

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

CAIO TAVALASK VASCONCELOS CUERCI
MATHEUS DA SILVA SALGADO

OS SISTEMAS DE COMBATE À INCÊNDIO E A IMPORTÂNCIA DE SUAS
APLICAÇÕES NO MEIO MARÍTIMO

RIO DE JANEIRO
2018

CAIO TAVALASK VASCONCELOS CUERCI
MATHEUS DA SILVA SALGADO

**OS SISTEMAS DE COMBATE À INCÊNDIO E SUAS APLICAÇÕES NO MEIO
MARÍTIMO**

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 da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador(a): Professor Marcelo Costa Alves
M.Sc.

RIO DE JANEIRO

2018

CAIO TAVALASK VASCONCELOS CUERCI
MATHEUS DA SILVA SALGADO

**OS SISTEMAS DE COMBATE À INCÊNDIO E A IMPORTÂNCIA DE SUAS
APLICAÇÕES NO MEIO MARÍTIMO**

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 da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador(a): Professor Marcelo Costa Alves M.Sc.

Assinatura do(a) Orientador(a)

Assinatura do(a) aluno(a)

Assinatura do(a) aluno(a)

Dedico este trabalho inicialmente a Deus, pois sem ele não teria forças para essa longa jornada. A minha família, meus amigos e ao meu orientador por todo o suporte.

“O mar não é um obstáculo, é um caminho.”

(Amyr Klynk)

RESUMO

Desde que foi criada, a IMO busca melhorias para o trabalho embarcado de forma a deixá-lo o mais ergonômico possível, e a convenção SOLAS é uma das ferramentas utilizadas para isso. É fato que as leis e as regras, assim como a própria IMO, foram criadas e desenvolvidas através de acidentes e situações negativas, apesar disso, o foco é a segurança das pessoas. E a principal influência da convenção SOLAS é a padronização, que é um elemento fundamental pois garante a eficácia das ações que serão tomadas pelas pessoas e os resultados positivos esperados. No capítulo II da convenção SOLAS podem ser encontradas as padronizações referentes ao sistema de combate a incêndio. E a partir da leitura de um estudo detalhado sobre o sistema de combate a incêndio a bordo e suas aplicações, encontrado neste trabalho, pode-se compreender a importância que esse sistema tem para a segurança da vida humana a bordo.

Palavras-chave: Padronização. Sistema de combate a incêndio. Segurança. Vida humana.

ABSTRACT

Since it was created, IMO seeks improvements to the work on board to make it as ergonomic as possible, and the SOLAS convention is one of the tools used for this. Although laws and regulations, as well as IMO itself, have been created and developed through accidents and negative situations, the focus is the safety of people. And the main influence of the SOLAS convention is the standardization, which is a fundamental element since it guarantees the effectiveness of the actions that will be taken by the people and the expected positive results. In chapter II of the SOLAS convention can be found the standardizations related to the fire fighting system. And from the reading of a detailed study on the on-board fire-fighting system and its applications, found in this work, one can understand the importance that this system has for the safety of human life on board.

Keywords: Standardization, Fire-fighting system. Safety. Human life

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

Figura 1:	O fogo	15
Figura 2:	Tetraedro do fogo	16
Figura 3:	Pontos notáveis de alguns elementos	17
Figura 4:	Incêndio	18
Figura 5:	Locais de maior ocorrência	19
Figura 6:	Espaços a bordo com maior índice de acidente e suas causas	19
Figura 7:	Classe A	21
Figura 8:	Classe B	21
Figura 9:	Classe C	22
Figura 10:	Classe D	22
Figura 11:	Classe K	22
Figura 12:	SOLAS	25
Figura 13:	<i>RMS Titanic</i>	26
Figura 14:	<i>FSS Code</i>	29
Figura 15:	Homens protegidos combatendo incêndio	31
Figura 16:	Superestrutura do navio com a frase “não fume”	36
Figura 17:	Comparação de acidentes	38
Figura 18:	<i>Willian Manby</i>	40
Figura 19:	Halon	42
Figura 20:	Agente com escudo	43
Figura 21:	Agentes extintores	47
Figura 22:	Mangueira de incêndio armazenada	49
Figura 23:	Sistema de espuma	51
Figura 24:	Sistema fixo de Dióxido de Carbono	52
Figura 25:	<i>Sprinkler</i>	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Resumo história da evolução dos agentes extintores	42
Tabela 2:	Resumo dos agentes extintores	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SOLAS	<i>Safety of Life at Sea</i>
CIAGA	Centro de Instrução Almirante Graça Aranha
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
NR	Norma Regulamentadora
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
PASS	<i>Personal Alert Safety System</i>
CO₂	Dióxido de Carbono

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	O FOGO	14
2.1	Tetraedro do fogo	15
2.2	Pontos notáveis da combustão	16
2.3	Incêndio	17
2.3.1	Definição de incêndio	17
2.3.2	Classificação da combustão	20
2.3.2.1	<i>Classificação quanto à reação</i>	20
2.3.2.2	<i>Classificação quanto à proporção de oxigênio</i>	20
2.3.2.3	<i>Classificação quanto aos tipos de materiais combustíveis</i>	21
2.4	Métodos de propagação de incêndio	23
2.5	Métodos de extinção de incêndio	23
2.5.1	Resfriamento	23
2.5.2	Abafamento	24
2.5.3	Quebra da reação em cadeia	24
2.5.4	Isolamento	24
3	CONVENÇÃO SOLAS CAPÍTULO II-2	25
3.1	O surgimento da convenção SOLAS	25
3.2	SOLAS Capítulo II-2	26
3.2.1	Parte A	27
3.2.2	Parte B	27
3.2.3	Parte C	27
3.2.4	Parte D	27
4	<i>FSS CODE</i>	29
4.1	Necessidade de criação do <i>FSS Code</i>	29
4.2	Aplicação do <i>FSS Code</i>	30
4.3	Proteção do pessoal	30
4.4	Dispositivos de respiração para escape em emergência (EEBD)	31

5	PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	32
5.1	A importância da prevenção	32
5.2	Regras do capítulo II-2 da convenção SOLAS	33
5.2.1	Regra 4	33
5.2.1.1	<i>Probabilidade de ignição</i>	33
5.2.1.1.1	Propósito	33
5.2.2	Regra 5	33
5.2.2.1	<i>Potencial de alastramento do incêndio</i>	33
5.2.2.1.1	Propósito	33
5.2.3	Regra 6	35
5.2.3.1	<i>Potencial de geração de fumaça e toxicidade</i>	35
5.3	Prevenção de Acidentes a Bordo de Navios no Mar e nos Portos	36
5.4	Treinamentos	37
6	DETECÇÃO DO INCÊNDIO	39
7	COMBATE AO INCÊNDIO	40
7.1	Evolução histórica dos extintores de incêndio	40
7.2	Agentes extintores	43
7.2.1	Água	44
7.2.2	Vapor	44
7.2.3	Espuma	45
7.2.3.1	<i>Tipos de espuma</i>	45
7.2.4	Gás carbônico	46
7.2.5	Pó químico	47
7.2.6	Pó seco	47
7.3	Os equipamentos de combate a incêndio	48
7.4	Sistemas fixos de combate à incêndio	50
7.4.1	Sistemas utilizados a bordo de navios	50
7.4.1.1	<i>Sistema fixo de espuma</i>	51
7.4.1.2	<i>Sistema fixo de pó químico seco (PQS)</i>	51
7.4.1.3	<i>Sistema fixo de dióxido de carbono</i>	52
7.4.1.4	<i>Sistema fixo de gás inerte (SGI)</i>	53

7.4.1.5	<i>Sistema de borrifo</i>	53
7.4.1.6	<i>Redes de incêndio</i>	53
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

O trabalho embarcado é caracterizado por condições especiais as quais os marítimos são submetidos. O trabalho no mar oferece muitos privilégios, mas também tem potencial de risco suficiente para gerar situações adversas. E é justamente por causa desse potencial, que o período de embarque deve ser encarado com bastante seriedade, como se espera de qualquer profissional, e muita atenção. Todas as situações negativas, comuns entre trabalhadores de qualquer profissão, tem o seu poder prejudicial elevado. O estresse, a desatenção à bordo pode gerar um resultado trágico. E é exatamente por esse risco elevado, que os marítimos são extremamente cobrados no quesito de conhecerem os procedimentos adequados para todas as situações possíveis de ocorrer no navio. E esse conhecimento é adquirido através de treinamentos nos tempos e condições estipuladas para que os profissionais se ambientem com o navio e saibam agir corretamente diante de uma situação de perigo.

O incêndio é uma situação com grandes possibilidades de ocorrência. Em um navio, são muitos os fatores nos quais o fogo pode se desenvolver, e é por isso que o sistema de combate a incêndio do navio é importante, principalmente para a segurança do pessoal a bordo. Estar familiarizado com o funcionamento do sistema, facilita o combate e o controle do fogo.

O estudo do sistema de combate a incêndio é válido para concretizar e visualizar melhor os motivos pelos quais foram desenvolvidos novos métodos de combate a incêndio. E esse trabalho é a materialização da importância desse sistema, e se inicia definindo o fogo e o incêndio, de acordo com alguns estudiosos. Apresenta a criação da convenção SOLAS, e do capítulo direcionado para tratar dos assuntos relacionados a incêndio. E então, conhecendo os elementos que compõe o fogo, e a publicação responsável por padronizar os procedimentos de combate a incêndio, o trabalho se designa a mostrar os métodos de prevenção e combate a incêndio, mostra os materiais e equipamentos que foram e que são utilizados, fornecendo estatísticas e deixando visualmente mais claro a eficácia do uso desses equipamentos.

