso somente a chapa de fundo e do teto do fundo duplo e estruturais na região oferecem resistência ao objeto penetrante.

Caso após o contato inicial com alto fundo a embarcação não pare, ou seja, se existe ainda energia cinética a ser gasta, os elementos transversais da estrutura irão também estar envolvidos com o processo de avaria mecânica.

Conforme já citado, o problema do encalhe deve ser sempre tratado de forma separada: a dinâmica externa e a mecânica interna. No caso da dinâmica externa, temos o cálculo da rigidez do corpo da embarcação dado a um determinado movimento causado por uma força externa aplicada ao casco, enquanto que na mecânica interna, temos a dissipação de energia na plasticidade e fratura, e a dissipação da energia no atrito, resultantes da força de penetração de uma rocha no casco. Dentro destes prâmetros, devemos desenvolver um modelo teórico para a dinâmica externa e a mecânica interna.

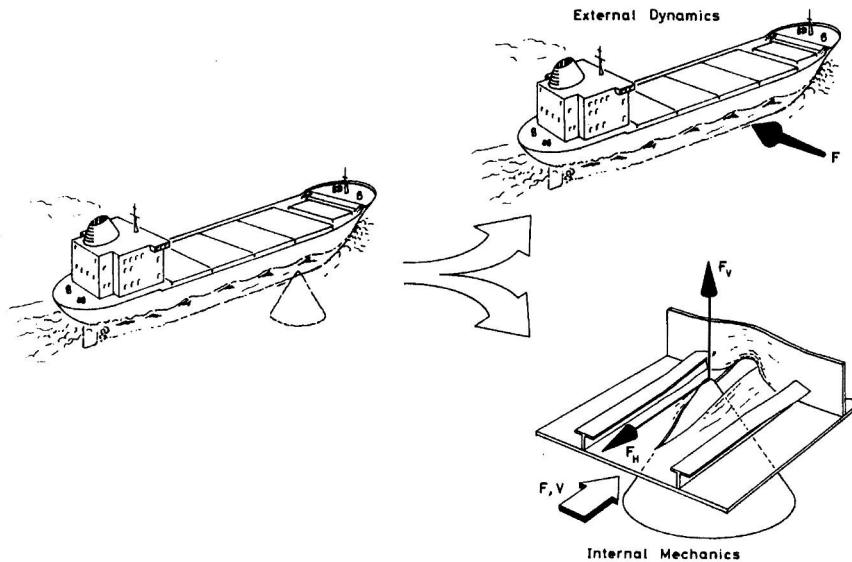


Figura 44: Separação do Problema do Encalhe – Dinâmica Externa e a Mecânica Interna (Dissipação de Energia por Deformação Plástica ou Fratura, e Dissipação de Energia por Atrito) [Ref. 26]

Os métodos utilizados para o desenvolvimento do modelo teórico para a mecânica interna e que venham a prognosticar a extensão dos danos estruturais num encalhe devem ser capazes de prever a reação de encalhe e o início e fim da fratura no chapeamento do fundo (água aberta)

Normalmente, nos casos de encalhes, temos grandes áreas com deformação plástica e fratura nos quais o atrito foi responsável inicialmente pela dissipação de energia. Os modelos utilizados para o prognóstico de avarias decorrentes de encalhe são tão numerosos quanto a complexidade do fenômeno. Os modelos podem ser divididos em:

1. Método estatístico
2. Método experimental
3. Elementos finitos de base contínua
4. Método da energia
5. Método da unidade estrutural idealizada e híbrida

O método estatístico basicamente está relacionado à pesquisa de Minorsky em 1959, na qual foram analisados 50 casos de colisão e foi encontrado uma co-relação linear entre a energia dissipada na estrutura e o volume do material deformado.

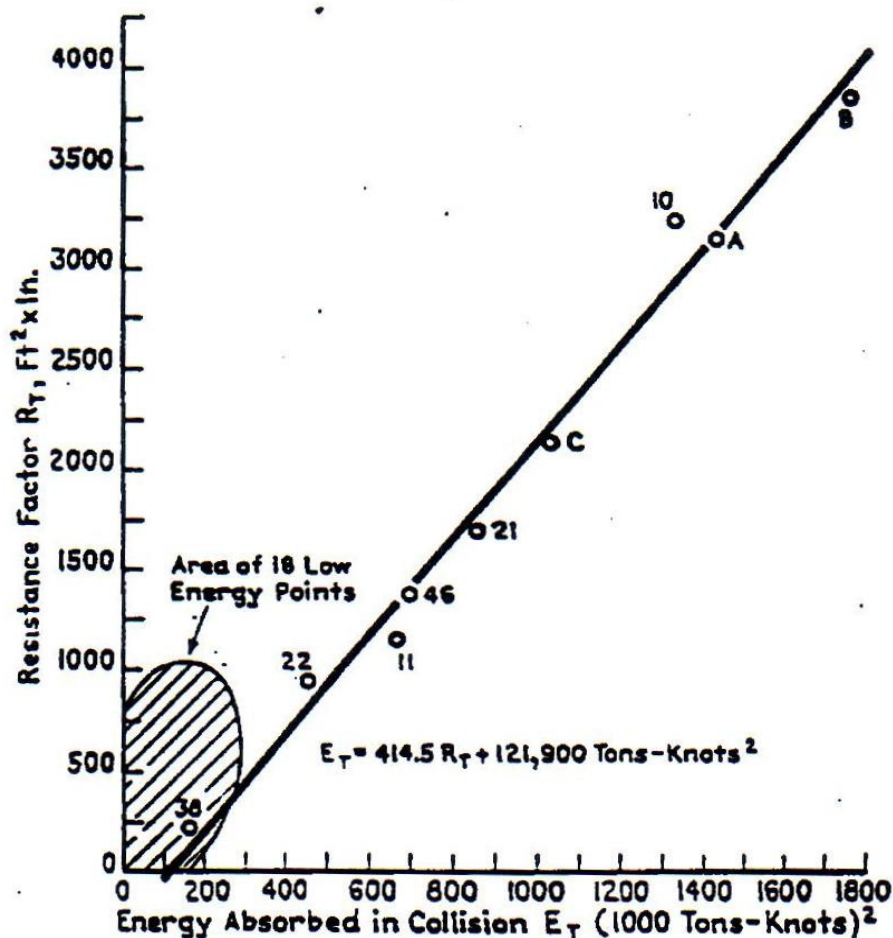


Figura 45: Correlação de Minorsky – Relação Linear do Volume de Material Deformado [Ref. 27]

Método experimental. Amplamente difundido através dos ensaios laboratoriais simplificados da ruptura de uma chapa utilizando-se uma cunha (Figuras 46 e 47), tendo sido publicados trabalhos realizados com chapas de até 25 mm. Devido aos custos relativos à escala dos modelos, muitos desses ensaios foram realizados em pequenas escalas (1:30 – 1:10). Entretanto na década de 90 iniciou-se a realização destes testes em laboratórios com modelos em escalas maiores (1:5 – 1:4, $t = 3-5$ mm), e com embarcações na condição de encalhe desejada.

A necessidade de testes com modelos em escala constitui um problema para a análise experimental de encalhes e colisões. A energia dissipada para um processo de fratura é proporcional ao quadrado do comprimento do modelo, enquanto que o escoamento plástico é proporcional ao cubo do comprimento do modelo. A absorção de energia de uma dada estrutura não pode ser medida por simples leis de escalonamento quando o escoamento plástico é acompanhado de fratura e deformação plástica

