

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

ESTÊVÃO ALVARENGA DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE RISCO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES

Rio de Janeiro
2014

ESTÊVÃO ALVARENGA DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE RISCO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): Brizola de Oliveira Olegário

**Rio de Janeiro
2014**

ESTÊVÃO ALVARENGA DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE RISCO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador:

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar meus caminhos, me amparar em minhas dificuldades e por ter permitido que eu pudesse ter a honra de ter ingressado neste curso.

A esta Instituição, juntamente com seu corpo docente, que me proporcionou o conhecimento e ferramentas necessários para que eu me torne um profissional capaz e bem sucedido.

À minha mãe Elizabeth, que sempre esteve ao meu lado, e com seu carinho, amor e dedicação me deu forças para vencer as dificuldades e percalços da vida e ao meu pai, Antônio Fausto, que com seus ensinamentos e incontáveis momentos de conversa e descontração, moldaram o caráter do homem que sou hoje.

A meu orientador, Brizola de Oliveira Olegário, pelo empenho e todo auxílio a mim dedicado durante a elaboração desta monografia.

À Elilian Goulart, que desde o momento em que ingressei nesta instituição me deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até este momento.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”
(JOSÉ DE ALENCAR)

RESUMO

Esta monografia destina-se à apresentação e detalhamento dos riscos ligados a profissão dos marítimos, englobando estudos de diversos teóricos e pesquisadores do ramo acerca da análise de riscos ligados a tal ambiente de trabalho. A percepção de risco pode variar entre os diferentes grupos profissionais e organizações do setor marítimo, e a discussão dessas diversas estatísticas de acidentes nos fornecem uma avaliação global dos níveis de risco e sua diferenciação entre cada tipo de navio. É apresentado nesse trabalho um detalhamento dos diferentes tipos de acidentes, sejam eles acidentes individuais, acidentes com navios ou acidentes que envolvam o meio ambiente, bem como os procedimentos a serem adotados e seguidos a fim de se evitar tais situações.

Palavras-chave: Acidentes. Individuais. Meio ambiente. Navios. Procedimentos. Risco.

ABSTRACT

This research is intended for presentation and detail of the risks linked to the maritime profession, encompassing studies of diverse theorists and researchers in the field concerning the analysis of risks related to this work environment. The perception of risk may vary among different professional groups and maritime industry organizations, and the discussion of these various accident statistics give us an overall assessment of risk levels and their differentiation between each type of ship. It is presented in this paper a breakdown of the different types of accidents, whether individual accidents, ship accidents or accidents involving the environment, as well as the procedures to be adopted and followed in order to avoid such situations.

Key Words: Accidents. Individual. Environment. Ship. Procedures. Risk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação tipo de navio x média anual x acidentes.....	11
Figura 2 – Percentagem das principais causas de acidentes com navios.....	12
Figura 3 – Fluxograma da metodologia FSA.....	16
Figura 4 – Relação fatalidade x frequência anual.....	20
Figura 5 – Exemplos de equipamentos de proteção individual (EPI).....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES	11
3 RISCOS DE COLISÃO DE NAVIOS, ENCALHAMENTO E NAUFRÁGIO.....	13
4 AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA FORMAL	15
4.1 ACIDENTES MAIS COMUNS A BORDO	21
4.1.1 HOMEM AO MAR	21
4.1.2 ACIDENTES EM ESPAÇOS CONFINADOS	22
4.1.3 CHOQUE ELÉTRICO	22
4.1.4 QUEDAS DE ALTURA	23
4.1.5 ACIDENTES EM TREINAMENTOS COM OS BOTES SALVA-VIDAS	23
5 CLASSIFICAÇÃO DOS ACIDENTES	23
5.1 FATORES DETERMINANTES DE ACIDENTES	24
6 EPI (EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL)	25
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais preocupações dos construtores navais, designers de navios e armadores é a segurança dos navios no mar. Existem enormes consequências pela falta de segurança, em termos de vidas perdidas, danos ao meio ambiente e a carga, que todos os envolvidos no meio marítimo querem evitar. Isso é refletido na atenção dada tanto no design quanto na construção do navio, na sua operação e treinamento da tripulação. No entanto, o uso de abordagens formais para quantificação do risco em termos probabilísticos tem ficado de alguma maneira, atrás de outras indústrias, tais como a nuclear, por exemplo, em que frequentemente o alto risco de suas operações tem motivado a adoção desses métodos.

A quantificação geral dos riscos existentes no transporte marítimo pode ser estimada com base em estudos pautados nas estatísticas de acidentes. Esses estudos permitem a identificação da evolução com o tempo dos níveis de segurança numa atividade global e de acordo com o tipo de navio e tamanhos. Estes foram, provavelmente, os primeiros tipos de estudos relacionados a níveis de segurança.

Um problema que sempre causou maior preocupação dentre os diferentes tipos de acidentes é o naufrágio, que normalmente leva a perda de vidas da maior parte da tripulação e passageiros. Essa situação pode ocorrer como resultado de emborcamento levando à entrada de água na embarcação. Em adição, colisão ou outro tipo similar de dano pode levar a entrada de água no navio, que pode ser controlada subdividindo-se o mesmo em compartimentos à prova d'água, para que haja sempre compartimentos intactos suficientes para fornecer a flutuabilidade ao navio. O acidente do Titanic em 1912 é um exemplo de um caso em que se acreditava que esse conceito estivesse implementado de maneira que o navio estivesse à prova deste tipo de falha.

O estudo da subdivisão de navios em compartimentos à prova d'água foi provavelmente um dos primeiros em que a avaliação probabilística do risco de falha foi usada.

Falha estrutural é outra grande causa do comprometimento da integridade do casco, levando muitas vezes a perda total do navio e passageiros. Uma falha estrutural pode ser consequência da fadiga do material durante toda a vida do navio. Essas falhas podem levar a grandes custos em seus reparos, de modo que análises

dessas circunstâncias têm sido usadas para calcular o risco de o material rachar ou ceder levando em consideração seu tempo de vida.