2 O FOGO

Para abordar o tema deste trabalho faz-se necessário a apresentação resumida de alguns conceitos que irão fundamentar todo o princípio de funcionamento, o motivo de serem criados, utilidade, onde usar e por que usar os sistemas de combate a incêndio. Em decorrência disso, faz-se necessário entender o princípio básico do incêndio: o fogo.

É verdade que o fogo parece ser algo tão simples por ser uma coisa tão natural no cotidiano da sociedade, mas se de fato pararmos pra tentar entender, veremos que podem existir muitas questões que precisam de um tempo para refletir e tentar entender. Por exemplo, quando se pergunta “o que é o fogo?”, “como surgiu o fogo?”, “de onde vem?”, são esses tipos de perguntas que necessitam de um estudo e de uma análise de alguns fatos do passado.

É praticamente impossível afirmar quando o fogo foi descoberto pela humanidade, mas existem algumas teorias de como ele pode ter surgido. De acordo com o site “Azenheb” para se ter fogo era necessário ter a liberação de flogisto¹. Porém, descobriu-se que o oxigênio é o principal elemento para a sua existência. O fogo é, então, de acordo com este site uma reação espontânea ou iniciada por agente energético natural ou intencional. Ela pode ocorrer em ambientes muito secos devido ao aquecimento do local, quando sua temperatura atinge o ponto de ignição. Também pode ser formado através de descargas elétricas provenientes de nuvens Cumulonimbus em alguns corpos, por exemplo, em árvores. Uma vez iniciado o fogo, o vento é um elemento que pode agravar a situação fazendo-o tomar proporções difíceis de serem controladas.

Após a descoberta do fogo, os humanos da época encontraram jeitos de produzir o fogo voluntariamente. Observaram que através de temperaturas elevadas as chamas surgiam, e foi a partir dessa descoberta que surgiram técnicas para produção do fogo. Como por exemplo, o atrito entre dois pedaços de madeira, e outros métodos.

¹ Teoria desenvolvida pelo químico e médico George Ernst Stahl, segundo ele os corpos combustíveis possuíam esse elemento que era liberado durante a combustão. Flogisto é uma palavra grega que significa “inflamável” https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_do_flogisto, 2008.

A utilização do fogo pelo homem mudou o rumo da história. Pois a partir daí o homem pôde se adaptar e passar a exercer novas atividades, por exemplo, cozinhar, se aquecer, fundir materiais, e possibilitou a se adaptar e viver em lugares muito frios.

Além de se aquecer, o homem também passou a usar o fogo para iluminação à noite, e com isso passou a exercer atividades também nesse período noturno. A partir dessa análise histórica, pode-se entender o surgimento do fogo e qual foi a sua utilização nos primórdios. Porém, não é suficiente para ter um total entendimento do fogo. Para isso, é necessária a ajuda da Química.

De acordo com a química, o fogo nada mais é do que um processo químico de transformação, também chamado combustão, de materiais combustíveis e inflamáveis, que, se forem sólidos ou líquidos, serão primeiramente transformados em gases para se combinarem com o comburente (Geralmente o oxigênio), e, ativados por uma fonte de calor e desenvolvendo uma reação em cadeia.

Figura 1: Fogo



Fonte: Wikipedia (2018)

2.1 Tetraedro do fogo

A partir do entendimento e do conhecimento dos elementos do fogo, acreditava-se que o fogo era regido por três vertentes: comburente, calor e combustível. Após observações percebeu-se que um quarto elemento era responsável pela criação do fogo: a reação em cadeia, que são reações que ocorrem durante o fogo e produz a própria energia de ativação e é responsável por manter o fogo até ser retirado um dos reagentes. Surge a partir dessa descoberta a teoria do tetraedro do fogo, que é

denominado como conjunto dos elementos que são base do fogo de fato e sem a presença de um deles, não existe a ocorrência do fogo.

Figura 2: Tetraedro do fogo



Fonte: Researchgate (2018)

De acordo com o professor de Química do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Corrêa os elementos combustível, comburente e calor podem ser entendidos como:

O combustível é o elemento que alimenta o fogo e é o seu campo de propagação. Reage com o comburente liberando calor quando numa temperatura mínima, e vapores inflamáveis.

O comburente é responsável por ativar o fogo, geralmente é o oxigênio. Quanto maior a presença de comburente, maiores são as chamas e o calor.

O calor é o elemento que faz o fogo se propagar pelo combustível.

2.2 Pontos notáveis da combustão

Para se entender a combustão, faz-se necessário o entendimento dos seus pontos notáveis. São eles: Ponto de Fulgor, Ponto de Inflamação e Ponto de ignição. O sindicato de bombeiros no site “sindbombeirosdf.org” disserta sobre os pontos notáveis da combustão e explica-os conforme veremos abaixo.

O Ponto de Fulgor é a menor temperatura em que um corpo libera vapores combustíveis que queimam na presença de um agente ígneo externo e cessa após a retirada do mesmo.

O Ponto de Inflamação é a menor temperatura em que os vapores combustíveis liberados por um corpo queimam na presença de um agente ígneo e não cessam após a retirada do mesmo.

O Ponto de Ignição é a temperatura mínima na qual os vapores combustíveis liberados por um corpo queimam ao entrarem em contato com o oxigênio do ar, sem a necessidade de uma fonte externa de calor.

Figura 3: Pontos notáveis de alguns elementos

Combustível	Ponto		
	Fulgor	Combustão	Ignição
Éter	- 40°C	- 37°C	160°C
Álcool	12,8°C	15,8°C	371°C
Gasolina	- 42,8°C	- 39,8°C	257,2°C
Óleo Lubrif.	168,3°C	171,3°C	417,2°C
QAV	40°C	43°C	238°C

Fonte: Engenharia Safety (2018)

2.3 Incêndio

2.3.1 Definição de incêndio

Além de toda a utilidade percebida pelo homem na descoberta do fogo, ele também pôde presenciar e ver toda a destruição que o fogo é capaz de fazer, as grandes proporções que ele pode tomar. E ficou conhecido como incêndio.

É denominado de uma forma geral que incêndio (do latim *incendĭum*) é o fogo de grandes proporções que destrói aquilo que não estava destinado a ser queimado. Ou seja, o fogo que se perde o controle.

Figura 4: Incêndio

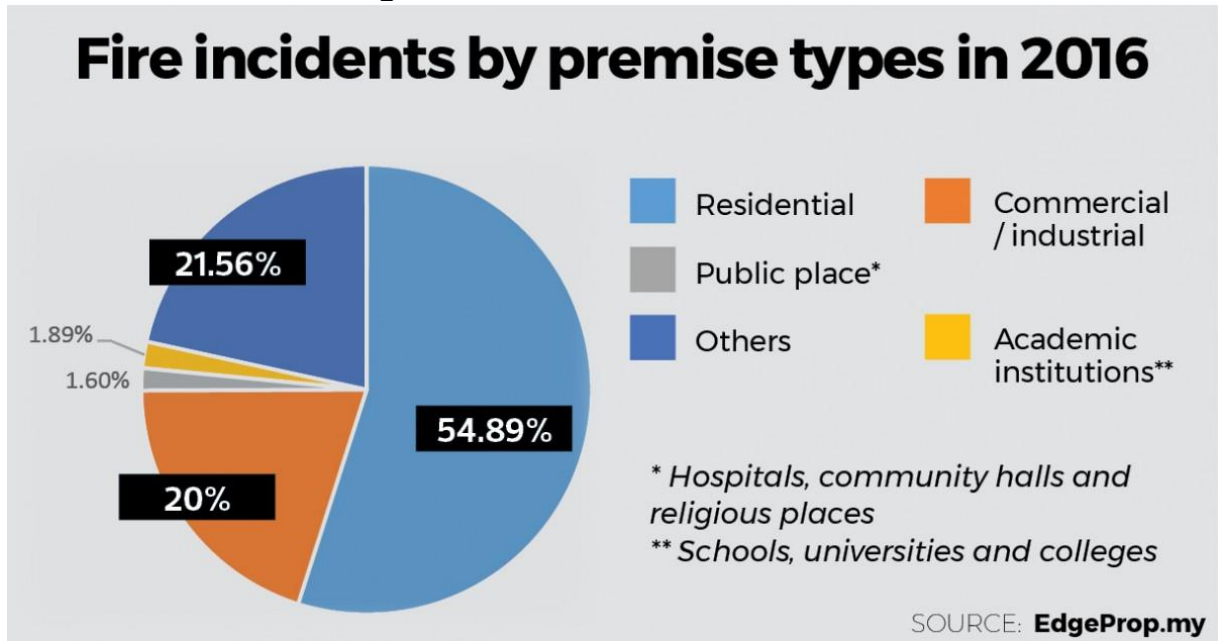
Fonte: O Globo (2018)

E o risco para os seres vivos é muito grande, pois existem outras causas além das queimaduras que podem causar a morte das pessoas. Em casos de incêndio, os seres vivos podem morrer por intoxicação quando inalam a fumaça, outro caso que ocorre bastante é o desabamento de estruturas sobre as pessoas.