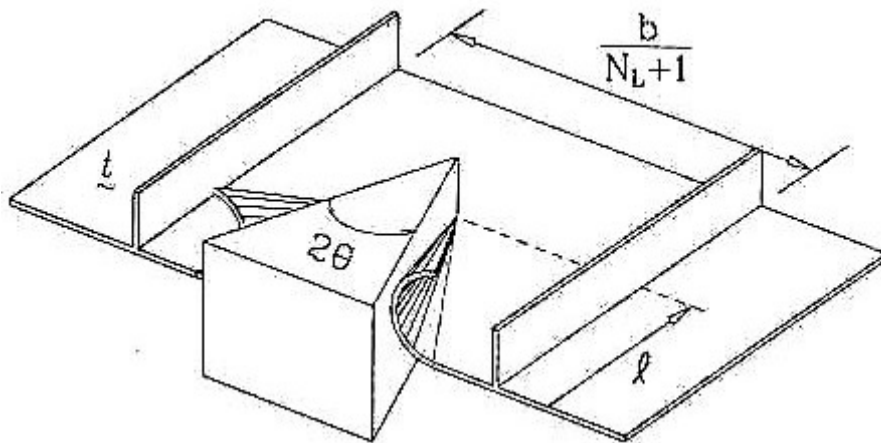


Figura 46: Modelo de Wierzbicki usado durante seus experimentos

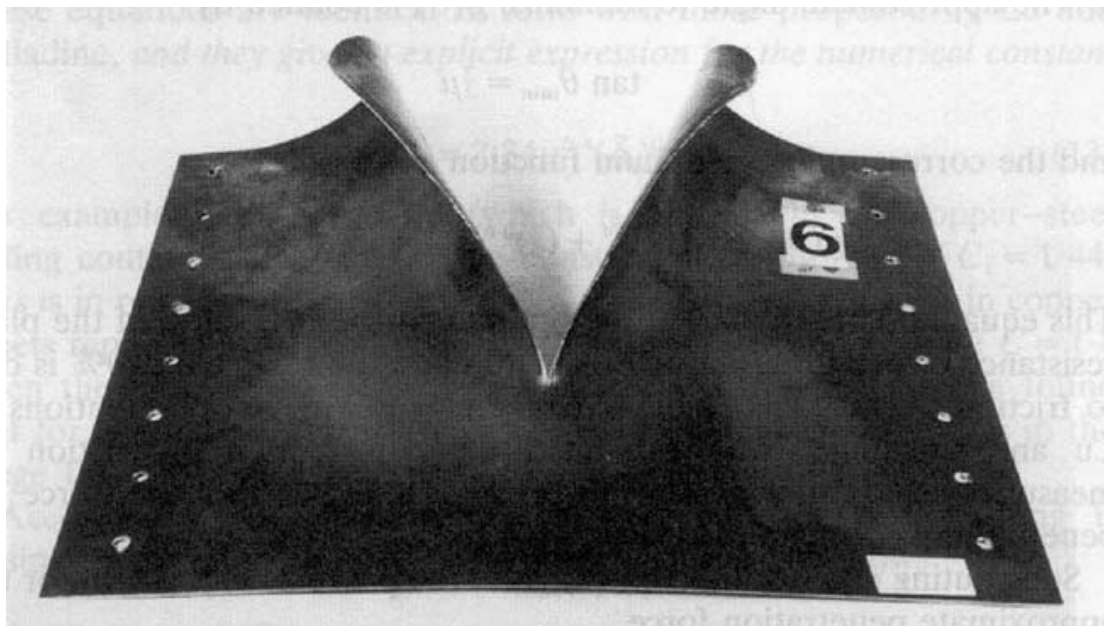


Figura 47: Fotografia da chapa fraturada durante o experimento de Thomas

Método de elementos finitos de base contínua. É o mais genérico dos cinco métodos, uma vez que pode ser utilizado em qualquer tipo de problema estrutural sem que se tenha praticamente nenhum conhecimento a respeito do comportamento da estrutura que se quer modelar. Diversos nomes comerciais para estes programas estão disponíveis, e podemos citar LS-DYNA 3D, PAMCrash, ABAQUS, ADINA, MSC/DYTRAN, dentre outros.

Levando-se em consideração que o método de elementos finitos (*FEM*) é baseado na separação da estrutura em elementos menores (malha) e na solução das equações de equilíbrio dinâmico (incrementos), é possível levar em conta nas soluções o efeito acoplado da plasticidade, rigidez quanto à ruptura, quantificação da sensibilidade à ruptura e alterações de temperatura. O método de elementos finitos (*FEM*) é considerado bastante preciso e pode, em alguns casos, substituir os testes com modelos em diversas áreas. Entretanto, o problema em prognosticar danos de fratura como acima, ainda não está resolvido em sua totalidade.

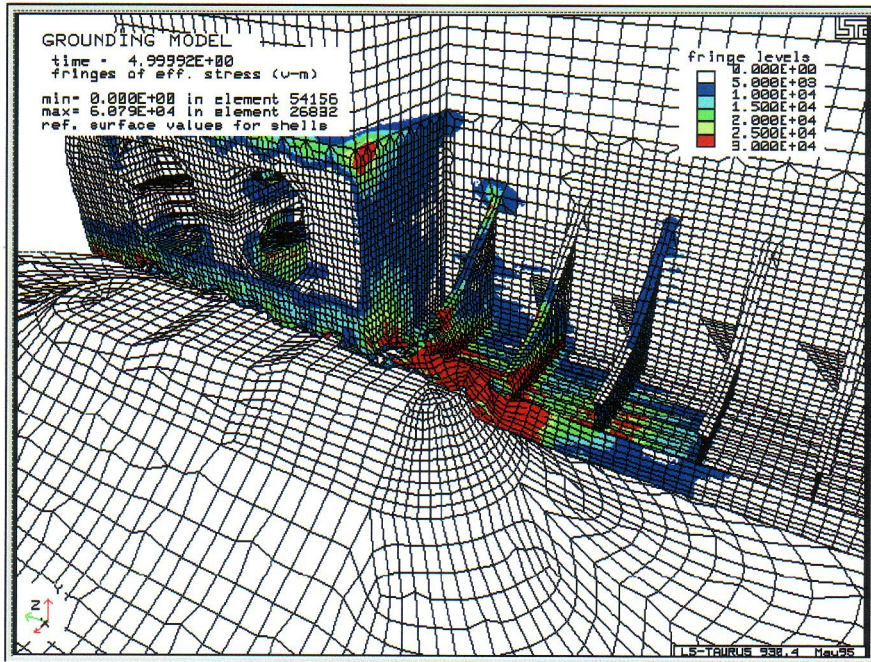


Figura 48: Simulação de rocha e casco simples de VLCC com utilização de elementos finitos [Ref. 13]

Metodo da energia. É baseado na idéia de que a potência do trabalho de uma força externa deverá ser igual à energia dissipada na estrutura interna. Este metodo é conhecido como o método aproximado da potência balanceada. O procedimento consiste em encontrar a deformação cinemática admissível da estrutura que escoar com a força de menor intensidade.

Este método foi utilizado pela primeira vez em 1959 por Alexander [10], o qual desenvolveu um modelo cinemático para o amassamento axial de cascas cilíndricas de paredes finas.

O método da energia é o método com a maior limitação. Ao tratarmos da modelação da chapa entre duas cavernas ou reforçadores, é possível se investigar todos os modos de falha e escolher aquele que nos dá a falha com o menor carregamento (*least upper bound*). Entretanto, para estruturas complexas como fundo duplo, este método torna-se impraticável, devido às variáveis envolvidas e conseqüente lentidão no processo.

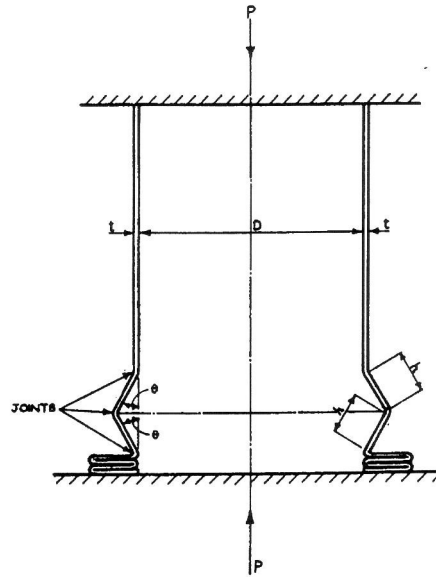
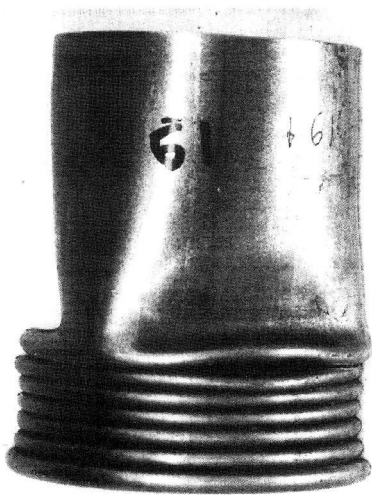


Figura 49: A deformação de um tubo cilíndrico e seu módulo de deformação (idealizado) [Ref. 10]

Metodo da unidade estrutural idealizada (ISUM) e híbrida. Este método tem o potencial de utilizar os pontos fortes de cada método descrito anteriormente. Possui a mesma base de trabalho do método de elementos finitos (*FEM*), entretanto, em vez de utilizar a base contínua de elementos, este método utiliza elementos estruturais relativamente grandes. O elemento de rigidez é definido como um elemento de deformação e resistência e, dessa maneira, os comportamentos relativos a deformação, ruptura e fratura podem ser incluídos. Este método é bastante empregado em diversas modelações, principalmente por requerer muito menos trabalho computacional.