A ideia de que a operação errada é provavelmente a maior contribuidora para que acidentes aconteçam tem aumentado a atenção dada ao estudo dessa atividade. Recentemente, a preocupação com o mau gerenciamento e o erro humano em casualidades marítimas tem motivado a introdução do International Safety Management (ISM). O código ISM é diretamente relacionado ao pessoal e tripulação no que diz respeito aos aspectos gerais de operação. O operador tem que demonstrar que ele tem a capacidade de identificar os riscos e agir de maneira a controlá-los.

Outro desenvolvimento interessante é a cada vez maior adoção pela International Maritime Organisation (IMO) desses tipos de abordagem como base para decisões que levem a regulamentação da atividade de transporte marítimo. Essa organização criou a Formal Safety Approach (FSA) como tipo de estudo para formalizar a análise de riscos como base para se tomar decisões racionais no que tange aos problemas da indústria marítima.

2 Estatísticas de acidentes

As estatísticas sobre a frequência de acidentes proporcionam uma visão geral sobre os níveis de segurança envolvidos na atividade marítima. Elas permitem a quantificação do verdadeiro nível de segurança tanto para diferentes tipos de embarcações como também as principais causas de seus acidentes.

São consideradas como categorias de acidentes: o naufrágio, que inclui navios que afundaram como resultado de mal tempo, quebra ao meio ou outras causas que não se encaixam nas outras categorias; fogo e explosão, que cobre os casos em que tais eventos foram os primeiros a serem reportados; abalroamento, que inclui navios perdidos por baterem ou serem atingidos por outras embarcações; colisão, aqueles casos em que os navios colidem com outro corpo externo, que não seja um navio, nem o fundo do mar; e encalhe, que abrange os navios perdidos como resultado de tocar o fundo do mar.

Deve-se notar que essa classificação se aplica ao primeiro evento que ocorreu e não leva em consideração as consequências que podem ter acontecido no mesmo acidente.

Em adição à quantificação do total de nível de segurança dos navios, essa análise de acidentes mostra como diferentes tipos de navios são suscetíveis a diferentes tipos de casualidades. Essa informação está ilustrada na **Fig. 1** para navios tanques e CONTEINEIROS, no período de 1983 até 1993.

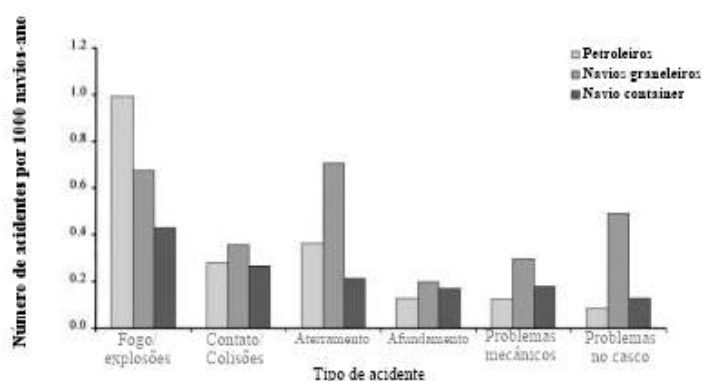


Fig. 1. Distribuição de taxa média anual do primeiro evento por tipo de navio

Fonte: TEIXEIRA; SOARES, 2001, p. 301

Nota-se que encalhes e incêndios foram os tipos mais comuns de primeiros eventos no período. Pela análise da figura, podemos concluir também que o

incêndio é, de longe, a principal causa inicial de acidentes em navios tanques, enquanto encalhe e problemas no casco são causas iniciais de acidentes em graneleiros.

Deve-se notar também, que a taxa anual de acidentes devido a incêndios e encalhes tem diminuído de 1983 para 1993. No entanto, a taxa anual média para essas duas causas iniciais de acidentes podem ser superestimadas quando comparadas com os valores atuais. Esse fato aumenta a importância de outras causas iniciais de acidentes como colisão, para todos os tipos de navios, e problemas no casco, especialmente em graneleiros.

Muitas vezes acidentes são causados por uma combinação de eventos ou processos, típicos de falha em um ou mais componentes individuais que são requeridos para o funcionamento correto do sistema. As falhas nesses equipamentos individuais podem incluir: defeito de fabricação, erro humano, cargas excessivas, etc. A classificação das causas dos acidentes em navios está exposta na **Fig. 2** baseada em uma pesquisa de 10 anos no âmbito de seguros, numa indústria naval entre 1987 e 1997.



Fig. 2. Percentagem das principais causas de acidentes com navios

Fonte: TEIXEIRA; SOARES, 2001, p. 302

Como era de se esperar, erros dos oficiais e da tripulação são a maior causa de acidentes. Estima-se que aproximadamente 80% dos acidentes marítimos são causados por erros humanos em todas as fases do processo, design, construção e operação. Isso tem motivado o desenvolvimento de metodologias que identificam a natureza dos erros humanos nos acidentes marítimos e guardam esses resultados em um banco de dados para estudos futuros.

3 Riscos de colisão de navios, encalhamento e naufrágio

A análise de registros históricos de acidentes com navios apontam os motivos principais de perda de navios, quais sejam: fogo, explosão, encalhe, colisão e naufrágio.

Frequentemente colisões e encalhes são relacionados à falha humana na operação de navios, assim como em casos de fogo e explosão. Entretanto, o naufrágio, embora em alguns casos erros operacionais possam dar causa à perda de navios, também pode ser resultado de problemas técnicos. O navio pode vir a pique como resultado da falta de estabilidade suficiente ou na sua condição avariada, de grande amplitude de rolamento, que pode até mesmo ser induzido por instabilidade paramétrica, por falha da estrutura sob excesso de carga ou devido à fadiga. O risco de falha associada aos diversos mecanismos tem sido estudado por muitos autores ao longo dos anos, usando diferentes abordagens.

Espera-se que os navios flutuem verticalmente em uma condição intacta, uma característica que depende da geometria do seu volume subaquático e da distribuição de pesos. Em geral pesos localizados no alto irão contribuir para a diminuição da estabilidade inicial, mas eles não são totalmente evitados por causa de razões operacionais e também porque a estabilidade muito alta na condição intacta também conduzirá a altas (e desconfortáveis) acelerações sob o efeito de ondas. Esforços para desenvolver normas probabilísticas para estabilidade de navio intacta começaram em meados de 1940, porém mais contribuições significativas foram feitas nas décadas de 60 e 70.