Os incêndios podem se originar por diversas formas, e de acordo com o site “bucka.com.br” as principais causas de incêndio são a eletricidade, a chama exposta que é o contato da chama com o material que pode vir a pegar fogo, a faísca próxima a substâncias inflamáveis, atrito, combustão espontânea, gás de cozinha, locais que não isolem os líquidos inflamáveis.

O site norte americano EdgeProp.my fez um levantamento e montou um gráfico com os locais que mais sofreram incêndio, conforme podemos ver abaixo:

Figura 5: Locais de maior ocorrência

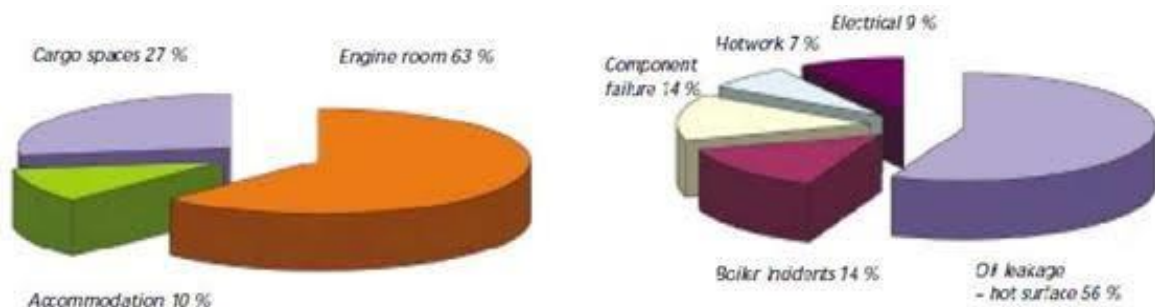


Fonte: Edgeprop.my (2016)

Ao analisar esse gráfico vemos que os locais que mais sofreram algum tipo de incêndio foram as residências, mais até que os presentes nas indústrias comerciais. Vê-se a necessidade de conscientização com relação ao incêndio em locais onde as pessoas viverão. Com 21.56% aparece “outros” e dentro desse grupo podemos citar os incêndios que ocorrem a bordo de navios e relacioná-los com os 54.89% do percentual residencial, visto que o navio é por um tempo a residência das pessoas e um lugar propenso a se ter um incêndio.

A página Qitapandi fez um levantamento das áreas que mais sofreram com incêndio a bordo de embarcações.

Figura 6: Espaços a bordo com maior índice de acidente e suas causas



Fonte: Qitapandi (2018)

Analisando o gráfico da esquerda apresentado acima, vemos que a praça de máquinas é o local mais propenso a se ter um incêndio com 63%, um índice bem superior aos outros, porém previsível devido ao maquinário e as altas temperaturas

presentes em algumas máquinas, bem como a presença de óleo. Os espaços para carga vêm em seguida e por fim as acomodações com 10%.

O gráfico da direita mostra as principais causas geradoras de incêndio e podemos ver que vazamento de óleo sobre superfícies superaquecidas ocupa uma fatia de 56% das causas, seguido de incidentes com cadeira e falha dos componentes, ratificando que a praça de máquinas é a área mais propensa a se ter incêndio.

Em contrapartida, o site “Clube do Arrais” diz que as principais causas de incêndio a bordo de embarcações têm origem na falta do cuidado com o material inflamável, e lista as principais fontes geradoras das chamas, como por exemplo cigarros e fósforos atirados em locais impróprios, acúmulo de gordura nas telas e dutos de extração de cozinha, porão com acúmulo de óleo ou lixo, trapos e óleos embebidos em óleo ou graxa, uso desnecessário de materiais combustíveis, vazamentos de óleos, etc.

No Brasil se tem um documento chamado “Prevenção de Acidentes a Bordo de Navios No Mar e Nos Portos” que explica maneiras de prevenir os acidentes como por exemplo os locais adequados para descartar o cigarro. Veremos o que diz nesse documento mais a frente.

2.3.2 Classificação da combustão

2.3.2.1 Classificação quanto à reação

Pode-se dizer que uma combustão é completa quando a quantidade de oxigênio é suficiente para alimentar a queima e se obtém dióxido de carbono, água em forma de vapor e cinza.

2.3.2.2 Classificação quanto à proporção de Oxigênio

A proporção do oxigênio é importante para saber o aspecto da combustão. Nós temos que de acordo com o Sindicato de Bombeiros Civis do Distrito Federal que:

- Abaixo de 4% de oxigênio não há combustão.
- Na faixa de 4% a 13% ocorre apenas a incandescência.
- Na faixa de 13% a 21% tem-se a combustão na sua plenitude.

2.3.2.3 Classificação quanto aos tipos de materiais combustíveis

O padrão norte-americano de classificação da NFPA (National Fire Protection Association) é adotado no Brasil e está prevista na NR-23 (Norma Regulamentadora 23). Dividem-se as classes em cinco, representadas pelas letras A, B, C, D e K.

Classe “A” – São incêndios em materiais sólidos, como por exemplo papel, algodão, borracha e madeira. Caracterizam-se por deixar resíduos como carvão e cinza.

Figura 7: Classe A



Fonte: Extellpp (2018)

Classe “B” – São incêndios em líquidos, gases inflamáveis ou sólidos que se liquefazem. Os materiais que estão presentes nessa classe são querosene, gasolina, tintas, graxas, parafina, GLP, óleo. A combustão nessa classe não deixa resíduos.

Figura 8: Classe B



Fonte: Extellpp (2018)

Classe “C” – São os incêndios em equipamentos elétricos energizados.

Figura 9: Classe C

Fonte: Extellpp (2018)

Classe “D” – É a classificação dada a metais pirofóricos. Alguns desses metais são lítio, magnésio, urânio, potássio.

Figura 10: Classe D

Fonte: Extellpp (2018)

A última classe a ser criada pelos norte americanos e adotada no Brasil foi a classe “K” que é a classe relacionada a chamas produzidas por óleos e gorduras de cozinha. Ocorrem geralmente em fritadeiras, grelhas e frigideiras.

Figura 11: Classe K

Fonte: Extellpp (2018)

2.4 Métodos de propagação de incêndio

Para entender a proporção que leva um incêndio, podemos analisar como ele se propaga. E de acordo com alguns estudos, um incêndio pode se propagar de 4 maneiras diferentes, levando em consideração o transporte de energia.

As formas de propagação são: condução, convecção, irradiação e projeção.

A propagação de calor por condução consiste na transferência de calor de molécula para molécula através de um corpo. A transferência de calor por convecção se dá através da circulação do calor num fluido. Além desses, se tem a propagação de calor por irradiação que é proveniente das ondas caloríficas que são suportadas por infravermelhos e ondas eletromagnéticas, como as ondas provenientes do Sol, por exemplo. Por último, mas não menos importantes temos a propagação por projeção de partículas inflamadas, que pode acontecer devido a explosões e fagulhas transportadas pelo vento.

2.5 Métodos de extinção de incêndio

Para se extinguir um incêndio é necessário conhecer os métodos com os quais é possível fazer essa operação, para isso faz-se necessário o conhecimento da definição e dos métodos propriamente dito.

Pode-se entender como métodos de extinção de incêndio como sendo os processos seguros e racionais que tem como objetivo a extinção do fogo. Esses métodos levam em consideração a teoria básica do fogo, que só existe o fogo quando se tem combustível, comburente e o calor reagindo em cadeia em proporções ideais. Concluímos então que teremos a interrupção do fogo quando isolarmos um dos elementos do fogo e quando quebramos a reação em cadeia.

E a partir dessa conclusão, pode-se analisar os métodos de extinção mais detalhadamente.

2.5.1 Resfriamento

O primeiro método a se analisar é o resfriamento, que é o método mais utilizado e isso se deve ao instinto humano, pois pela lógica, se tem algo em alta temperatura a primeira coisa que vem a cabeça é diminuir essa temperatura. Esse método

consiste em diminuir a temperatura de ignição do material combustível que está queimando, diminuindo, conseqüentemente, a liberação de gases ou vapores inflamáveis.

2.5.2 Abafamento

Uma outra forma de extinguir um incêndio é pelo método de abafamento. Também é uma outra atitude lógica que as pessoas têm durante a ocorrência de um incêndio. Para abafar o fogo pode-se utilizar diversas coisas como roupas, coberturas, terra, entre outras coisas. A explicação científica para que isso dê certo é que dessa forma o contato do comburente, que geralmente é o oxigênio, com o combustível é impedido ou diminuído até uma certa porcentagem, não havendo mais fogo. Um exemplo desse tipo é quando pegar fogo em uma panela, podemos tampar com uma tampa, bem como colocar copo de boca pra baixo sobre uma vela acesa.

2.5.3 Quebra da reação em cadeia

Existem mais alguns métodos, como por exemplo a quebra da reação em cadeia, que alguns estudiosos chamam de extinção química. A teoria do método implica na introdução de uma substância na reação que irá inibir a combustão. Este método tem como foco agir sobre toda a reação, sem visar um elemento específico.