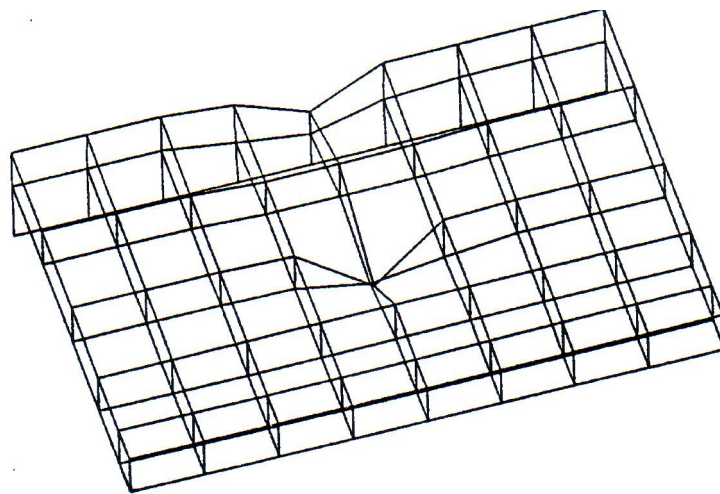


Figura 50:
Method Unit

Modelo computacional utilizando o ISUM Idealized Structural

Além do mais, os encalhes resultam rotineiramente em sérias avarias ao chapeamento do casco, elementos estruturais longitudinais e transversais e seus reforços num comprimento considerável do casco, estatisticamente determinado como de 50 a 100 vezes a penetração imposta ao casco. O comprimento do casco afetado nos encalhes é baseado no conceito do balanceamento de energia onde a energia cinética da embarcação é totalmente absorvida pela destruição da estrutura do fundo. [Ref. 20]

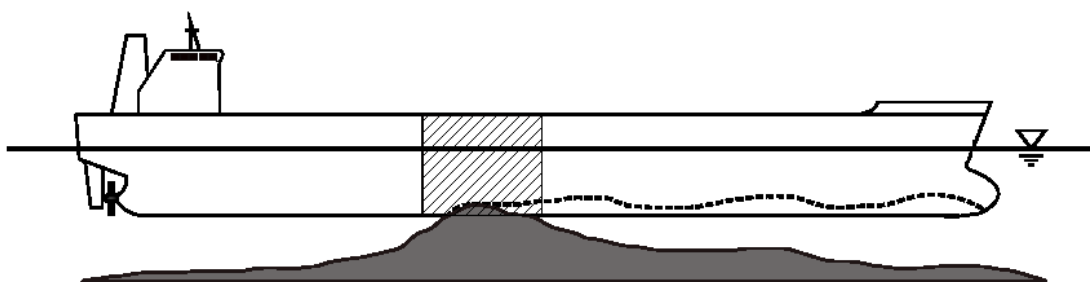


Figura 51: Embarcação em situação de encalhe em rochas [Ref. 20]

12.2 O Encalhe de Navios e o Naval Surface Warfare Center (NSWC) USA

Testes de encalhe foram realizados nos Estados Unidos pelo *Naval Surface Warfare Center (NSWC)* Divisão de Carderock, nos laboratórios (*HI Test*) em Arvonía, no estado da Virgínia. Estes testes consistiram em simular o encalhe de seções do fundo de um navio em rocha através de modelos em escala de 1:5, correspondendo a um navio tanque de 30.000 a 40.000 toneladas de porte bruto.

O arranjo experimental constituiu basicamente da montagem de uma seção estrutural típica do fundo de um navio em escala sobre carrinhos e trilhos. Este arranjo foi então içado ao topo de uma montanha para absorção de energia cinética. A idéia original do teste é de liberar o carrinho, com o bloco do fundo sendo ensaiado, do topo da montanha e deixá-lo chocar-se contra uma rocha artificial conectada a células de carga na posição horizontal e vertical. [Ref. 24, 27]

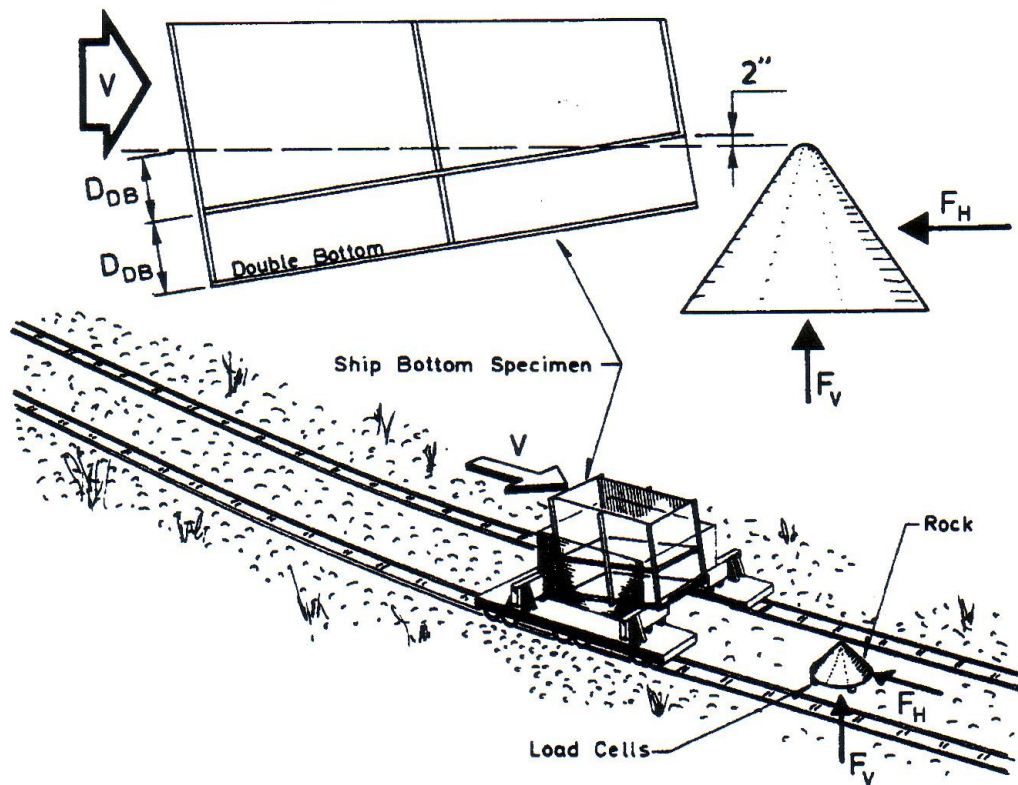


Figura 52: Arranjo para os testes de encalhe realizados nos Estados Unidos pelo Naval Surface Warfare Center (NSWC) Divisão de Crderock, nos laboratórios (HI Test) em Arvonía, no estado da Virgínia

O blocos de fundo utilizados para os testes tinham as dimensões de 6 a 7 m de comprimento por 2,5 m de largura e a altura de duplo fundo era de 0,4 m. Os blocos sendo ensaiados foram montados em seus carrinhos sobre trilhos de maneira tal que a ponta da rocha entrasse na estrutura do bloco a aproximadamente 5 cm (2") abaixo do cobro. A inclinação do fundo duplo em relação à horizontal era tal que quando a rocha estava localizada na antepara de ré, a penetração da ponta da rocha seria igual a espessura do fundo duplo, conforme Figura 53.

Este arranjo assegura que a ruptura do casco interno (cobro) ocorreria quando da passagem da rocha pela estrutura ensaiada.

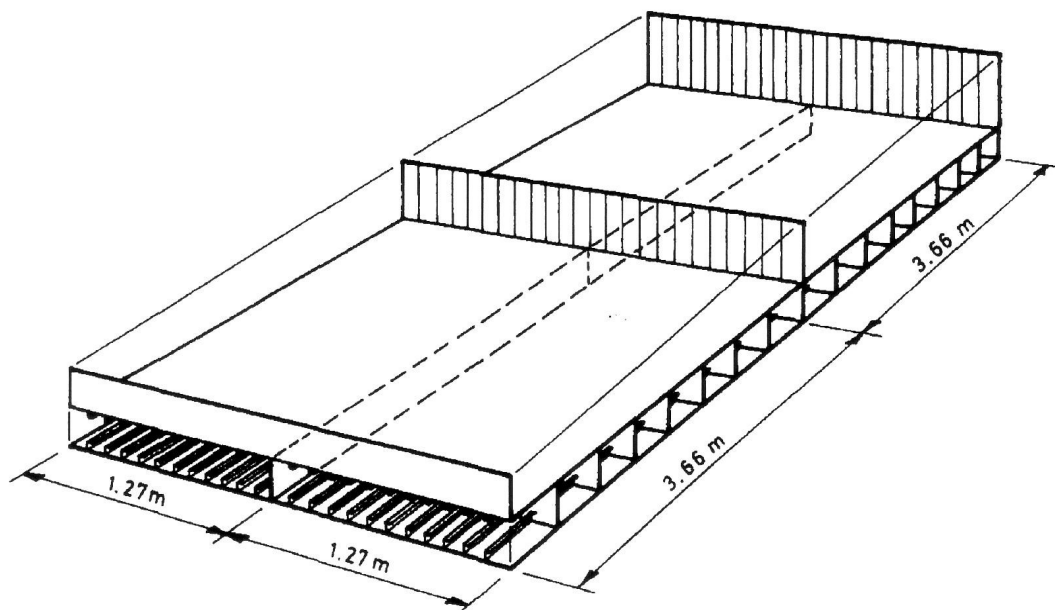


Figura 53: O arranjo estrutural do bloco de fundo convencional (NWSCI)