Navios são mais vulneráveis a emborcar quando tem mar de través e ventos. Esta situação tem sido estudada usando análise de plano de fase. O papel do modelo experimental não deveria ser desconsiderado, assim como os modelos probabilísticos desenvolvidos a partir de dados em grande escala.

Quando os navios estão navegando com o mar pela popa, três fenômenos podem ocorrer: pura perda de estabilidade, deslizamento (surf riding) e excitação paramétrica, embora a última também possa ocorrer com ondas que correm diretamente contra o curso do navio. Também se espera que os navios tenham estabilidade adequada mesmo depois de algumas avarias limitadas associadas à colisão, por exemplo. Esta condição é conhecida como resistência de estabilidade em avaria, a qual pode ser avaliada com abordagens probabilísticas.

Com números suficientes de compartimentos à prova d'água, em casos de danos a alguns deles, a flutuabilidade do navio é garantida. Tal subdivisão à prova d'água interna pode ser concebida baseada em probabilidades de sobrevivência.

No caso de petroleiros, as principais preocupações são as consequências ao meio ambiente, pelo derramamento de petróleo. Como resultado da grande demanda de transporte de petróleo na década de 1960, os navios petroleiros de grande capacidade apareceram e com eles os maiores acidentes de poluição de petróleo, como o de Torrey Canyon em 1967.

Em se tratando de Brasil, exemplos de acidentes como o ocorrido na Bacia de Campos, em 2011, causada pela petroleira norte-americana Chevron e o ocasionado pela Refinaria Duque de Caxias (Reduc), na Baía de Guanabara, no ano de 2000, ambos os casos no Estado do Rio de Janeiro, se tornaram famosos devido aos vazamentos de grandes proporções e pelo enorme impacto ao meio ambiente, que dentre os efeitos gerou uma grande mortandade em muitas espécies da flora e fauna locais.

Navios que transportam mercadorias perigosas são protegidos por regulamentos planejados para proteger o ambiente marinho, em particular relacionados à prevenção de avarias. Os regulamentos iniciais foram de natureza determinista, mas com a Resolução IMO A.265, sobre estabilidade de navios de passageiros, começou a introdução de regulamentos baseados em probabilidades.

Esses regulamentos sucederam a pesquisa iniciada por Wendel, que sugeriu uma abordagem probabilística para avaliar a capacidade de sobrevivência dos navios em condições avariadas, como resultado de suas subdivisões à prova d'água. Ele sugeriu uma fórmula de sobrevivência que iria refletir o risco residual de condição de sobrevivência na ocorrência da colisão.

Tagg determinou índices baseados na probabilidade de sobrevivência para diferentes tipos de navios, incluindo um petroleiro. Este tipo de abordagem foi adotada oito anos depois nos regulamentos internacionais, com a adoção das emendas de 1990 para a Convenção Internacional de Segurança de Vida ao Mar (SOLAS). Essas emendas, que entraram em vigor em 1992, introduziram o conceito de avaliação probabilística da capacidade de sobrevivência em navios de carga maiores que 100m em comprimento.

Os conceitos foram estendidos por Abicht a petroleiros para avaliar, também de forma probabilística, o efeito da subdivisão no esperado escoamento de petróleo

de petroleiros danificados. A natureza do risco de poluição de petróleo de petroleiros foi drasticamente mudada depois do acidente de Exxon Valdez, o que levou os Estados Unidos a introduzir unilateralmente o Ato de Poluição de Petróleo (Oil Pollution Act, OPA 90), o que levaria à construção generalizada de petroleiros de casco duplo.

As diretrizes de avaliação probabilísticas de subdivisões de petroleiros foram introduzidas em 1995 e elas contemplam o cálculo da fórmula de prevenção da poluição, o qual tem três componentes que medem o valor da atuação do escoamento de petróleo do petroleiro: probabilidade de escoamento zero, escoamento significativo e escoamento extremo.

Os componentes principais do procedimento de cálculo são a probabilidade de colisão, a probabilidade condicional da localização da avaria e tamanho e a probabilidade condicional da fluuabilidade do navio depois da avaria. A probabilidade de colisão depende da área em que o navio está navegando e em outros aspectos relatados com a operação do navio. A localização e o tamanho da avaria dependem do tipo e do tamanho do navio envolvido na colisão assim como na sua velocidade e curso relativo. Novamente, o tráfego em diferentes áreas tem proporções diferentes de navios e até mesmo aquelas probabilidades serão dependentes da área.

As características do projeto também podem limitar a extensão da avaria, mas isto é mais probabilidade condicional da sobrevivência do navio após a colisão, que é considerada principalmente na etapa do projeto. Variáveis como a profundidade e a extensão do casco duplo são de grande impacto nesse cálculo probabilístico e na qualidade econômica da embarcação, assim como o espaço disponível para o transporte de carga.

4 Avaliação de segurança formal

A Organização Marítima Internacional (International Maritime Organisation – OMI) é um órgão que contribui para a padronização da legislação nos vários países envolvidos nas atividades marítimas. Ela tem reconhecido a importância da adoção de procedimentos de avaliação de risco em seu processo de decisão. A IMO definiu a Abordagem Formal de Segurança (Formal Safety Approach – FSA), uma metodologia estruturada e sistemática destinada a reforçar a segurança marítima,

incluindo a proteção à vida, saúde, meio ambiente marítimo e bens, utilizando a avaliação de risco e custo-benefício.

Adotando a FSA, aqueles que decidem no âmbito da IMO, serão capazes de apreciar o efeito das mudanças regulatórias propostas em termos de benefícios (por exemplo, esperada redução de vidas perdidas ou de poluição) e os custos incorridos para a indústria como um todo e para as partes individuais afetadas pela decisão.

A FSA não se aplica a um navio isoladamente, mas sim a um conjunto de sistemas, incluindo organização, de gestão operacional, humanos e hardware, que cumpre funções específicas. Ela reconhece que o elemento humano é um dos aspectos mais importantes que contribuem para a causa e prevenção de acidentes e, portanto, deve ser tratada de forma sistemática. Dentro dos processos de decisão da IMO, se compreende as seguintes etapas, que são os clássicos de uma metodologia de análise de risco aplicada a qualquer problemática industrial (**Fig. 3**).