2.5.4 Isolamento

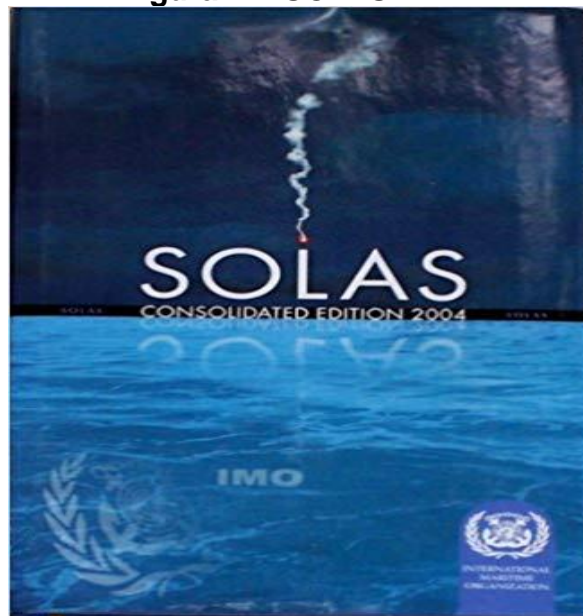
Por último, existe o método da retirada do material ou extinção por isolamento. Nada mais é do que retirar o material combustível da área de propagação do incêndio, tirando a alimentação do mesmo. Alguns dizem que essa é uma forma de extinção, outros dizem que é apenas uma limitação do incêndio, evitando que o incêndio se alastre.

3 CONVENÇÃO SOLAS CAPÍTULO II-2

A convenção SOLAS (*Safety of Life at Sea*) é uma das convenções mais importantes da Organização Marítima Internacional. Essa convenção tem por propósito estabelecer os padrões mínimos para equipamentos de segurança, construção de navios, para emissão de certificados e para as inspeções, bem como os procedimentos de emergência.

As perguntas que surgem são: o por quê da criação da criação da SOLAS? E qual a sua importância para o tema deste trabalho?

Figura 12: SOLAS

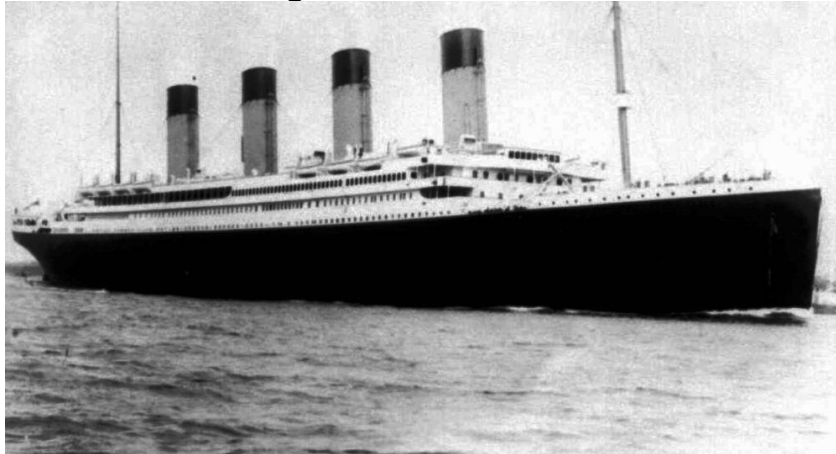


Fonte: *Marine Insight* (2018)

3.1 O surgimento da convenção SOLAS

O fato que motivou a criação da convenção SOLAS, que significa em português Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, foi o mais famoso naufrágio, o do navio de passageiros *RMS Titanic*, em 1912. O navio fazia sua viagem inaugural quando colidiu com um Iceberg, fato que causou um rasgo no casco do navio com conseqüente embarque de água no compartimento. Na ocasião da viagem não existia a quantidade de equipamentos de salvatagem obrigatórios, a falta de equipamentos e embarcações salva-vidas suficientes para que todos os que estavam a bordo do navio conseguissem abandonar a embarcação não era suficiente e, por conseqüente várias pessoas morreram.

Figura 13: RMS Titanic



Fonte: Sputnik News (2018)

Em vista desses fatos foi elaborada e aprovada em 1914 a primeira versão da convenção SOLAS que prescreveu o número de botes salva-vidas e outros equipamentos de emergência, bem como equipamentos e procedimentos de segurança. Porém, essa versão nunca entrou em vigor devido à Primeira Guerra Mundial. A convenção passou por várias versões, para adotar emendas como, por exemplo, em 1928, 1948 e 1965, mas hoje a SOLAS é a que foi profundamente revista em 1974.

3.2 SOLAS capítulo II

A convenção SOLAS é de suma importância para o transporte marítimo e é dividida em doze capítulos. Ela se torna fundamental para este trabalho, pois o capítulo II Parte 2 fala sobre proteção contra incêndio, detecção e extinção de incêndio. O capítulo II-2 possui sete partes (de A a G) e são subdivididas em regras. Elas dissertam sobre:

Parte A – Generalidades

Parte B – Prevenção de incêndio e explosão

Parte C – Supressão de incêndios

Parte D – Escape

Parte E – Requisitos operacionais

Parte F – Projeto e dispositivos alternativos

Parte G – Requisitos especiais

As partes A, B, C e D são importantes de serem ressaltadas nesse trabalho, devido ao conteúdo que elas apresentam.

3.2.1 Parte A

A parte A diz a quais embarcações o capítulo se aplica, os objetivos do capítulo como por exemplo impedir a ocorrência de incêndios, como combater, como prevenir, controlar, escapar e reduzir os riscos.

3.2.2 Parte B

A parte B trata da probabilidade de ignição cuja regra limita a capacidade de ignição dos materiais combustíveis, fala da necessidade de se separar as fontes de ignição dos materiais combustíveis e de meios para controlar vazamentos de líquidos inflamáveis. Esta parte também analisa o potencial de alastramento de incêndio e como restringi-lo em todos os compartimentos do navio. Não obstante aos itens já citados, essa parte também analisa a potencial geração de fumaça e toxicidade, visando assim reduzir os perigos à vida humana devido à fumaça e toxicidade de um incêndio

3.2.3 Parte C

Essa parte versa sobre a supressão do incêndio e é de fundamental importância para este trabalho, ela serve de base para falarmos dos sistemas de combate ao incêndio.

O principal propósito dessa parte é detectar um incêndio, emitir alarmes, permitir o escape e a realização das atividades de combate a incêndio. Ademais, ainda alerta que os sistemas fixos de detecção e alarme de incêndio devem ser adequados ao compartimento e ao potencial de alastramento e de geração de fumaça e toxicidade do incêndio.

3.2.4 Parte D

O objetivo principal desta parte é informar a ocorrência de incêndio aos tripulantes e passageiros e fornecer meios que permitam a evacuação segura. Bem

como que deverá existir um sistema de alarme geral de emergência, sistema de comunicação interna (fonoclama) e rotas seguras de evacuação.

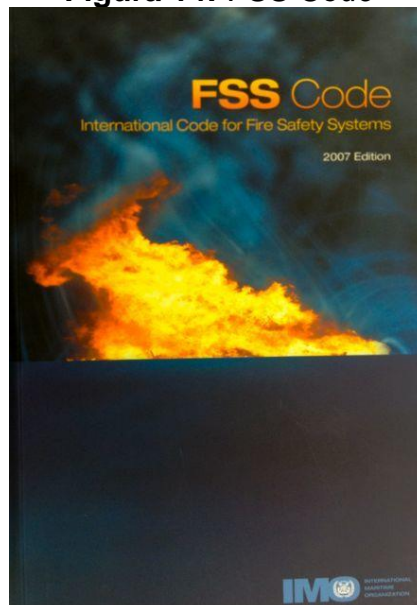
4 FSS CODE

4.1 A necessidade de criação do *FSS Code*

Sabe-se que um dos eventos mais indesejáveis de ocorrência a bordo é o incêndio, para previni-lo é necessário fazer inspeções e manutenções periódicas nos equipamentos de sistema de combate a incêndio, bem como o combate é necessário ter ciência do manuseio e equipamentos necessários para cada classe de incêndio. Visto a importância dos equipamentos que compõem o sistema de combate a incêndio e as inúmeras vidas que foram ceifadas devido a ausência desses ou a falta de padronização, surgiu a necessidade de criação de um código que padronizasse tais equipamentos, a Organização Marítima Internacional criou, então, o Código de Combate à Incêndio (*FSS Code*).

A padronização é de suma importância para facilitar o treinamento e familiarizar o tripulante de como utilizá-lo, reduzindo assim os riscos e acidentes. Ele é aplicável aos sistemas de segurança contra incêndio, como mencionados no Capítulo II-2 da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, de 1974, como emendada.

Figura 14: *FSS Code*



Fonte: Organização Marítima Internacional (2018)

4.2 Aplicação do *FSS Code*

O *FSS Code* é aplicável aos sistemas de segurança contra incêndio de navios com construção em 1º de julho de 2002, ou após essa data.

Porém, poderão ser aprovados sistemas de segurança contra incêndio que não estejam especificados no Código desde que se atendam as exigências da Parte F do Capítulo II-2 da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, o que permite a evolução e descobertas de novas tecnologias que aperfeiçoem os sistemas de contra incêndio.

4.3 Proteção pessoal

O combate ao incêndio é uma ação que requer precaução e conhecimento, e um dos elementos primordiais para a segurança da pessoa designada a extinguir o incêndio ali presente é o adequado conjunto de equipamentos de uso pessoal – aparelho de respiração.