Os dados técnicos dos arranjos para os testes realizados foram os seguintes:

Tabela 5 : Detalhes Técnicos para os testes

Peso do veículo de teste	223 t
Velocidade de impacto	12 nós
Raio do topo da rocha, R_R	0.17 m
Ângulo do semi vértice da rocha, φ	45°
Material	ASTM A569
Limite de escoamento do material, σ_y	283 MPa
Escoamento máximo do material, σ_u	345 MPa
Limite de escoamento, $\sigma_o = (\sigma_y + \sigma_u) / 2$	314 MPa
Resistência a fratura do material*, R_c	240 kJ/m ²
Tensão de fratura*, $\epsilon_{cr} = \eta$	0.22
* Valores assumidos e sujeitos à análise sensitiva	

Quatro blocos de fundo duplo com diferentes geometrias foram testados, conforme os modelos abaixo:

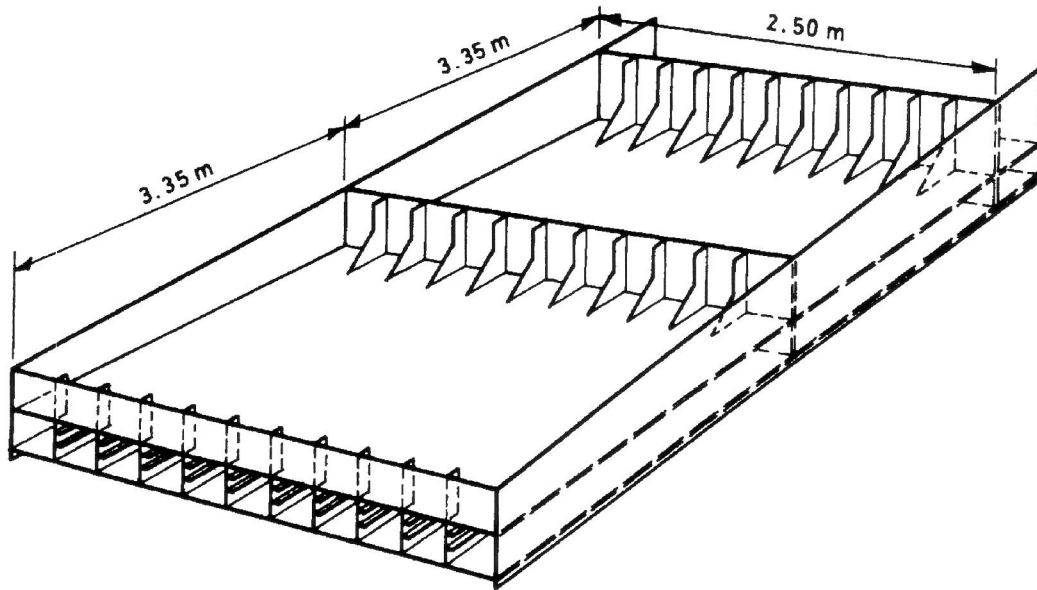


Figura 54: Desenho avançado de um de casco duplo (ADHD) – A estrutura contém espaçamentos pequenos entre longarinas de fundo e sem hastilhas entre as anteparas transversais (NWSC2)

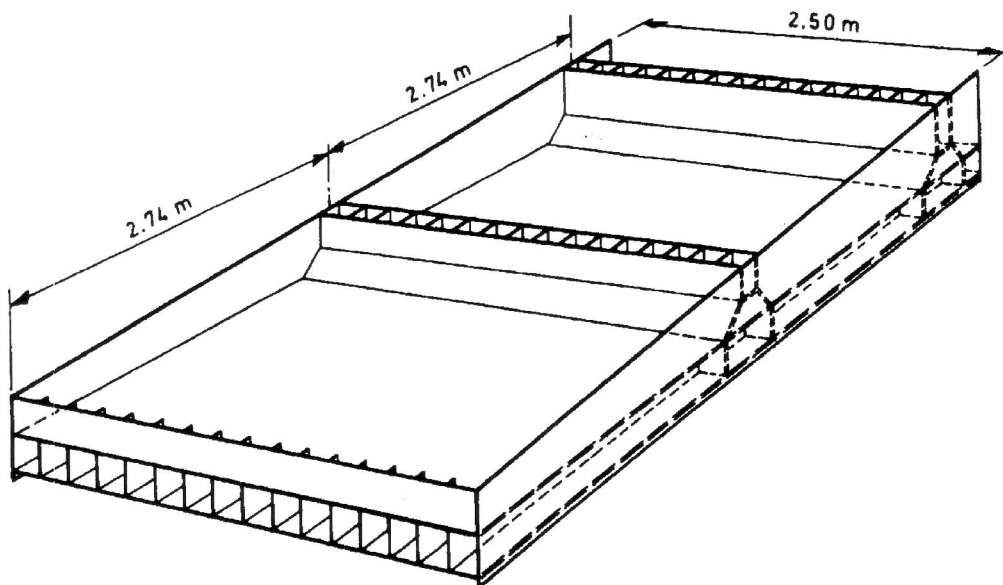


Figura 55: Desenho avançado de um de casco duplo (ADHD) desenvolvido a partir do projeto anterior (NWSC2) – Possui um espaçamento ainda menor que o anterior entre longarinas de fundo e anteparas transversais duplas e reforçadas estruturalmente. As logitudinais são reforçadas por meio de prumos na horizontal e a espessura do chapeamento do cobro é maior que a do casco (NWSC3 e NWSC4)

Nota:

A diferença entre os modelo *NWSC3* e *NWSC4* está na espessura das longitudinais de fundo, de 3 mm para 3,4 mm e na posição dos prumos, de horizontal para vertical

Para simulação com elementos finitos, somente o bloco de fundo duplo convencional foi considerado. A estrutura era composta de hastilhas estanques e não estanques, longarinas de fundo e teto, balizas, prumos e reforçadores. Os escantilhões do modelo considerado eram:

Tabela 6: Detalhes de escantilhões do modelo testado

Comprimento	7,32 m	Largura	2,54 m
Espaçamento de cavernas	0,38 m	Ângulo de contato	3,38°
Espessuras			
Chapas casco ext / int	3.0 mm	Antepara transversal	3.0 mm
Hastilhas	2.3 mm	Balizas	3.0 mm
Longarinas	3.0 mm	Prumos	3.0 mm
Reforçadores	4.8 mm		

A simulação por elementos finitos foi realizada levando-se em conta um tamanho de grade na área de deformação do equivalente a cinco vezes a espessura da chapa de fundo. Os prumos e hastilhas foram modelados como elementos totalmente integrados e o restante da estrutura foi feita utilizando-se elementos Belytschko-Tsay. Os elementos do casco, casco externo e longarinas, tiveram cinco pontos de integração através da espessura e os elementos restantes tiveram três pontos de integração através da espessura. Os materiais dos elementos estruturais do fundo duplo tinham as mesmas propriedades mecânicas e foram modelados utilizando-se um modelo definido de material que inclui uma variável dependente de plasticidade – parâmetros de Cowper-Symonds. Os critérios de Rice-Tracey para fraturas foram utilizados e os valores críticos de avaria (ϵ_0) para os diferentes tamanhos de estruturais foram obtidos através de simulação dos testes de tensão, como a seguir:

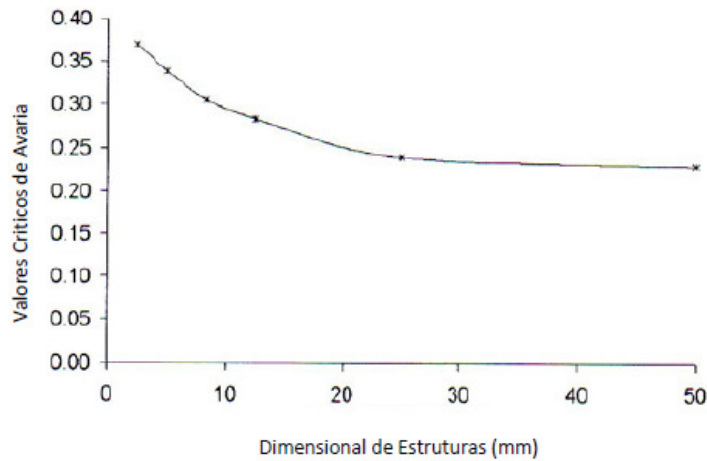


Figura 56: Valores críticos de avaria ϵ_0 x Dimensional de estruturas (mm)

O bloco de fundo duplo, quando do experimento, teve uma velocidade inicial de 12 nós ou 6,2 m/s e uma inclinação de 3.38 graus. A rocha foi modelada como um corpo rígido e fixo. O carrinho sobre trilhos foi considerado como corpo rígido nas laterais do bloco de estrutura e foi fixado na vertical para se evitar a rotação em torno do eixo transversal. A massa total da estrutura em teste foi de 224.5 t e o coeficiente de atrito (μ) entre os elementos estruturais e a rocha foi de 0.4.