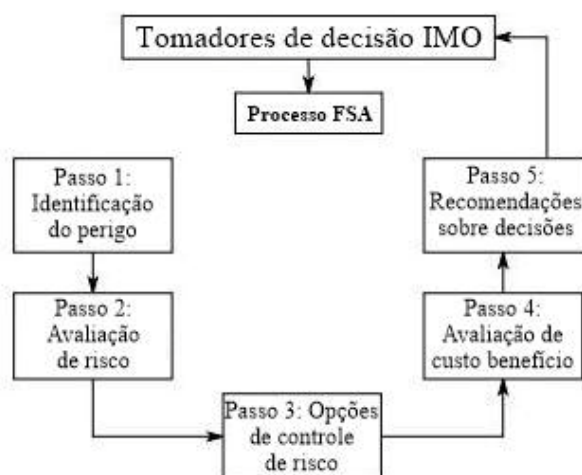


Fig. 3. Fluxograma da metodologia FSA

Fonte: TEIXEIRA; SOARES, 2001, p. 306

A disponibilidade de dados adequados necessários para cada passo do processo de FSA é muito importante. Quando os dados não estão disponíveis, julgamento de especialistas, modelos físicos, simulações e modelos analíticos podem ser usados para alcançar resultados valiosos.

Os dados relativos a relatórios de incidentes, quase acidentes e falhas operacionais podem ser muito importantes para tornar a legislação mais equilibrada, pró-ativa e rentável. Uma decisão sobre o valor dos dados que podem ser recolhidos deve ser tomada, a fim de identificar as incertezas e limitações, e a avaliação do

grau de confiança de que deve ser colocado sobre os dados disponíveis.

Como avaliação de preocupações de risco, o procedimento contempla o chamado diagrama de impacto regulador. Ele pode representar, respectivamente, as influências que afetam a probabilidade de ocorrência de um acidente, o escalonamento dos aspectos de mitigação, tal como a evacuação das pessoas do navio em que o acidente ocorreu e a contenção da poluição por óleo.

A Análise de Confiabilidade Humana (Human Reliability Analysis, HRA) também é considerada nas decisões da IMO, e é definida como um processo que compreende um conjunto de atividades e do uso potencial de uma série de técnicas, dependendo do objetivo geral da análise. A HRA pode ser realizada de forma qualitativa ou quantitativa, dependendo do nível de FSA a ser realizado. Se for necessária uma análise totalmente quantitativa, então probabilidades de erro humano podem ser obtidas, a fim de encaixar em modelos de sistemas quantificados, tais como árvores de eventos de falha. No entanto, em muitos casos, uma análise qualitativa pode ser suficiente. O processo HRA geralmente consiste em etapas de identificação e análise das tarefas-chave, identificação de erros humanos, análise de erro humano e quantificação de confiabilidade humana.

As diretrizes IMO e FSA sugerem que tanto os tipos de riscos sociais e individuais devam ser considerados tanto para um membro da tripulação como um passageiro e também para terceiros. O risco individual pode ser considerado como aquele de um indivíduo isoladamente, enquanto o risco social trata do risco de um acidente grave. Riscos individuais são geralmente expressos como Taxa de Acidentados Fatais (Fatal Accidents Rate – FAR), que representa a probabilidade de uma pessoa ser morta enquanto em alguma atividade específica, já os riscos sociais são normalmente representados por curvas F-N que se relacionam com a frequência (F) e o número de mortes em acidentes.

Para as decisões sobre a possível implementação de um novo regulamento, ou medidas de controle de risco ou possível cancelamento de uma legislação obsoleta, são necessários vários parâmetros de decisão, dentre os quais estão os critérios de aceitação de risco.

O propósito dos critérios de aceitação de riscos individuais é limitar tais riscos para as pessoas a bordo do navio ou para aquelas que possam ser afetadas por um acidente de navio. Os critérios devem definir o termo "nível intolerável e de risco negligenciável" em termos de riscos individuais de morte, lesões e problemas de

saúde. Um critério de aceitação de risco de 10^{-3} por navio-ano para a tripulação pode ser deduzido da comparação com outros perigos. A taxa anual de mortalidade, por qualquer razão, no período entre 4 a 15 anos de idade é de cerca de 10^{-3} . Muitos reguladores utilizam este dado como um limite intolerável.

Para os passageiros é comum a utilização de um critério mais rigoroso, porque eles estão menos informados sobre os riscos, não são remunerados, e estão menos no controle da situação. Um critério insignificante amplamente aceitável de 10^{-6} deve ser entendido como um número muito pequeno que representa um risco insignificante para um indivíduo.

Tripulantes de um navio têm mais influência sobre os riscos e, portanto, devem ser mais bem informados do que passageiros ou membros do público, perto do porto. Por isso, é comum tratar dos riscos profissionais (tripulação) de forma diferente do que se trata do transporte relacionado a passageiros.

Critérios de risco individuais podem ser propostos para navios da seguinte forma, com base em estudos publicados pela UK Health and Safety Executive:

Risco máximo tolerável para os tripulantes	10^{-3} anualmente
Risco máximo tolerável para os passageiros	10^{-4} anualmente
Risco máximo tolerável para o público em terra	10^{-4} anualmente
Risco negligenciável	10^{-6} anualmente

O propósito dos critérios de aceitação de riscos sociais é o de limitar os riscos de navios para a sociedade como um todo, e para as comunidades locais (como portos), que podem ser afetadas pelas atividades das embarcações. Em particular, os critérios de aceitação de riscos sociais são usados para limitar as ameaças de catástrofes que afetam muitas pessoas ao mesmo tempo.

Atualmente se reconhecem três níveis de risco social, a saber:

- a) Intolerável
- b) Tão baixo quanto razoavelmente possível (As low as reasonably possible – ALARP)
- c) Insignificante

O nível intolerável implica que o risco não pode ser aceito, exceto em circunstâncias extraordinárias; no nível insignificante, o risco tem efeito tão pequeno que nenhuma outra precaução é necessária; já no ALARP, o risco se situa entre os

dois estados citados.