Os equipamentos de uso pessoal são constituídos por uma série de itens, e de acordo com o bombeiro da cidade de São Paulo, Oswaldo, em seu site, são eles:

- Um capacete que proteja contra impactos.
- Botas de material isolante, a fim de não permitir a condução de eletricidade e oferecer riscos a quem a utiliza.
- Roupa confeccionada com material que proteja a pele contra o calor irradiado pelo fogo e contra as queimaduras que o fogo, fumaça ou vapor causam. Sendo ainda resistente à água em sua parte externa.
- Um machado dotado de um cabo dotado de isolamento contra alta tensão.
- Uma lâmpada de mão de tipo aprovado com autonomia de 3 horas. As lanternas utilizadas em locais perigosos e petroleiros deverão ser à prova de explosão.
- Um aparelho de respiração autônomo que utilize ar comprimido com volume de pelo menos 1200 l, ou outro aparelho de respiração autônomo que tenha autonomia de 30 minutos.
- Alerta de homem morto – PASS (*Personal Alert Safety System*) que é um equipamento que emite um sinal sonoro em caso de falta de movimentos da pessoa que irá combater o incêndio.

Além disso deve-se ter balaclava, lanterna, cabo da vida e mosquetão.

Figura 15: Homens protegidos combatendo incêndio



Fonte: Wingscola (2018)

4.4 Dispositivos de respiração para escape em emergência (EEBD)

Muitas pessoas acreditam que o EEBD é utilizado para combater incêndio, adentrar a espaços vazios ou em locais com deficiência de oxigênio. Porém, esse dispositivo de respiração é utilizado somente para escapar de um compartimento que possua atmosfera perigosa. Ele tem capacidade de funcionamento por 10 minutos, no mínimo, e possui capuz para proteger nariz, boca, rosto durante o momento de escape do local. Uma característica interessante do EEBD é que ele possui uma alça para poder levá-lo pendurado pelo pescoço para liberar as mãos para retirar obstruções que possam atrapalhar o caminho. Deve ser fácil de ser vestido, devido a urgência da situação presente.

5 PREVENÇÃO DE INCÊNDIO

5.1 A importância da prevenção

Muito se fala do combate ao incêndio e os procedimentos que são feitos na ocorrência de uma situação dessa. Porém, tão importante quanto combater o incêndio, é preveni-lo. Um princípio de incêndio pode não se tornar algo de proporção maior, e ser devidamente controlado de forma segura por profissionais treinados.

É fato que a ação das pessoas nesses casos tem sido fundamental para que tragédias sejam evitadas. As atitudes das pessoas envolvidas nessas situações são de suma importância, desde a prudência com a qual é necessária agir durante o trabalho, principalmente a bordo, para que não ocorra nada fora do planejado, até a tranquilidade no comportamento e nas ações na presença de uma situação adversa.

É muito comum, principalmente em situações como um incêndio, as pessoas se apavorarem e entrarem em pânico, por isso tem sido cada vez mais o foco das empresas e dos cursos de formação, os ensinamentos de como agir e como se comportar perante essas situações.

No trabalho a bordo, existe um foco maior em algumas áreas mais críticas, onde existe a probabilidade maior de ocorrência de incêndio. Como por exemplo, a cozinha, praça de máquinas, a área onde estão alojadas as cargas, esses lugares merecem um pouco mais de atenção pois o risco é muito grande.

E devido a alguns acontecimentos indesejados na história das embarcações, e através de alguns eventos negativos, a IMO tomou providências e atualizações foram feitas em relação a prevenção de incêndio. E através da convenção SOLAS, no capítulo II, o qual é direcionado para os assuntos relacionados a incêndio, a IMO estabeleceu algumas regras que abrangem medidas preventivas que deverão ser tomadas a bordo, e tratam também de especificidades na construção de algumas partes da embarcação e dos materiais utilizados, para que sejam evitadas situações de incêndio. Para formalizar essas atualizações a SOLAS designou a parte B do capítulo II da SOLAS para tratar dos assuntos de prevenção de incêndio.

5.2 Regras do capítulo II-2 da convenção SOLAS

Conforme citado anteriormente no trabalho, será apresentada a Parte B do Capítulo II-2 da Convenção SOLAS de uma forma mais detalhada para explicação dos conceitos e entendimento da importância desta parte.

5.2.1 Regra 4

5.2.1.1 Probabilidade de ignição

5.2.1.1.1 Propósito

O propósito desta regra é impedir a ignição de materiais combustíveis ou de líquidos inflamáveis. Com este propósito, os seguintes requisitos funcionais deverão ser atendidos:

1. Deverão ser proporcionados meios para controlar os vazamentos de líquidos inflamáveis;
2. Deverão ser proporcionados meios para limitar o acúmulo de vapores inflamáveis;
3. Deverá ser limitada a capacidade de ignição dos materiais combustíveis;
4. Deverão ser restringidas as fontes de ignição;
5. As fontes de ignição deverão ser separadas dos materiais combustíveis e dos líquidos inflamáveis;
6. A atmosfera no interior dos tanques de carga deverá ser mantida fora dos limites explosivos.

5.2.2 Regra 5

5.2.2.1 Potencial de alastramento do incêndio

5.2.2.1.1 Propósito

O propósito desta regra é restringir o potencial de alastramento do incêndio em todos os compartimentos do navio. Com este propósito, os seguintes requisitos funcionais deverão ser atendidos:

- 1 Deverá haver meios de controle do suprimento de ar para o compartimento;
- 2 Deverá haver meios de controle para os líquidos inflamáveis no compartimento;
- 3 Deverá ser restringida a utilização de materiais combustíveis;
- 4 Controle do suprimento de ar e de líquidos inflamáveis para o compartimento;
Meios de controle nos compartimentos de máquinas:
 - Deverá haver meios de controle para a abertura e o fechamento das gaiutas, fechamento das aberturas existentes nas chaminés que normalmente permitem a descarga da ventilação e para o fechamento das tampas da ventilação;
 - Deverá haver meios de controle para parar os ventiladores da ventilação. Os controles existentes para a ventilação elétrica que serve os compartimentos de máquinas deverão estar grupados de modo a que seja possível operá-los de dois locais, um dos quais deverá estar fora daqueles compartimentos. Os meios existentes para parar a ventilação elétrica dos compartimentos de máquinas deverão ser totalmente independentes dos meios existentes para parar a ventilação de outros compartimentos;
 - Deverá haver meios de controle para parar os ventiladores de tiragem forçada e de tiragem induzida, as bombas de transferência de óleo combustível, as bombas de óleo combustível, as bombas de serviço de óleo lubrificante, as bombas térmicas de circulação de óleo e os separadores de óleo (purificadores). Os parágrafos 2.2.4 e 2.2.5, entretanto, não precisam ser aplicados aos separadores de óleo e água;
 - Os controles exigidos nos parágrafos 2.2.1 a 2.2.3 e na Regra 4.2.2.3.4;
 - Deverão estar localizados fora do compartimento envolvido, de modo que não fiquem isolados em caso de incêndio no compartimento a que servem;
 - Nos navios de passageiros, os controles exigidos nos parágrafos 2.2.1 a 2.2.4 e nas Regras 8.3.3 e 9.5.2.3, e os controles de qualquer sistema de extinção de incêndio exigido, deverão estar localizados em um único local de controle, ou estar grupados no menor número possível de locais, de um modo que seja aceitável para a Administração. Estes locais deverão ter um fácil acesso proveniente do convés aberto;
- 5 Materiais de proteção contra incêndio;
 - 5.1 Utilização de materiais não combustíveis;

5.1.1 Materiais isolantes;

Os materiais isolantes deverão ser não combustíveis, exceto nos compartimentos de carga, no compartimento de malas postais, nos compartimentos de bagagem e nos compartimentos de serviço refrigerados. As barreiras de vapor e os adesivos utilizados juntamente com o isolamento, bem como o isolamento dos acessórios das redes para sistemas que trabalham a frio, não precisam ser de materiais não combustíveis, mas a sua quantidade deverá ser mantida a mínima possível e as suas superfícies expostas deverão ter características de baixa propagação de chamas.

5.2.3 Regra 6

5.2.3.1 Potencial de geração de fumaça e toxicidade

1 Propósito

O propósito desta regra é reduzir os perigos à vida humana decorrentes da fumaça e dos produtos tóxicos gerados durante um incêndio em compartimentos em que normalmente trabalham ou vivem pessoas. Com este propósito, deverá ser limitada a quantidade de fumaça e de produtos tóxicos liberados por materiais combustíveis, inclusive por acabamentos de superfícies, durante um incêndio.

2.1 Tintas, vernizes e outros acabamentos

As tintas, vernizes e outros acabamentos utilizados em superfícies interiores expostas não deverão ser capazes de produzir quantidades excessivas de fumaça e de produtos tóxicos, sendo isto determinado de acordo com o Código de Procedimentos de Testes de Incêndio.

2.2 Em navios de passageiros construídos em 1º de Julho de 2008 ou depois, as tintas, vernizes e outros materiais para pintura de acabamento utilizados em superfícies expostas de varandas de camarotes, exceto sistemas de revestimento com madeira de lei natural, não deverão ser capazes de produzir quantidades excessivas de fumaça e de produtos tóxicos, sendo isto determinado de acordo com o Código Internacional para o Uso de Procedimentos de Testes de Incêndio.

3.1 Revestimento base dos conveses

Os revestimentos bases, se empregados em compartimentos habitáveis e de serviço e nas estações de controle, deverão ser de material aprovado que não dê origem a fumaça ou a produtos tóxicos, nem que apresentem risco de explosão em temperaturas elevadas, sendo isto determinado de acordo com o Código de Procedimentos de Testes de Incêndio.