Os resultados experimentais foram apresentados por Rodd, J. L. (1996) [29] e no gráfico da Figura 57 podemos identificar as diferenças entre as forças medidas e calculadas em relação à posição do modelo. Os picos nas concavidades são resultantes da passagem das anteparas transversais pela rocha. As forças na vertical e na horizontal estavam em harmonia nos resultados experimentais, excetuando-se quando a rocha passava pelas anteparas transversais, onde era obtido 50% a mais para as forças verticais no experimento quando comparado com o resultado do ensaio numérico. Os picos de força horizontal resultaram ligeiramente mais elevados no ensaio numérico.

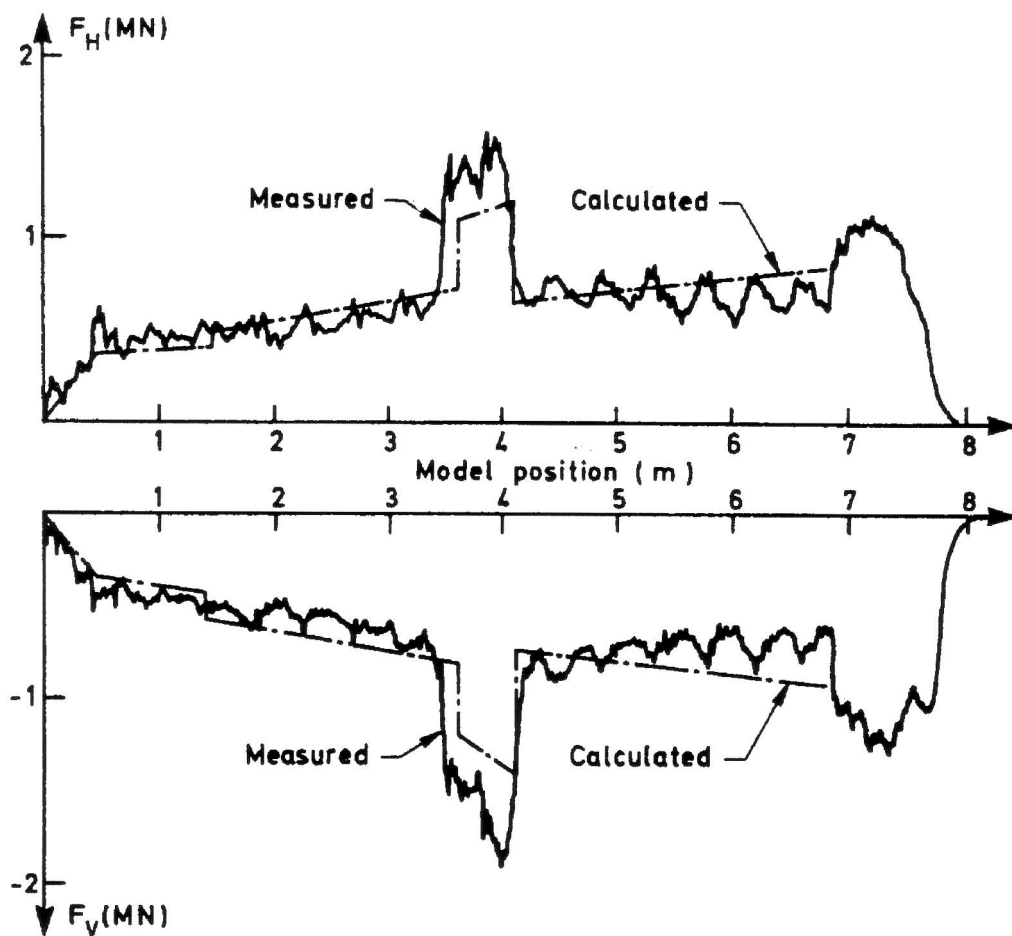


Figura 57: Resultados comparativos das forças horizontais e verticais (F_H e F_V) medidas durante ensaio e calculadas com a utilização da força de atrito, $\mu = 0,4$, para os testes realizados com o modelo de bloco de fundo convencional (NWSC1) [Ref. 27]

Os gráficos da Figura 57 (F_H e F_V versus posição do modelo) demonstram a harmonia entre as energias bem como entre as forças vertical e horizontal, que possuem uma relação sensível ao coeficiente de atrito aplicado provando que o valor de $\mu = 0.4$ esta próximo do real.

Time = 1.0994

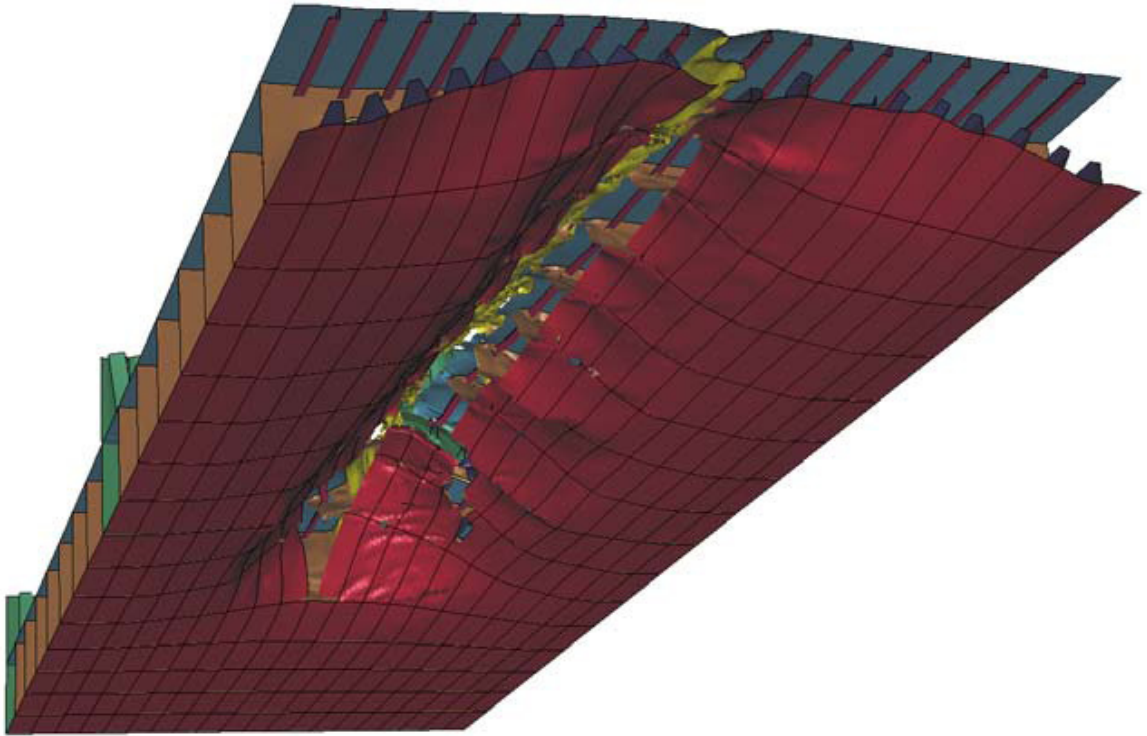


Figura 58: Deformação do fundo do modelo de bloco de fundo convencional (NWSC1) resultante de simulação realizada no HI-Test laboratório da NSWC - Naval Surface Warfare Center, em Arvonía, Virgínia, EUA [Ref. 20]

13 Proposta de Avanço Tecnológico e Procedimentos para o Caso de Encalhes e Colisão

Toda e qualquer proposta para o avanço tecnológico no que concerne a salvamento de embarcações deverá sempre considerar a minimização de possibilidades de carregamentos adicionais à estrutura, de riscos que possam resultar na perda do navio devido à sua perda de estabilidade e eliminar a agressão ao meio ambiente por hidrocarbonetos ou resíduos de cargas, principalmente químicas.

No Brasil de hoje, somente temos para citar um único projeto de prevenção de danos ao equipamento e ao meio ambiente: “GIEN – Gerenciamento Integrado de Engenharia Naval”. Este projeto foi criado e é gerenciado pela Petrobras E&P e sua implementação data do acidente com a P-36 em 15 de março de 2001, maior plataforma de produção do mundo naquela época, (explosão mecânica e variáveis) que culminou com seu afundamento em 20 de março de 2001 na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil.