Os critérios de aceitação podem ser associados com a importância econômica da atividade em questão, e calibrados com a taxa média de mortalidade por produção econômica da unidade. A magnitude de uma atividade pode ser medida de forma mais adequada em termos econômicos, assumindo que o que é pago em um mercado aberto representa a importância. Da mesma forma, o Produto Interno Bruto (PIB) é um indicador da atividade econômica. Risco social associado a uma atividade pode ser aceito de acordo com a importância da atividade para a sociedade.

A avaliação de risco de fatalidade é um passo fundamental nesse processo, e o método de avaliação de risco moderno é destacar esta questão, expressando os resultados na forma de um Custo Implícito para se Evitar uma Fatalidade (Cost of averting a fatality – ICAF), se opção de controle de risco estava a ser adotada, baseando-se através da análise custo-eficácia:

$$\text{ICAF} = \frac{\Delta \text{cost}}{\Delta \text{risk}}$$

Onde, Δcost é o custo marginal (adicional) da opção de controle de risco e Δrisk é o risco reduzido em termos de mortes evitadas.

Os custos de cada opção de controle de risco devem ser apresentados juntamente com o seu efeito sobre esses tipos de risco. O custo de reduzir o perigo de lesões e problemas de saúde também deve ser apresentado. Nos casos em que as opções de controle de risco não podem ser justificadas puramente por razões de segurança, os benefícios econômicos líquidos podem ser deduzidos dos custos e o Custo por Unidade de Redução de Risco (Cost per Unit Risk Reduction – CURR) deve ser apresentado.

Outros critérios para a proteção ambiental precisam ser desenvolvidos ou as consequências ambientais devem ser transferidas para unidades monetárias e incluídas em uma avaliação de custo benefício (**Fig.4**).

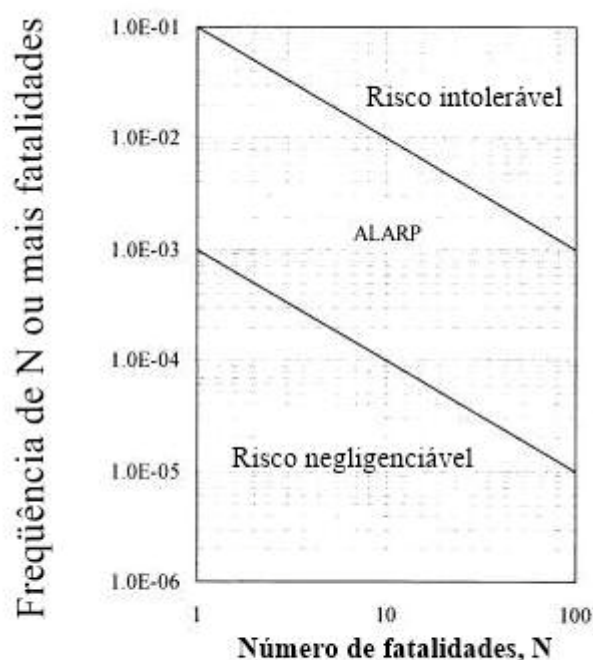


Fig. 4. Exemplo de um critério de aceitação FN.
(curva $F < AN-K$ para $A = 0,1$ e $A = 0,001$, com $K = 1$)

Fonte: TEIXEIRA; SOARES, 2001, p. 307

Dentro da IMO vários estudos já foram realizados utilizando FSA para apoiar as decisões sobre a implementação de regulamentos internacionais. Estes incluíram estudos sobre a aplicação do FSA para embarcações de alta velocidade, para a propulsão de emergência e dispositivos de direção, e as áreas de pouso de helicóptero. Dois estudos estão atualmente em curso sobre a segurança dos navios graneleiros. Todos estes estudos têm sido relatados pela IMO e são brevemente descritos agora.

A pesquisa abordou os níveis de riscos quantificados para embarcações de alta velocidade que operam sob o atual regime regulatório. Uma seleção de opções de controles de riscos foi desenvolvida para lidar com eles e uma avaliação dos custos e benefícios dessas opções foi apresentada, assim como recomendações com base nesses resultados.

Dentro da gama de categorias de acidentes estudados, a colisão foi identificada como a principal contribuinte para o nível de risco global. Duas opções de controle de risco, específicos para a categoria de acidente de colisão, e uma terceira opção comum a todas as categorias de acidentes foram consideradas em detalhe. Supondo que uma aplicação eficaz seja feita, todas essas três opções reduzem significativamente os níveis de risco em pelo menos 40%, e são econômicas.

4.1 Acidentes mais comuns a bordo

Nenhum marítimo quer se machucar ou sofrer danos durante o trabalho em navios. É de conhecimento geral que é um ambiente de trabalho hostil e não importa quantas precauções sejam tomadas, os acidentes estão sempre prestes a acontecer como resultado de um principal e comum motivo, o erro humano.

Uma série de regulamentos têm sido criados e implementados para garantir a segurança dos marítimos que trabalham a bordo de navios. No entanto, existem alguns tipos de acidentes fatais que ainda mantêm lugar a bordo de navios mercantes ao redor do mundo.

4.1.1 Homem ao mar

A situação de homem ao mar é uma das situações mais perigosas. Nela, a pessoa cai na água durante o trabalho ou em decorrência de algum acidente. Essas situações são mais prováveis de ocorrer em plataformas, como resultado de um deslizamento ou queda. MOB (Men Over Board) é uma situação muito crítica e exige uma resposta a emergências rápida. As chances de sobreviver a uma situação MOB depende de uma série de fatores e tal ocorrência se dá principalmente durante as atividades executadas nos bordos dos navios. Embora marítimos sejam treinados para lidar com tais situações, o mau tempo e mar agitado podem dificultar a operação de resgate. Em áreas onde a temperatura da água é extremamente baixa, é comum o desenvolvimento de quadros de hipotermia ou outros problemas de saúde, ou até mesmo a morte.

A hipotermia é uma situação em que há uma grande perda de temperatura do corpo devido ao contato prolongado deste com a água fria, afetando o seu metabolismo normal, assim como suas funções vitais. Normalmente, a pessoa fica inconsciente após 15 minutos em águas com temperatura abaixo de 5°C.