3.2 Em navios de passageiros construídos em 1º de Julho de 2008 ou depois, as coberturas primárias do convés de varandas de camarotes não deverão dar origem, em temperaturas elevadas, a perigos causados por fumaça, tóxicos ou explosivos, sendo isto determinado de acordo com o Código Internacional para o Uso de Procedimentos de Testes de Incêndio.

5.3 Prevenção de Acidentes a Bordo de Navios no Mar e nos Portos

No Brasil o código de práticas da Organização Internacional do Trabalho (OIT) com relação a prevenção de acidentes a bordo de embarcações está disposto na obra Prevenção de Acidentes a Bordo de Navios No Mar E Nos Portos publicada pelo Ministério do Trabalho e Emprego em 2005. Conforme citamos anteriormente, há algumas regras referentes a prevenção com relação à incêndio nessa publicação. Iremos comentar sobre elas.

Vimos que uma das principais causas de incêndio a bordo é o cigarro, e de acordo com esse documento o tabaco só poderá ser consumido em locais liberados, sendo obrigatório a apresentação de áreas que se pode fumar e as que não se pode fumar em locais de grande visibilidade e de destaque. Geralmente se pinta na superestrutura. Além disso, deve haver cinzeiros e locais para o descarte adequado nesses locais onde é permitido o consumo do tabaco.

Figura 16: Superestrutura do navio com a frase “não fume”



Fonte: Alamy (2018)

Outra causa possível de incêndio são os equipamentos elétricos e de acordo com essa publicação somente pessoas autorizadas deverão manipular esses equipamentos, bem como deve-se avisar imediatamente em caso de alguma falha. Deve-se tomar cuidado com sobrecarga e curtos circuitos e há regras para usos de aparelhos elétricos portáteis.

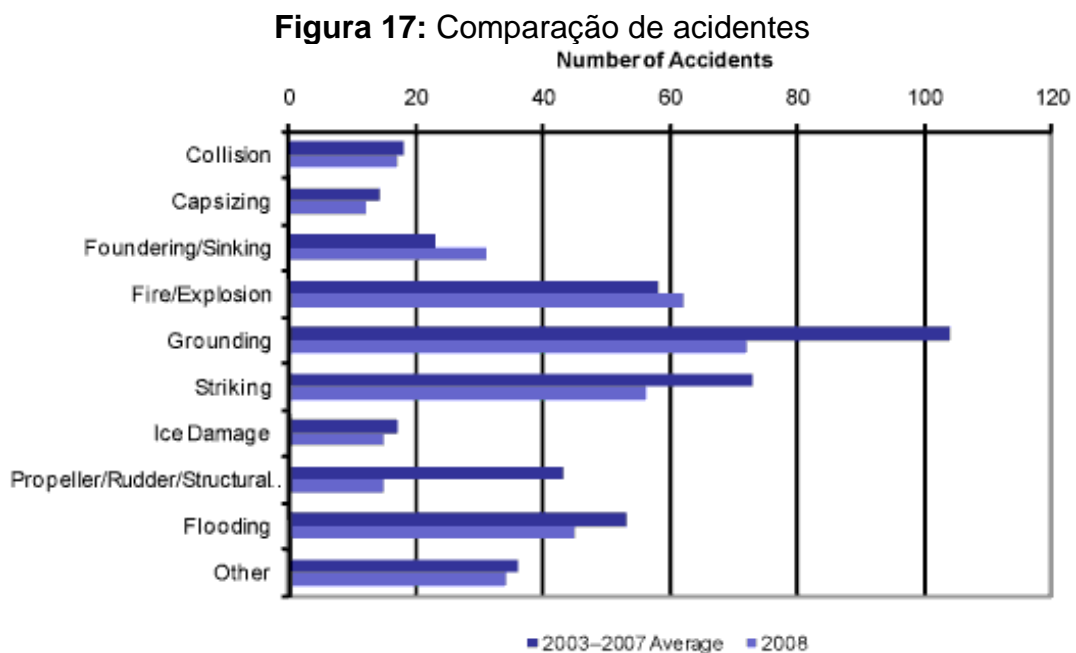
A bordo das embarcações deve-se ter cuidado com roupas, trapos e restos de lixo que estejam encharcadas de tinta ou óleo, devem ser descartados em locais próprios. E, por fim, mas não menos importante se tem regras para a cozinha que é uma das áreas propícias a se ter incêndio. Na cozinha se deve ter meios de extinguir as chamas como mantas antichamas e extintores, não se deve utilizar água para combater fogo causado por óleo quente.

5.4 Treinamentos

Uma das formas de prevenir incêndio a bordo das embarcações é por meio de treinamentos, que visam fazer com que o tripulante não deixe o incêndio se propagar e que esteja preparado em caso de acontecimento. Ainda de acordo com o documento acima, os tripulantes deverão se familiarizar com os equipamentos de combate ao incêndio e sua localização imediatamente após o embarque. Devem ocorrer, quando factível, exercícios de combate ao incêndio que devem ser os mais realistas possíveis. É importante que se tenha treinamentos programados e repentinos, para testar a familiarização da tripulação com relação às suas funções e equipamentos, e no caso de treinamentos surpresas, analisar o comportamento psicológico daqueles trabalhadores. O documento também diz que o treinamento deve ser feito

considerando uma parte do navio sofrendo de incêndio e os locais devem incluir: praça de máquinas, porões, alojamentos, cozinhas, tanques, etc. Assim que usado os equipamentos, estes deverão ser imediatamente reabastecidos.

Mas, com todo esse conhecimento, é de se imaginar que não se tenha mais incêndio, certo? Errado. A agência canadense *Transportation Safety Board of Canada* realizou uma pesquisa sobre acidentes a bordo de embarcações entre os anos 2003 até 2008 e chegou a conclusão que incêndio e explosão ocuparam a terceira posição no ranking das causas dos acidentes a bordo, como podemos ver abaixo.



Fonte: *Transportation Safety Board of Canada* (2018)

E muitas pessoas possuem o pensamento errôneo que atualmente quase não se tem mais casos de incêndio a bordo de embarcações. Porém, uma pesquisa feita pela *International Maritime Rescue* constatou que no período de 2004 a 2014, houve um aumento significativo no número de incêndios a bordo em navios de carga geral, navios *Roll On Roll Off* e navios de cruzeiro, bem como embarcações que transportam veículos e passageiros concomitantemente.

Muito dos acidentes que se tem a bordo provém do desprezo e falta de treinamento adequado e cumpridos à risca. De acordo com relatos de marítimos embarcados, os treinamentos nem sempre são feitos conforme exigidos, o que comprova essa tese de descaso em relação a um assunto tão importante que envolve vidas e patrimônios. Mas, em caso de ocorrência de incêndio, como podemos identificá-lo e como podemos combater? As próximas sessões desse trabalho responderão com firmeza essas perguntas.

6 DETECÇÃO DO INCÊNDIO

A partir do momento em que ocorreram as primeiras tragédias relacionadas ao fogo, ao incêndio, o homem entendeu que era preciso encontrar uma forma de evitar que o fogo causasse esses estragos. Então formas de combater e cessar o fogo surgiram. Porém, muita das vezes não se sabia o motivo e o local de origem do incêndio, e a ausência dessas informações dificultava a ação de combate propriamente dita. Pensando nisso, junto com a evolução e a descoberta de formas de combater o fogo, surgiu a ideia de detecção do mesmo.

E a ideia de detecção do fogo evoluiu a forma de combate a incêndio de uma maneira muito significativa, principalmente em estruturas como o navio, onde existem vários compartimentos, e numa situação de incêndio pode-se não encontrar facilmente o foco do fogo, por causa da grande quantidade de fumaça que se alastra. Com o sistema de detecção e toda tecnologia aplicada é fácil descobrir a origem do fogo o que facilita muito o controle do mesmo. E a evolução desses sistemas produziram uma melhora não apenas no combate propriamente dito, mas também ajudaram na segurança do pessoal. Com um sistema de detecção de incêndio é possível transmitir sinais de alarme e avisar as pessoas que tem um princípio de incêndio naquele local. Com isso, a evacuação das pessoas presentes poderá ser feita antes que o fogo se alastre. E com toda a otimização acrescentada no combate a incêndio pela tecnologia da detecção, a IMO viu-se na necessidade de criar algumas regras para os sistemas de detecção e alarme, aumentando a segurança para o pessoal a bordo.

7 COMBATE AO INCÊNDIO

7.1 Evolução histórica dos extintores de incêndio

Quando se pensa em combater o fogo, provavelmente o primeiro dispositivo que se imagina é o extintor de incêndio. Ao longo da História houve várias mudanças nos materiais usados nos extintores devido a vários fatores e por avanço tecnológico para aperfeiçoar de forma a tornar mais eficiente o equipamento e a extinção do fogo.

O nome do primeiro inventor do extintor de incêndio foi *William Manby*, em 1813. Este extintor era constituído por um recipiente de cobre de três galões (13,6L) e que possuía no interior Carbonato de Potássio.

Figura 18: *William Manby*



Fonte: Wikimedia (2018)

Em 1866, o francês *François Carlier* foi o inventor do extintor de soda-ácido, que usava o princípio de pressão para liberar o material. Este material é composto de um ácido tartárico dentro de uma ampola de vidro, que quando rompida caía em uma solução de bicarbonato de sódio e solução de água.

O extintor à base de bicarbonato de sódio e ácido sulfúrico foi patenteado nos Estados Unidos pelo norte americano *Almon M. Granger*, quinze anos depois de ser inventado o extintor de soda-ácido.