O escopo do projeto “GIEN – Gerenciamento Integrado de Engenharia Naval”, desde a sua implantação, é bastante abrangente e inclui:

- a. Gestão de documentação técnica das unidades marítimas,
- b. Consultoria técnica,
- c. Treinamentos,
- d. Perícias técnicas, e
- e. Cursos para profissionais Petrobras

Quando da implantação do projeto pela Petrobras junto a algumas empresas de serviços (não sociedades classificadoras), as atividades principais dos contratados foram restringidas aos modelos numéricos de estabilidade e estrutura, que permitiriam todo o tipo de simulação conforme as especificações Petrobras, e à atualização dos documentos técnicos de cada unidade marítima de offshore, tendo-se por base o levantamento técnico realizado a bordo dessas unidades para a perfeita determinação de sua condição atual de como construído (*as built*). A partir deste levantamento, os serviços de consultoria técnica e projetos foram concentrados nas áreas de estabilidade, hidrodinâmica e estruturais, sempre considerando a manutenção das condições das unidades no que se refere ao aspecto de como construído (*as built*).

Este modelo de projeto também contempla uma equipe de técnicos dedicados e à disposição 24 horas por dia, para qualquer resposta técnica que se faça necessária em caso de qualquer acidente envolvendo as unidades marítimas. Os técnicos que fazem parte deste grupo possuem a habilidade de se reunir em seu Escritório Central num prazo máximo de 3 horas para pronto atendimento técnico a qualquer acidente de grande monta ou catástrofe.

No que concerne a navios de bandeira brasileira e principalmente aqueles que operam em águas territoriais em regime de afretamento por longo tempo, quase nada ou nada se tem no que se refere a suporte técnico em terra em caso de acidentes.

Algumas sociedades classificadoras instaladas no país possuem, através de suas companhias de serviços, os seus Centros de Atendimento a Acidentes Marítimos (*Marine Casualty Response Center*). Tais centros, criados inicialmente em decorrência dos Estados Unidos da América e sua regulamentação “OPA 90”, utilizam-se das ferramentas eletrônicas de mercado, principalmente do programa HECSALV™ desenvolvido pela Hebert Engineering Corporation. Com a utilização deste programa de salvamento, pode-se calcular em terra e com certa rapidez os efeitos de uma avaria estrutural e / ou do alagamento de qualquer compartimento para auxiliar na correta ação de campo a ser adotada.

Estes centros estão localizados fora do território nacional e sua principal missão é a de prover aos seus membros, independente de suas sociedades de classificação, a consultoria técnica necessária para mitigar qualquer dano ou perda em caso de acidentes, principalmente encalhes e colisões.

A criação de Centros de Atendimento a Acidentes Marítimos para navios de bandeira brasileira ou para aqueles que navegam em água territoriais brasileiras em regime contínuo em decorrência de seus contratos de afretamento do tipo longo tempo (*long term*) seria de grande ajuda técnica em caso de acidentes, evitando-se o agravamento de danos e a ameaça de danos ao meio ambiente. Isto também contribuiria em muito para o desenvolvimento tecnológico local.

A Organização Marítima Internacional (*IMO*), em conformidade com MARPOL 73/78, Anexo I, resolução MEPC.117 (52), regulamentação 37.4, requer que todo navio tanque de porte bruto de 5.000,00 toneladas ou mais tenha acesso eletrônico imediato a programas para cálculo de estabilidade em condição de avaria e de resistência estrutural residual em terra. Esta regulamentação tem data de efetivação de 1 de janeiro de 2007.

(Regulation 37.4 of the revised MARPOL Annex I reads: .All oil tankers of 5,000 tonnes deadweight or more shall have prompt access to computerized shore-based damage stability and residual structural strength calculation program).

A implementação das regulamentações existentes, MARPOL 73/78 e aquelas decorrentes das leis brasileiras e da Autoridade Marítima, contribuiriam tecnicamente em muito na manutenção do bem sinistrado e preservação do meio ambiente.

Outro ponto de destaque a ser considerado pela administração da bandeira brasileira, e que também se tornaria uma potente ferramenta no que concerne à preservação do bem sinistrado e do meio ambiente, seria a obrigatoriedade da inclusão da análise técnica em avaria tipo encalhe e colisão quando da elaboração e detalhamento do projeto básico das embarcações considerando-se o porte bruto e situações específicas de alagamento e perda de resistência estrutural.

O trabalho técnico acima deverá sempre estar acompanhado das pesquisas acadêmicas. Além das facilidades de banco de dados abrangendo a mecânica e todas as variáveis existentes neste tipo de acidente e laboratórios, os profissionais dos diferentes segmentos estariam à disposição e aptos a contribuir no desenvolvimento de qualquer procedimento técnico visando mitigar os danos do bem sinistrado e preservação do meio ambiente. Consideração deve ser dada ao extenso litoral e rios navegáveis e nos quais temos todos os tipos de substrato no qual pode ocorrer um encalhe.

Resumidamente, esta tese propõe, como medidas para iniciarmos um processo de implementação de tecnologia de suporte para avarias em embarcações, cinco pontos essenciais:

1) Criação de um departamento técnico governamental com autoridade nos casos de acidentes marítimos agrupando na ação de resgate elementos das universidades e da sociedade civil (técnicos) buscando a melhor solução do problema do ponto de vista da nação. Tal departamento técnico governamental seria constituído nos moldes dos já existentes no Reino Unido e na Noruega, e criados a partir dos acidentes com o navio ‘Braer’ em 1993 nas Ilhas Shetland, Inglaterra e ‘Erika’, em 1999, na região da Bretanha, Norte da França, e que tiveram dimensões astronômicas no que se refere a agressão ao meio ambiente.

2) Aprimoramento de tecnologias e procedimentos (*casualty response*) para avaliação de operações de resgate em caso de encalhe e colisão. Incentivo a Universidades e Centros de Pesquisa para o desenvolvimento técnico científico. Tal aprimoramento e incentivo tecnológico teria como resultado imediato o modelo

matemático do acidente como um todo e possíveis soluções, diminuindo o tempo de resposta ao possibilitar a tomada de ações no campo com maior presteza e rapidez, o que em muitos casos é imprescindível para o sucesso de uma operação.

3) Obrigatoriedade da inclusão da análise técnica em avaria tipo encalhe e colisão para navios de cabotagem e fluviais considerando-se o porte bruto e situações específicas de alagamento e perda de resistência estrutural, considerando ainda as conseqüências ambientais.

4) Identificação estatística de ações no sentido da melhor sinalização e treinamento adequado de operadores nas principais regiões brasileiras consideradas críticas em relação a encalhes e possíveis colisões, na navegação marítima e fluvial.

5) Aprimoramento na formação dos pessoal marítimo, em todos os níveis e graduações no que diz respeito a se evitar o encalhe e medidas preventivas. Incluir ainda, o conhecimento relativo a medidas conservatórias a serem adotados nos casos em que ocorram acidentes de encalhe ou colisão, identificando normas e procedimentos para preservação da vida humana e para mitigar todo e qualquer tipo de dano.

14 Conclusão

É amplamente sabido que não é possível eliminar totalmente a ocorrência de acidentes. Entretanto, a incidência dos mesmos pode ser razoavelmente reduzida e limitada aplicando-se um trabalho conjunto das partes envolvidas, ou seja, estado, seguradores, armadores, afretadores, organizações regulamentadoras nacionais e internacionais e de meio ambiente, escolas e universidades de formação de tripulantes, operadores e de técnicos envolvidos com este segmento de mercado.

O encalhe sempre é e deve ser tratado como um evento de baixa frequência e de grandes consequências, razão pela qual todo encalhe deve ser conduzido em regime de urgência, sob todo e qualquer aspecto. Um navio ou embarcação, quando encalhado, está sujeito a movimentos e carregamentos para os quais não foi projetado, como movimentos hidrodinâmicos limitados e reações do fundo no local do encalhe. Quanto mais tempo encalhado ficar o navio ou a embarcação, pior será sua condição de deterioração

A habilidade dos salvadores de navios ou embarcações em estabilizar o encalhado imediatamente após o acidente será sempre de grande relevância no sucesso ou insucesso da operação. A inabilidade de mobilização de pessoal e equipamentos poderá causar a perda de uma oportunidade de condição de tempo favorável ou ainda causar a deterioração e agravamento do encalhado, com danos e estragos de tal magnitude que resultem em sua perda total, bem como danos quase que irrepárveis ao meio ambiente.

Os técnicos de salvamento têm sempre duas escolhas quando tratando de assuntos relativos a problemas causados por avarias e inerentes à resistência estrutural:

a] Realizar reparos temporários para restaurar os elementos estruturais afetados às condições anteriores ao acidente; tais reparos deverão obedecer às condições anteriores intactas e existentes. A interligação dos membros estruturais e chapeamentos deverá ser feita de maneira tal que a solução ora aplicada não venha representar um problema maior do que o existente, e deverá sempre empregar o mínimo de material e tempo.

b] Gerenciar fluabilidade e peso de maneira a reduzir o esforço cortante e o momento fletor até limites aceitáveis. Este gerenciamento deverá ser compatível com o

gerenciamento da estabilidade, trim e reação de encalhe. Este tipo de gerenciamento nem sempre é uma tarefa fácil.