Algumas medidas a serem tomadas em caso de homem ao mar:

- a) O primeiro passo e o mais importante é nunca perder a visão da pessoa caída e informar os outros a bordo, gritando “Homem ao mar”.
- b) Há um sinal de alarme exclusivo para homem ao mar utilizado a bordo dos navios e é igual para todos aqueles que navegam em águas internacionais.
- c) O navio deve virar para o bordo em que o tripulante caiu, para que não haja

riscos dele ser atingido pelo hélice.

d) Jogar uma boia salva-vidas perto da pessoa. Deve-se manter em mente, que não se deve jogar mais de uma boia salva-vidas, uma vez que pode confundir a vítima.

e) Após efetuado o resgate, vestir a pessoa com o equipamento de proteção térmica (TPA) para evitar mais perda de calor.

4.1.2 Acidentes em espaços confinados

Este é um dos tipos mais comuns de acidentes a bordo de navios mercantes, e tem acarretado vários acidentes e lesões extremas. Esses acidentes ocorrem principalmente quando a tripulação do navio entra num espaço confinado, que pode conter vários bolsões de gases tóxico-inflamáveis. Muitos oficiais ainda negligenciam os procedimentos de entrada em espaços fechados, arriscando a sua vida e a de outros membros da tripulação.

Como procedimentos para se adentrar em um espaço confinado, têm-se:

a) Avaliação de riscos, que deve ser realizada por um funcionário competente para verificar se o espaço confinado é deficiente em oxigênio, tornando-se um potencial perigo para a vida. Para essa medição, usa-se o oxímetro.

b) Identificação de perigos potenciais, como a presença de gases tóxicos.

c) Minimização de todas as possibilidades de risco de incêndio, quando da realização de trabalho a quente. Isto pode ser feito evitando-se levar chamas vivas ao local e usando de ventilação forçada para evitar o acúmulo de gases inflamáveis.

d) Que o espaço confinado deva ser bem ventilado antes de entrar.

e) Utilização de lâmpadas à prova de explosão.

f) Necessidade de uma pessoa em espera ao lado de fora, para garantir a segurança de quem trabalha no espaço confinado.

4.1.3 Choque elétrico

Assim como em terra, choques elétricos também têm ceifado várias vidas a bordo de navios. Conexões autônomas, fios expostos e falta de precauções enquanto se opera equipamentos de alta voltagem podem levar a acidentes fatais.

4.1.4 Quedas de altura

A bordo dos navios, os marítimos são muitas vezes obrigados a trabalhar em alturas usando cintos de segurança e outras ferramentas importantes. No entanto, apesar de tomar todas as precauções necessárias, é comum a perda de membros da tripulação, ou que estes sofram lesões permanentes como resultado da queda das alturas ou falha dos dispositivos de segurança, caindo dentro de compartimento de carga durante a inspeção, e também devido à negligência pura.

4.1.5 Acidentes em treinamentos com os botes salva-vidas

Diz-se que botes salva-vidas tomam mais vidas do que poupam. Treinamentos com botes salva-vidas fazem parte de uma rotina importante a bordo dos navios. No entanto, vários marinheiros perdem suas vidas durante a execução de tais testes. Apesar de novas regras terem sido introduzidas a fim de garantir maior segurança durante o manuseio de botes salva-vidas, os acidentes com lesões graves e mortes continuam a ocorrer.

5 Classificação dos acidentes

Os acidentes no trabalho são objetos de estudo de um setor que, entre outras denominações, intitula-se de Segurança e Saúde no Trabalho (SST).

O acidente é, por definição, um evento negativo e indesejado do qual resulta uma lesão pessoal ou dano material.

Essa lesão pode ser imediata (lesão traumática) ou mediata (doença profissional). Assim, caracteriza-se a lesão quando a integridade física ou a saúde são atingidas. O acidente, entretanto, caracteriza-se pela existência do risco.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT apresenta a seguinte definição para o acidente do trabalho: "ACIDENTE DO TRABALHO (ou, simplesmente, ACIDENTE) é a ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, que provoca lesão pessoal ou de que decorre risco próximo ou remoto dessa lesão" (NBR 14280/99, Cadastro de Acidentes do Trabalho - Procedimento e Classificação).

Muitas vezes o acidente parece ocorrer sem ocasionar lesão ou danos, o que,

a princípio poderia contradizer a definição acima apresentada. Alguns autores chamam esses acidentes de incidentes ou de "quase-acidentes". Outros autores, preservando a definição, os chamam de "acidentes sem lesão ou danos visíveis". Nesse caso o prejuízo (dano) material pode ser até mesmo a perda de tempo associada ao acidente.

Exemplifica-se, então, dois acidentes com lesão:

1) Acidente: exposição do trabalhador a ruído excessivo. Causa: ausência de isolamento acústico e/ou não utilização de protetor auricular. Consequência: perda auditiva (doença profissional).

2) Acidente: queda do trabalhador de um andaime. Causa: ausência da proteção lateral do andaime e/ou não utilização de cinto de segurança. Consequência: fraturas diversas (lesões traumáticas) e/ou morte.

O gerenciamento dos riscos associados ao trabalho é fundamental para a prevenção de acidentes. Isso requer pesquisas, métodos e técnicas específicas, monitoramento e controle.

Os conceitos básicos de segurança e saúde devem estar incorporados em todas as etapas do processo produtivo, do projeto à operação. Essa concepção irá garantir inclusive a continuidade e segurança dos processos, uma vez que os acidentes geram horas e dias perdidos.

Acima de tudo, entretanto, a busca de condições seguras e saudáveis no ambiente de trabalho significa proteger e preservar a vida e, principalmente, é mais uma forma de se construir qualidade de vida.

O reconhecimento da existência de doenças atribuíveis ao ambiente de trabalho começa a partir da consideração preliminar de tais ambientes, a avaliação dos riscos, a indicação e o projeto dos métodos e equipamentos para o controle dos riscos e a supervisão periódica da eficiência dos mesmos.