Após ser inventado o extintor de soda-ácido, o russo Aleksandr Loran utilizou o sistema similar ao já inventado para criar um novo extintor, no ano de 1904. Ele trocou apenas as substâncias, colocando o sulfato de alumínio na ampola interna e o bicarbonato de sódio na água. A espuma era expelida em forma de jato devido a uma reação destas substâncias. Além da espuma esse extintor formava dióxido de carbono.

A partir de 1910 surgiram os primeiros extintores que possuíam agentes líquidos vaporizantes. O primeiro era de tetracloreto de carbono e era bastante eficiente no combate ao incêndio, porém liberava vapores tóxicos que ao entrarem em contato com as chamas oriundas do fogo geravam cloreto de hidrogênio e fosgênio, ambos tóxicos. Por muito tempo se usaria esse tipo de extintor por ser eficiente e o desconhecimento dos vapores tóxicos, só foi substituído nos anos 50.

O termo líquido vaporizante só foi inserido oficialmente no mercado após a Segunda Guerra Mundial com o surgimento do clorobrometano líquido na Alemanha, que foi muito utilizado até meados dos anos 60 quando sua fabricação foi proibida, pois seus produtos liberavam vapores e sua combustão era altamente tóxica e oferecia risco à vida das pessoas que entravam em contato com tais substâncias em espaços confinados.

Em 1924 foi inventado um dos tipos de extintores mais famosos: o de dióxido de carbono. Este extintor era fabricado possuía uma válvula e uma mangueira e um cilindro de metal que continha 3,4 kg do agente. Esse tipo de extintor é largamente usado ainda nos dias atuais para incêndios nas classes B e C, como veremos mais à frente.

Quatro anos após a invenção do extintor de dióxido de carbono foi patenteado o extintor químico seco, o qual utilizava bicarbonato de sódio e era leve e resistente. Ele caracteriza-se por ter sido o primeiro agente extintor disponível para incêndios em larga escala originados por líquidos e gases. A partir de 1950 passou a ter também uso residencial.

O halon era um agente extintor muito usado na Europa desde os anos 50 e atuavam inibindo a propagação do fogo. Era constituído de compostos químicos formados por elementos halogênicos (iodo, bromo, cloro e flúor), porém foi proibido por ser nocivo à camada de ozônio. Os mais utilizados eram os Halon 1211 e Halon 1301.

Figura 19: Halon



Fonte: Bucka (2018)

Tabela 1: Resumo evolução dos agentes extintores

ANO	COMPOSIÇÃO	CRIADOR
1813	Carbonato de Potássio	William Manby
1866	Ácido tartárico, Bicarbonato de Sódio, Água	François Carlier
1881	Bicarbonato de Sódio e Ácido Sulfúrico	Almon M. Granger
1904	Sulfato de Alumínio e Bicarbonato de Sódio	Aleksandr Loran
1910	Tetracloroeto de Carbono	/
1924	Dióxido de Carbono	/
1928	Bicarbonato de Sódio (extintor químico seco)	/
1950	Clorobrometano Líquido	/
1950	Iodo, Bromo, Cloro e Flúor	/

Fonte: Próprio Autor (2018)

Visto isso, foi então apresentado uma resumida e breve história da evolução desses agentes extintores e mesmo com toda essa evolução a busca por inovação continua. Os designers *June Young Kim* e *Ji Min Lee* estão desprendendo esforços na criação de um projeto que visa proteger a pessoa que está combatendo o incêndio, é um escudo protetor à frente do agente extintor.

Figura 20: Agente com escudo



Fonte: Diário de um bombeiro civil (2018)

7.2 Agentes extintores

Ao se deparar com um incêndio, o principal objetivo de quem vai combatê-lo é extingui-lo. Para isso deve-se fazer um dos métodos de extinção de incêndio conforme apresentado anteriormente nesse trabalho, visando abafar ou resfriar o foco. Para isso usa-se os agentes extintores, que é tudo aquilo que se usa visando combater o fogo, desde um pano de prato sobre uma panela até o mais moderno produto criado para esta finalidade.

A bordo se tem o uso de alguns agentes definidos como pó químico, pó seco, água, espuma, gás carbônico, vapor e sistemas fixos de combate a incêndio.

7.2.1 Água

O mais utilizado e mais antigo agente extintor conhecido para combater um incêndio é a água. Ela pode ser usada sob três formas de acordo com a finalidade: jato, neblina de alta velocidade e neblina de baixa velocidade.

Quando há a necessidade de encharcar o material e atuar diretamente no interior do foco do fogo para sua extinção total, como, incêndio da classe “A”, usa-se o jato. Esta forma permite com que a água atinja o material com violência devido à alta pressão.

Quando há a necessidade de resfriar um compartimento ou um corpo em chamas utiliza-se a forma de neblina, que é o borrifamento da água por meio de pulverizadores. A neblina por aumentar de forma considerável o contato da água com o corpo incendiado permite que a temperatura reduza rapidamente. São muito eficientes em incêndios classe “B” e são usadas em classe “A” para reduzir as chamas superficiais e aproximar o foco do incêndio de quem está combatendo.

Não se deve utilizar a água para combater incêndios classe “C”, pois a mesma, principalmente água salgada, é condutora de eletricidade e ofereceria riscos a pessoa que estiver na operação. Porém, se não houver um agente extintor adequado no local, usa-se a neblina de alta velocidade para combater, pois corre um risco menor de choque elétrico sob essa forma. A água extingue o fogo principalmente por resfriamento do corpo, trazendo a temperatura para abaixo da temperatura de ignição e por abafamento pelo vapor que se forma no local. Em incêndios classe “B” não se deve usar jato d’água, pois podem aumentar a proporção do incêndio.

7.2.2 Vapor

Muitas das vezes é preferível o uso do vapor ao da água como agente extintor, por não causar prejuízo ao corpo e atingir todos os pontos do material em chamas. A bordo de navios é amplamente usado nos porões, os quais existem dispositivos que inundam os compartimentos incendiados ou atingidos com o vapor produzido pelas caldeiras. São utilizados para incêndios classe “B”.

Ao se utilizar vapor a bordo de embarcações para se combater o incêndio deve-se isolar o compartimento em que foi utilizado, esperando que a temperatura abaixe e fique a um nível inferior ao do ponto de ignição do combustível, tendo cuidado para

não permitir a entrar a entrada de ar no ambiente e ter as chamas reativadas, fenômeno conhecido como *backdraft*. Outro aspecto importante a se analisar é o possível rompimento de uma antepara devido ao aumento de pressão ocasionado pelo alagamento com o vapor. Se o compartimento for totalmente estanque é necessário descompressão por meio de válvulas.

7.2.3 Espuma

É o agente extintor utilizado para extinguir as chamas por abafamento. É, na verdade, um agregado de bolhas de gás que possuem densidade menor do que o mais leve dos líquidos inflamáveis, flutuando por cima deste e o abafando, evitando assim o contato do combustível com o comburente e cessando a vaporização do líquido inflamável.

7.2.3.1 Tipos de espuma

Existem dois tipos de espuma para combate ao incêndio, são elas: espuma química e espuma mecânica.

- Espuma mecânica – é formada por meios mecânicos completados por turbulência física, em que o ar se incorpora à água que contém um elemento formador de espuma. Essa mistura pode ser tanto fluida e fina quanto espessa e viscosa. O grau de mistura pode produzir ou espuma fina ou bolhas de tamanhos diferentes com pouca duração e proporciona alta razão de decomposição para o líquido.

- Espuma química – é formada por mistura química, geralmente sulfato de alumínio com bicarbonato de sódio, contendo um agente formador de espuma e estabilizador. Tem boa resistência ao escoamento da superfície devido sua consistência sólida, a espuma cheia de bolhas de dióxido de carbono.

Os líquidos geradores de espuma podem ser classificados em duas categorias: tipo proteínico ou sintético.

O tipo proteínico pode ser encontrado em duas concentrações, são elas:

- A 6% - que se tem proporção de 6% de líquido para 94% de água;
- A 3% - proporção de 3% de líquido e 97% de água.

O tipo sintético é capaz de formação rápida de espuma em equipamentos adequados. São usados com água, na proporção de 2 a 6% em volume, dependendo do fabricante e utilização, produzem espumas de alta expansão.

A espuma possui restrições de uso para combater incêndios da classe “C” por ser boa condutora de eletricidade e também não é utilizável para classe “D”.

7.2.4 Gás Carbônico

Os extintores de incêndio com carga de gás carbônico são de dois tipos (portáteis e carretas) e possuem exigências, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para receber tal classificação. São essas exigências:

São considerados extintores portáteis aqueles que possuem de 1 a 7 quilos de gás carbônico.

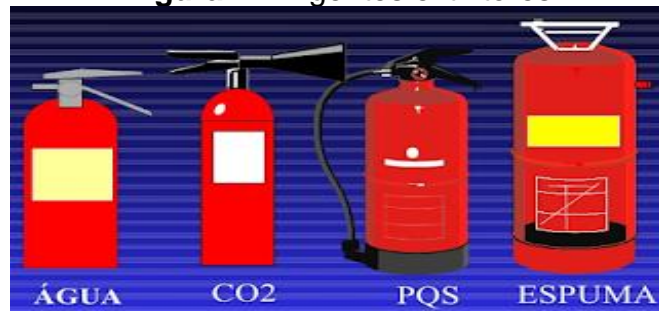
Quando com carga maior que 7 quilos, estes deverão ser montados sobre rodas e possuir maior comprimento de mangote.