O salvamento de uma embarcação representa muitas coisas, e a maioria delas é a evolução técnica e comercial assumidas no mar sob condições adversas. O salvamento de embarcações é algo fascinante e desafiador devido à variedade de problemas criados pelos acidentes e as soluções a serem buscadas para poder resolvê-los. Uma boa biblioteca pode ajudar em uma operação de salvamento, mas ela não fará de seu possuidor um salvador de embarcações.

Os estudos técnicos baseados em dados estatísticos são restritos a uma certa extensão devido à não disponibilidade de dados ou a informações incompletas como velocidade da embarcação, extensão de danos ao casco e estruturais, e a conformação do obstáculo submerso num caso de encalhe em rochas. Tais informações e outros detalhes são comumente tratados como confidenciais e de prerrogativa dos armadores, ou simplesmente tratados como confidenciais devido a disputas judiciais.

No Brasil, este assunto, que é de extrema importância, está sob o controle do Ministério da Marinha, que através da NORMAM 16 busca controlar e interferir nos aspectos técnicos das operações de salvamento utilizando suas Capitânicas dos Portos e respectivos Distritos Navais, ao invés de um corpo de técnicos especializados que pudessem dar atendimento de imediato a cada acidente, chegando, inclusive, a tratar encalhes como se não fossem assuntos de extrema urgência. O desconhecimento, associado à burocracia, muitas vezes cria entraves ao início uma operação de salvamento em território nacional.

15 Bibliografia

- [1] John J. Myers, Carl H. Holm e R. F. McAllister (1969). Handbook of Ocean and Underwater Engineering , ISBN 07-044245-2, Capítulos 11 e 12
- [2] D. R. Derrett (1985) Ship Stability for Master and Mates, Capítulos 13 e 14.
- [3] C. A. Bartholomew (1990) Mud, Muscle and Miracles, ISBN 0-945274-03-3
- [4] Milwee, William I. (1995) Modern Marine Salvage, ISBN 0-87033-471-9, Capítulos 1, 2, 3, 6 e 8.
- [5] G. J. Wheeler, O.B.E. (1958) Ship Salvage, George Philip and Son Ltd, London
- [6] Brady, Edward M. (1981) Marine Salvage Operations, ISBN 0-87033-051-9, Capítulos 1, 4, 5, e 6.
- [7] E. A. Stokoe (1991) Naval Architecture for Marine Engineers, ISBN 0-947637-85-0, Capítulos 5 e 6.
- [8] Vasconcellos J. M. (2007) Apostila do Curso de Pos Graduação (Latu Senso) Engenharia de Sistemas Flutuantes Offshore – ESFO – Estabilidade Aplicada
- [9] Steiberger, J.R., François A. S., Sidnei, E.P., (1990) Apostila de Estabilidade, Ministério da Marinha – Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA)
- [10] J. M. Alexander (1969) – An approximate analysis of the collapse of thin cylindrical shells under axial loading
- [11] O. Astrup (Jan 27, 1994) - Cutting of thick plates by wedge. MIT – Industry Project on Tanker Safety.
- [12] J. C. Card (1975) – Effectiveness of double bottoms in preventing oil outflow from tanker bottom damage incidents. Marine Technology 12 (1).
- [13] T. Kuroiwa (1996) – Numerical simulation of actual collision and grounding accidents. International Conference on Designs and Methodologies for Collisions and Grounding Protection of Ships (pp 7.1/7.12) SNAME
- [14] J. Kee Paik e P. Terndrup Pedersen (1997) – Simple assessment of post-grounding loadas and strength of ships. International Journal of Offshore and Polar Engineering – vol 7 no. 2 (ISSN 1053-1-5181)
- [15] Ge Wang, Yongjun Chen, Hanqing Zhang and Yung Shin (2000) - Residual strength of damaged ship hull. Research Department of American Bureau of Shipping + Ship Structure Committee - USA
- [16] J. Kee Paik, A. K. Thayamballi e S. H. Yang (1998) - Residual strenght assessmnet of ships after colliion and grounding. Marine Technology, vol 35, no. 1, pp 38-54

- [17] Ge Wang, H. Ohtsubo e D. Liu (1997) – A simple method for predicting the grounding strength of ships. *Journal of Ship Reserach*, vol 41, no. 3, pp 241-247
- [18] Amdahl J. e Hellan O. (2004) – Intentional grounding of disabled ships – On board and shore based decisions support system. 3rd International Conference on Collision and Grounding of Ships, ICCGS2004, Japan October 25-26, 2004 (3a Conferência Internacional sobre o navio encalhado e colisões)
- [19] Daidola, J. C., (1995) Tanker structural behavior during collision and grounding. *Marine Technology*, vol 32, no. 1, pp 20-32
- [20] Alsos, H. S. e Amdahl J. (2008) – Analysis of bottom damage caused by ship grounding. *Proceedings of the ASME 27th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering – OMAE 2008 – June 15-20, 2008, Portugal.*
- [21] Alan Brow, Kirsi Tikka, John Daidola, Marie Lützen, e Ick-Hung Choe (2000) - Structural design and response in collision and grounding – SNAME Technical and Reasearch Program Ad Hoc Panel #6
- [22] Tikka, K. K. e Chen, Y. J. (2000) – Prediction of structural response in grounding – Application to structural design. *Ship Structure Committee - USA / SSC/SNAME Ship Structural Symposium June, 2000.*
- [23] Hong, L. e Amdahl J. (2008) – Plastic behavior of web girders in ship collision and grounding. *Proceedings of the ASME 27th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering – OMAE 2008 – June 15-20, 2008, Portugal.*
- [24] Simonsen, B.C, Lützen, M. and Törnqvist, R. (2004) - MCA Research Project 501: HSC Raking Damage Report no 1: Introductory and Summary Report Version 1, April 2004
- [25] Brown, A. J., Simbulan, M., McQuillan, J., e Gutierrez, M. (2003) – Predicting motions, structural loads and damage in stranded ships (phase I). *Ship Structure Committee – USA – November 2003*
- [26] Simonsen, B. C. (1997) – Mechanics of ship grounding. PhD Thesis, Department of Naval Architectute and Offshore Engineering, Technical University of Denmark, February 1997
- [27] Simonsen, B. C. (1997) – Marine Structure 10 – Ship Grounding on Rock – II – Validation and Application (563 – 584)
- [28] Simonsen, B. C. (1997) – Marine Structure 10 – Ship Grounding on Rock – I – Theory (519 – 562)

[29] Rodd, J. L., (1996) - Observations on Conventional and Advanced Double Hull Grounding Experiments – International Conference on Designed Methodologies for Collision and Grounding Protection of Ships – pp13.1-13.13, San Francisco, Califórnia

[30] International Association of Classification Societies – IACS (2008) – Common structural rules for bulk carriers. July 2008

[31] U.S. Navy Salvage Manual (2007) Volume 1 – Strandings and Harbor Clearance

[32] U.S. Navy Salvor’s Handbook – January 2004

[33] The International Tanker Owners Pollution federation Limited – ITOPF – Handbook 2007/2008

[34] SITES DA INTERNET:

<http://www.iaccs.org.uk> → Acesso em 14 de Janeiro de 2009 as 07:45 horas
Acesso em 10 de Janeiro de 2008 as 10:52 horas

History of IACS

UR_S_158 Requirements Concerning Strength of Ships

REC_56_231 Fatigue Assessment Of Ship Structures

What, Why and How

<http://www.lloyds.com> → Acesso em 26 de Agosto de 2008 as 12:05 horas
Acesso em 11 de Junho de 2007 as 09:53 horas

História de Hellen Otto

Casos com a utilização de contratos LOF

Historia da formação do Lloyds

<http://www.DNV.com> → Acesso em 26 de Agosto de 2008 as 12:05 horas

Regras para construção e classificação de navios

<http://www.imo.org> → Acesso em 14 de Agosto de 2008 as 15:15 horas

History of IMO

<http://shopspotting.com> → Acesso diário – diversos relatos e fotografias diversas

<http://dpc.mar.mil.br> → Acesso em 19 de Agosto de 2008 as 11:05 horas

Normas da Autoridade Maritima

História da DPC

ANEXO I

MODELOS DE FORMULÁRIOS PARA VISTORIAS DE SALVAMENTO – ENCALHE

Tabela 1 – Lista de Verificação – Geral

Tipo de Sinistro:	_____		
Data/hora do Sinistro:	_____		
Nome do Navio:	_____		
Tipo de Casco:	_____		
Construtor:	_____		
Bandeira:	_____	Ano de construção:	_____
No. do Casco/ No. de Registro e de Construção:	_____		
Porto de registro: :	_____		
Projetista:	_____		
Armador:	_____		
Agente Marítimo:	_____		

Contato Local:	_____		
Localização (nome da área):	_____		
Localização (coordenadas):	_____		
Porto mais Próximo:	_____	Distância:	_____
Instal. reparadora mais próxima:	_____		
Estaleiro de reparo mais próximo:	_____		
Condição da Tripulação:	_____		