5.1 Fatores determinantes de acidente

Como fatores determinantes de acidentes, destacam-se: o ato inseguro, aquele praticado pelo homem, em geral consciente do que está fazendo, que está contra as normas de segurança, e têm-se como exemplos a imperícia, a imprudência e a negligência; a condição insegura, onde o estado do ambiente de trabalho oferece perigo e/ou risco ao trabalhador e são exemplos equipamento sem proteção ou

inadequado, defeito na máquina, equipamento, edificação, má arrumação, falta de espaço, mau empilhamento, pouca iluminação, falta de equipamento de proteção individual e/ou coletiva, piso escorregadio ou irregular, falta de normas específicas ou de treinamento e alteração de função sem treinamento.

Também se caracteriza como um fator determinante para acidentes o fator pessoal, que é o desconhecimento do risco ou má interpretação do perigo e advém de uma atitude imprópria (incluem-se motivos psicológicos), defeito ou inaptidão física para o tipo de trabalho.

6 EPI (equipamento de proteção individual)

A segurança própria e dos colegas de trabalho deve ser a principal prioridade do marinheiro profissional enquanto trabalha a bordo de um navio mercante. Todas as companhias de navegação devem garantir que a sua tripulação siga os procedimentos de segurança pessoal e as regras para toda a operação a bordo de navios.

Para alcançar a máxima segurança a bordo do navio, um passo fundamental é ter a certeza de que todos usam seus equipamentos de proteção individual feitos para os diferentes tipos de trabalho realizados no navio.

A seguir estão os equipamentos básicos de proteção individual (EPI) que estão sempre presentes a bordo de um navio para garantir a segurança da tripulação:



Fig. 5. Exemplos de equipamentos de proteção individual (EPI)
Fonte: Marine Insight ¹

1- Disponível em: <<http://www.marineinsight.com/misc/marine-safety/10-main-personal-protective-equipment-ppe-used-onboard-ship/>>. Acesso em: 04 de agosto de 2014.

- **Vestuário de proteção:** é um macacão que protege o corpo do tripulante de substâncias perigosas como o óleo quente, água, faíscas de solda, cortes, etc. Pode ser de manga curta ou longa. Deve-se observar o uso de macacão de manga curta em serviços em que haja o risco da roupa se prender em alguma peça móvel do equipamento, como, por exemplo, ao manusear o torno.
- **Capacete:** a parte mais importante do corpo humano é a cabeça. Ela precisa de proteção máxima, que é fornecida por um capacete de plástico duro. Uma correia de queixo também é fornecida com o capacete para mantê-lo no lugar no caso de queda.
- **Botas de segurança:** feitas de metal duro no bico, o que as torna desajeitadas para usar corriqueiramente. Esse calçado de segurança assegura que nada aconteça aos pés dos tripulantes durante o trabalho a bordo.
- **Luvras de segurança:** diferentes tipos de luvas são fornecidos a bordo. Todos estes são usados em operações em que é imperativa a proteção das mãos. Algumas das luvas fornecidas são resistentes ao calor para se trabalhar em superfícies quentes. Existem também as luvas de algodão para a operação normal, luvas de solda e luvas químicas.
- **Óculos:** os olhos são umas das partes mais sensíveis do corpo humano e nas operações diárias a bordo de navios mercantes, grandes são as chances de alguma faísca ou estilhaço atingirem essa parte do nosso corpo. Os óculos de proteção são usados para proteger os olhos, enquanto óculos de solda são usados para a operação de soldagem, que protege os olhos da luz de alta intensidade.
- **Protetores auriculares:** a praça de máquinas de um navio mercante produz em média de 110-120 db do som, o que é muito alto para os ouvidos humanos. Horas de exposição podem levar a dor de cabeça, irritação e em casos mais extremos, perda de audição, por vezes parcial ou total. Um protetor auricular é usado a bordo do navio para diminuir esse ruído para um valor de decibéis suportável.
- **Cinto de segurança:** a operação de rotina no navio inclui manutenção e pintura de superfícies altas e elevadas, o que requer que os membros da tripulação alcancem a áreas que não são facilmente acessíveis. Para evitar uma queda de tal área acrescida, o cinto de segurança é usado. A argola é presa pelo operador em uma extremidade e amarrada a um ponto forte na outra extremidade.

- Máscara para poeira: trabalhando em ambientes com pouca ventilação, executando serviços de pintura ou limpeza, deve-se usar essa máscara que possui um filtro de carbono que envolve partículas perigosas menores que são prejudiciais para o corpo humano, se inaladas diretamente.
- Terno químico: o uso de produtos químicos a bordo do navio é muito frequente e algumas substâncias químicas são muito perigosas quando entram em contato direto com a pele humana, sendo necessária a utilização de um terno químico, para evitar tais situações.
- Máscara de solda: soldagem é uma operação muito comum a bordo do navio para reparos estruturais. Um soldador deve estar sempre com a máscara de solda para proteger os olhos de entrar em contato direto com os raios ultravioleta das faíscas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia serviu para detalhar alguns tópicos relacionados à profissão dos marítimos, assim como os riscos a que são expostos e meios eficazes de evitar acidentes.

Partindo inicialmente de dados estatísticos, foi mostrado que esses permitem que se tenha uma visão geral da relação entre tipos de embarcações e alguns acidentes, tais como naufrágio, fogo e explosão, abalroamento, colisão e encalhe. Nota-se que, que essa classificação se aplica ao primeiro evento que ocorreu e não leva em consideração as consequências que podem ter acontecido no mesmo acidente.

Através de gráficos, oriundos de estudos realizados entre 1983 e 1993, ficou provado que encalhes e incêndios foram os tipos mais comuns de primeiros eventos. Também foi demonstrado que os acidentes acontecem devido à combinação de diversos fatores, como de fabricação, erro humano, cargas excessivas, etc., sendo o erro humano a principal causa de acidentes, o que tem motivado o desenvolvimento de metodologias que identificam a natureza de tais erros nos acidentes marítimos e guardam esses resultados em um banco de dados para estudos futuros.

Sobre os riscos de o navio vir a pique, foram apontados como causa, além de erros humanos, a falta de estabilidade suficiente ou na sua condição avariada, de grande amplitude de rolamento, que pode até mesmo ser induzido por instabilidade paramétrica, por falha da estrutura sob excesso de carga ou devido à fadiga. Fenômenos como pura perda de estabilidade, deslizamento (surf riding) e excitação paramétrica, podem ocorrer quando os navios estão navegando com o mar pela popa, embora a última também possa ocorrer com ondas que correm diretamente contra o curso do navio.

Com relação aos petroleiros, as principais preocupações são as consequências ao meio ambiente, pelo derramamento de petróleo. Foi mostrado então alguns exemplos de acidentes de grandes proporções que ocorreram nos últimos anos, como o de Torrey Canyon em 1967, e o ocasionado pela Refinaria Duque de Caxias (Reduc), na Baía de Guanabara, no ano de 2000, que levaram à criação de normas de segurança e resoluções que devem ser respeitadas, para que se evite ao máximo que novos acidentes possam ocorrer.

Todo um processo histórico de pesquisas realizadas nos últimos anos levou

ao surgimento da Organização Marítima Internacional (International Maritime Organisation – OMI), que é um órgão que contribui para a padronização da legislação nos vários países envolvidos nas atividades marítimas. Ela tem reconhecido a importância da adoção de procedimentos de avaliação de risco em seu processo de decisão e definiu a Abordagem Formal de Segurança (Formal Safety Approach – FSA), uma metodologia estruturada e sistemática destinada a reforçar a segurança marítima, incluindo a proteção à vida, saúde, meio ambiente marítimo e bens, utilizando a avaliação de risco e custo-benefício.

Atualmente se reconhecem três níveis de risco social: o nível intolerável implica que o risco não pode ser aceito, exceto em circunstâncias extraordinárias; no nível insignificante, o risco tem efeito tão pequeno que nenhuma outra precaução é necessária; já no ALARP, o risco se situa entre os dois estados citados.

Os critérios de aceitação podem ser associados com a importância econômica da atividade em questão, e calibrados com a taxa média de mortalidade por produção econômica da unidade.

Com relação à segurança do indivíduo que trabalha a bordo, foi detalhado os equipamentos de proteção individual, os chamados EPI. Todas as companhias de navegação devem garantir que a sua tripulação siga os procedimentos de segurança pessoal e as regras para toda a operação a bordo de navios, pois a segurança própria e dos colegas de trabalho deve ser a principal prioridade do marinheiro profissional enquanto trabalha a bordo de um navio mercante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICH W. **New formulas for calculating the probability of compartment flooding in the case of the side damage.** Schifftechnik, 1989. 36(2).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cadastro do acidente de trabalho – Procedimento e classificação.** NBR 14280. Fevereiro de 2001.

Disponível em: <

<http://www.alternativorg.com.br/wdframe/index.php?&type=arq&id=MTE2Nw>>.

Acesso em 25 de julho de 2014.

BELENKY V L. **A capsizing probability computation method.** J Ship Res, 1993. 37(3): 200 – 207.

BHATTATHIRI, Nachiketh. **7 Most Common Types of Accidents On Ship's Deck.**

Marine Insight. Agosto de 2014. Disponível em:

<<http://www.marineinsight.com/misc/marine-safety/7-common-types-accidents-ships-deck/>>. Acesso em 02 de agosto de 2014.

BLUME P. **The safety against capsizing in relation to seaway properties in model tests.** Proc STAB'86, Third Int Conf Stability Ships Ocean Vehicles, 1986. I: 83 – 91.

CALHEIROS, Celso. **Vazamento da Chevron no Rio pode ser dez vezes maior do que o declarado.** O Eco. Novembro de 2011. Disponível em:<

<http://www.oeco.org.br/noticias/25445-vazamento-da-chevron-no-rio-pode-ser-dez-vezes-maior-do-que-o-declarado>>. Acesso em: 30 de julho de 2014.

DAHLE E A, MYRHAUG D. **Capsize risk of fishing vessels.** Ship Technol Res 1996. 43: 164 – 171.

HSE. **Reducing risks, protecting people, Discussion document.** Health and Safety Executive: London, 1999.

IKEDA Y; SUZUKI I; UMEDA N. **Risk analysis applied to the capsizing of high-speed craft in beam seas, Proceedings of the Conference on Practical Design and Mobile Units (PRODS-92).** Amsterdam: Elsevier, 1992.

IMO. **Formal Safety Assessment Decision Parameters Including Risk Acceptance Criteria.** MSC 72/16: Norway, 2000.

KANTHARIA, Raunek. **10 Most Common Life-Threatening Accidents On Board Ships**. Marine Insight. Dezembro de 2013. Disponível em: <http://www.marineinsight.com/misc/marine-safety/10-common-life-threatening-accidents-board-ships/>. Acesso em 02 de Agosto de 2014.

KAUSHIK, Mohit. **10 Main Personal Protective Equipment (PPE) Used Onboard Ship**. Marine Insight. Janeiro de 2011. Disponível em: <http://www.marineinsight.com/misc/marine-safety/10-main-personal-protective-equipment-ppe-used-onboard-ship/>. Acesso em: 04 de agosto de 2014.

_____. **10 Types of Personal Injuries Seafarers Must Be Aware Of**. Marine Insight. Maio de 2014. Disponível em: <http://www.marineinsight.com/misc/marine-safety/types-personal-injuries-seafarers-aware/>. Acesso em 04 de Agosto de 2014.

ORTIZ, Fabíola. **Baía de Guanabara: vazamento da Petrobras completa 14 anos**. O Eco. Fevereiro de 2014. Disponível em: <http://www.oeco.org.br/reportagens/28021-baia-de-guanabara-vazamento-da-petrobras-completa-14-anos>. Acesso em: 30 de julho de 2014.

TAGG R D. **Damage survivability of cargo ships**. Trans Soc Naval Architects Mar Engrs, 1982. 90:26 – 40.

TEIXEIRA, A P; SOARES C G. **Risk assessment in maritime transportation**. Elsevier, 2001. 74: 299 - 309

WENDEL K. **Subdivision of ships. Proceedings of the 1968 Diamond Jubilee International Meeting**. Royal Institute of Naval Architects: London, 1968. p. 12.1 - 12.27.

WOLFRAM J. **Risk of capsizing and loss of stability**. In: Guedes Soares C, editor. Risk and reliability in marine technology. Rotterdam: A.A. Balkema, 1998. p. 137 – 148.