Carga Perigosa?	_____	Vazamento?:	_____
É provável ocorrer vazamento de óleo ou outro tipo de poluição?	_____		

Tabela 1 (Continuação) – Lista de Verificação – Geral

Principais Características do Sinistro:	
Comprimento entre Pps: _____	Comprimento total: _____
Boca: _____	Calado Normal em Operação: _____
Deslocamento: _____ / _____ (peso leve /totalmente carregado)	
No. de tanques/porões: _____	
Porte Bruto: _____	
Propulsão: _____	
Cavernname /detalhes estruturais importantes: _____	

Breve descrição do sinistro, condição pré-sinistro, carga, avarias principais e condição geral do navio:	

Avarias (casco/estrutural): _____	

Avarias - Maquinário (condição/status): _____	

Danos por água: _____	

Danos por fogo:	

Objetivo da operação de salvamento:	

Tabela 1 (Continuação) Lista de Verificação – Geral

Recursos Disponíveis:	
No local do sinistro: _____	

Na área adjacente: _____	

Outros recursos (com tempo estimado de trânsito): _____	

Planos, desenhos e documentos disponíveis:	
Arranjo geral: _____	Linhas: _____
Escantilhões: _____	Expansão de chapeamento: _____
Diagrama de carga líquida: _____	Diagrama de efeito de alagamento: _____
Escala de calado: _____	Livro de informações do navio: _____
Curvas Bonjean: _____	Planos Estruturais: _____
Tabelas de sondagem: _____	Plano de capacidade: _____
Escala de peso morto: _____	Livro de trim e estabilidade: _____
Plano de carregamento/estivagem: _____	Manifesto de carga: _____
Diário de Convés: _____	Diário de Máquinas: _____
Informação de estabilidade antes do sinistro sabida ou disponível em planos e documentos:	
KG: _____	TPI: _____
KM: _____	MTI: _____
Comentários: _____	

Tabela 2 - Lista de Verificação, Encalhes – Geral

		Depois do encalhe*	
Calados:	Proa	_____	_____
		Bombordo	Boreste
	Popa	_____	_____
		Bombordo	Boreste
Alquebramento/Contra-alqueb. (se houver):		_____	_____
Deslocamento:		_____	_____
Trim:		_____	_____
Banda:		_____	_____
Proa		_____	_____
Telégrafo do MCP		_____	**
Sumário da Carga ***		_____	_____
	Carga sólida:	_____	_____
	Carga líquida:	_____	_____
	Combustível:	_____	_____
	Óleo Lubrificante:	_____	_____
	Água de caldeira:	_____	_____
	Água potável:	_____	_____
	Água de lastro:	_____	_____
	Lastro permanente:	_____	_____
Sumário do Alagamento ***		_____	_____
Curso/velocidade na hora do encalhe		_____	_____
<p>* Data, hora, estado da maré para os calados após encalhe. ** Mantido por quanto tempo? *** Vide folha(s) anexas para relatos/relatórios detalhados referentes à carga e ao alagamento.</p>			

Tabela 4 - Lista de Verificação, Encalhes – Vistoria do Local

VISTORIA DO LOCAL		
Sinistro exposto a:		
Vagas:	_____	(altura/periodicidade)
Ondas:	_____	(altura/periodicidade/ quebrando?)
Vento:	_____	(velocidade/direção)
Correntes:	_____	(na superfície: velocidade/direção,
Temperatura da água:	_____	submarinas: velocidade/direção)
Tipo e amplitude das marés: _____		
Fundo:		
Material:	_____	
Inclinação:	_____	
Topografia:	_____	
Feita vistoria da praia? _____		
Acesso:		
Ao lugar do sinistro:	_____	
Ao navio sinistrado:	_____	
À praia/ costa:	_____	
Descrição geral do local:		
Exposição:	_____	

Tempo (condições do...):	_____	

Acesso a águas profundas:	_____	

Tabela 4 (Continuação) - Lista de Verificação, Encalhes – Vistoria do Local

VISTORIA DO LOCAL (Continuação)	
Previsão do tempo disponível? _____	
Tábua de marés disponível? _____	Marégrafo instalado? _____
Previsões atuais disponíveis? _____	Correntes sendo monitoradas? _____
Efeitos atuais: Erosão _____	
Assoreamento/ areia acumulada? _____	
Disponível carta de navegação grande, precisa, recente, cobrindo o local de salvamento? _____	
Feita sondagem da área ao redor do sinistro e canal até águas profundas? _____	
Poluição notada:	
Descrição:	

Magnitude:	

Fonte:	

Anexe desenho/esboço mostrando posição/direção do sinistro com relação à linha da costa, obstruções, perigos, águas profundas, canal até águas profundas; sondagens; quaisquer âncoras lançadas; extensão de eventual poluição e esforços de contenção, etc.	

Tabela 5 - Lista de Verificação, Encalhes – Vistoria Externa do Local do Sinistro

VISTORIA EXTERNA DO SINISTRO		
Data/Hora: _____		
Vistoria submarina? _____	Supervisor: _____	
Disponíveis fotos, vídeos, desenhos, etc? _____		
Encalhado em que comprimento? _____		
Sentado no fundo? _____ Válvulas de fundo desobstruídas? _____		
Sondagens:		
Distância da proa	Bombordo	Boreste
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Danos externos:		
Posição/atitude/danos gerais:		

Vazamento de carga por água aberta:		

Tabela 5 (Cont.) - Lista de Verificação, Encalhes – Vistoria Externa do Local do Sinistro

VISTORIA EXTERNA DO SINISTRO (Continuação)		
Hélice e eixo porta-hélice: _____		

Leme: _____		

Escotilhas e portas estanques: (casco e conveses expostos) _____		

Anexe desenhos/esboços ou planos de arranjo mostrando avarias no chapeamento externo, superestrutura e conveses, linha de lama, partes do navio encalhadas.		
Pesos a serem potencialmente removidos:		
Objeto	Localização	Peso aproximado
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Pontos de içamento _____		
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Pontos para puxar _____		
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Tabela 6 - Lista de Verificação, Encalhes – Vistoria Interna no Local do Sinistro

VISTORIA INTERNA DO SINISTRO	
Sondagem de tanques/ inspeção de porões: registre informação sobre carga líquida, carga e folhas de resumo de alagamento. Certifique-se que as condições nos espaços não avariados permaneçam as mesmas.	
Avarias Estruturais:	
Cavername:	

Cobro:	

Escotilhas/Acessos:	

Sistemas de Tubulação:	

Praça de Máquinas:	

Materiais importantes disponíveis nos paióis do encalhado?	
Máquina Principal:	
Tipo: _____	No. de eixos: _____
SHP: _____	Motores p/eixo: _____
Condição: _____	Pode ser reparado no local? _____
Há combustível? _____	Aproveitável? _____

Tabela 7 - Lista de Verificação, Encalhes – Resumo do Maquinário Auxiliar

RESUMO DO MAQUINÁRIO AUXILIAR				
	No. Unidades	Força Requerida	Capacidade	Condição*
		(cfm/psi)		
Compressores de ar:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
		(kW/volt)		
Conjuntos geradores:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
		(lbs/hr, psi)		
Caldeiras:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
		(gal/hr)		
Evaporadores:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
		(gpm/psi)		
Unidades Hidráulicas:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
		(ppm/psi)		
Bombas:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
Outros (Indique)	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____

*** CONDIÇÃO**

1	Fora de serviço, não operacional
2	Operacional, se for possível disponibilizar resfriamento por água
3	Operacional, mas requer fonte de força
4	Operacional, mas a colocação em operação requer combustível – indicar tipo
5	Totalmente operacional
6	Operacional com capacidade reduzida

Tabela 8 - Lista de Verificação, Encalhes – Resumo do Maquinário de Convés

RESUMO DO MAQUINÁRIO DE CONVÉS				
	Localização	Força	Capacidade	Condição*
		Requerida (arame/t.)		
Guinchos:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
Lanças/Guindastes:		(t.)		
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
Cabrestantes/ /Molinetes:		(t.)		
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
Evaporadores:		(gal/hora)		
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
Turcos:	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
Molinete da Âncora:		(âncora)		
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
Unidades BB/BE?	_____			
* CONDIÇÃO				
1	Fora de serviço, não operacional			
2	Operacional, se for possível disponibilizar resfriamento por água			
3	Operacional, mas requer fonte de força			
4	Operacional, mas a colocação em operação requer combustível – indicar tipo			
5	Totalmente operacional			
6	Operacional com capacidade reduzida			

Tabela 12 - Lista de Verificação, Encalhes – Resumo do Alagamento

RESUMO DO ALAGAMENTO

Alagamento na data de _____ (antes)/ _____ (depois) do sinistro.

Compartimento	Profundidade	Peso	LCG	KG	TCG
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

PESO TOTAL DO ALAGAMENTO: _____

Comentários:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)