Como o próprio nome do extintor já diz, o elemento básico deste agente é o gás carbônico, sendo assim ele é pobre em oxigênio e seu princípio de extinção é por abafamento. Além disso é um gás inerte, por conseguinte não alimenta a combustão.

É apropriado para incêndios da classe “C”, pois esse tipo de substância não tem boa condução de eletricidade. Ao ser utilizado esse tipo de agente extintor, a pessoa deverá tomar cuidado com as consequências de seu uso em espaços confinados, pois poderá sofrer de asfixia se não tomadas as devidas precauções, pelo gás ser inerte e reduzir a taxa de oxigênio no local, bem como com queimaduras na pele oriundas de uma neve carbônica ao se ter redução na temperatura por descompressão.

Este tipo de agente pode também ser utilizado em incêndios classe “A” e classe “B”. Em incêndios classe “A” deve-se usar água após as chamas serem debeladas e em incêndios classe “B” não é tão eficiente quanto o pó seco por ser gasoso.

Este agente extintor de incêndios tem limitação envolvendo substâncias que contém seu próprio suprimento de oxigênio, incêndios envolvendo metais reativos, estes metais decompõem o dióxido de carbono.

Figura 21: Agentes extintores

Fonte: Swambiental (2018)

7.2.5 Pó químico

Esses extintores utilizam bicarbonato de sódio ou bicarbonato de potássio, ambos tratados com um estearato para torna-lo seco e facilitar a saída dos aparelhos.

São recomendados para as classes “A”, “B” e “C”, sendo proibidos de utilizar na classe “D”.

O princípio de extinção do fogo é por abafamento com o pó cobrindo o fogo, o agente indicado para este tipo é o Nitrogênio e em ambientes fechados deve-se tomar cuidado para não ocorrer acidentes em decorrência de o pó reduzir a visibilidade.

A descarga deste tipo de extintor de incêndio com ampola de gás carbônico é controlada por uma válvula de fechamento na extremidade da mangueira.

7.2.6 Pó seco

O pó que mais se utiliza é o MET-L-X e esse tipo de agente extintor é indicado para classe “D”. O pó forma uma camada sólida impedindo um contato do oxigênio com as chamas, extinguindo assim o fogo por abafamento. Abaixo podemos ver uma tabela com o resumo do que vimos acima.

Tabela 2: Resumo agentes extintores

Classes de Fogo		Agentes Extintores							Forma de Ação	Observação
Identificação	Material Combustível	Água	Espumas AFFF AFFF/ARC	Pó Químico [KHCO ₃]	A, B, C	CO ₂	Pó seco NaCl			
A	Papéis, madeiras, cartões, têxteis, recicláveis, etc.	✓	✗	✓	✓	✗	✓	Resfriamento, interrupção da reação em cadeia e abafamento		
B	Nafta, gasolina, tintas, óleos e líquidos inflamáveis Butano, propano e outros gases.	✗	✓	✓	✓	✓	✓	Interrupção da reação em cadeia e abafamento	Não usar água em jatos. Usar apenas neblina.	
C	Equipamentos e instalações elétricas energizadas.	✗	✗	✓	✓	✓	✓	Interrupção da reação em cadeia e abafamento	Não usar água nem espuma. (são condutores de eletricidade)	
D	Metais combustíveis, magnésio, sódio, etc.	✗	✗	✓	✗	✗	✓	Absorção de calor e abafamento.	Não usar extintor comum. Selecionar o extintor adequado para cada metal.	
E	Material radioativo ou químico em instalação médica clínica radiológica indústria química.	Em função dos materiais químicos ou radioativos envolvidos no incêndio, pode revelar-se mais urgente a proteção desses materiais do que a luta contra a propagação do fogo a outro edifício de riscos não químicos / nucleares.					Sempre que possível, deve-se utilizar o pó químico ou o CO ₂ como agentes extintores ao invés da água ou da espuma. O uso de água pode aumentar a extensão da contaminação de superfície.			
K	Indicado para materiais gordurosos usados em cozinhas. (Óleo, banha, etc.).	✗	✗	✓	✗	✗	✓			

Fonte: Swambiental (2018)

7.3 Os equipamentos de combate a incêndio

Quando os extintores de incêndio acima não são suficientes para extinguir o fogo a bordo do navio, o tripulante deverá utilizar as redes de combate a incêndio que distribui água para as tomadas de incêndio e permite a extinção do fogo através de tais tomadas.

A água usada para pôr fim às chamas é a água salgada, por ser boa condutora de eletricidade deve-se tomar cuidado ao usá-la. O sistema de combate a incêndio de bordo é composto por bombas de incêndio, caixas de captação da água do mar, hidrantes e postos de incêndio. Esses postos de incêndio deverão possuir equipamentos especiais como mangueiras e esguichos. Em casos de alarme de incêndio a bordo, os tripulantes deverão se dirigir ao posto de incêndio e exercer a função designada a ele pela tabela mestra. Esta tabela possui informações sobre quais funções o tripulante deverá exercer e para onde ele terá de ir.

Ao analisarmos esses sistemas urge a necessidade de explicarmos algumas exigências para os equipamentos de combate à incêndio dos navios de acordo com o capítulo II-2 Parte C da convenção SOLAS. Citaremos algumas delas abaixo.

As mangueiras de incêndio não poderão ser feitas de materiais perecíveis e deverão ser aprovados pela Administração, ademais aos materiais o seu tamanho deverá ser suficiente para alcançar qualquer compartimento em que possam ser utilizadas, sendo de no mínimo 10m e não superior a 15m nos compartimentos das máquinas, 20m em outros compartimentos e conveses abertos e 25m para os conveses abertos dos navios que possuam boca máxima superior a 30m. As mangueiras de incêndio devem estar sempre em local visível e próximas das tomadas de incêndio ou das conexões de rede de água. As mangueiras deverão ter guinchos e acoplamentos. Em navios de passageiros que transportem mais de 36 pessoas elas deverão ser conectadas às tomadas de incêndio.

Figura 22: Mangueira de incêndio armazenada



Download from
Dreamstime.com
This representation cannot be used for promotional purposes only.

ID: 27621858
Igor Sokolov | Dreamstime.com

Fonte: Dreamstime (2018)

O número de mangueiras de incêndio a bordo de navios com arqueação bruta de 1000 ou superior não deverá ser menor que cinco, e deverá ter uma para cada 30m de comprimento da embarcação e mais uma sobressalente.

Navios que transportem cargas perigosas deverão ser dotados de três mangueiras e três esguichos, além dos já exigidos acima. Já os navios com arqueação bruta inferior a 1000 toneladas deverão possuir obrigatoriamente no mínimo três mangueiras de incêndio.

A particularidade do número de mangueiras de incêndio em navios de passageiros é de que eles deverão ser dotados de, no mínimo, uma mangueira de

incêndio para cada tomada de incêndio e deverão ser usadas exclusivamente para extinguir o incêndio ou testar os equipamentos destinados a essa finalidade.

7.4 Sistemas fixos de incêndio

Conforme visto anteriormente no corpo desta monografia, um dos métodos de combater o incêndio é por meio de sistemas fixos de combate à incêndio. Uma das vantagens desses sistemas é o acionamento automático, e seu funcionamento é simples, porém devem possuir detectores de incêndio precisos, de forma a processar a informação de maneira correta e não gerar alarmes falsos, para isso faz-se necessário novamente as inspeções e manutenções nestes equipamentos. Outro fator importante para se atentar é com relação aos sistemas fixos de combate à incêndio que utilizam gás inerte, como por exemplo o sistema fixo de dióxido de carbono, para que nenhuma pessoa esteja no compartimento quando este for acionado a fim de evitar uma possível asfixia devido a porcentagem de oxigênio presente no local que poderá leva-lo a morte.

O sistema fixo de combate à incêndio é definido como uma instalação permanente de proteção contra incêndio. Os elementos básicos desses sistemas é um depósito para armazenar o agente extintor, uma canalização que permita uma rápida e eficiente distribuição deste agente e dispositivos de descarga.

7.4.1 Sistemas utilizados a bordo de navios

A bordo de navios esses sistemas são instalados e utilizados quando necessário, visa a extinção rápida do fogo que poderá causar destruição se não controlado e até ceifar vidas. Abaixo serão listados alguns dos sistemas que são comumente usados a bordo de embarcações. São esses sistemas:

Sistema fixo de espuma, sistema fixo de pó seco, sistema fixo de dióxido de carbono, sistema fixo de gás inerte, redes de incêndio, sistema de borrião.

7.4.1.1 Sistema fixo de espuma

Este tipo de sistema é utilizado em locais que possuem risco elevado de incêndio classe “B”, portanto extingue o incêndio por abafamento. São comumente chamados de estação geradora de espuma.

Figura 23: Sistema de espuma



Fonte: Bucka (2018)

A convenção SOLAS capítulo II-2 em sua parte “A” exige que navios-tanque que transportem derivados de petróleo com ponto de fulgor superior a 60°C deverão ser dotados de sistema de espuma fixo no convés que satisfaça as disposições do FSS Code.

Os componentes desse tipo de sistema são: tanque contendo líquido gerador de espuma, bomba de recalque ou booster, misturador, dosificador, admissão de ar, aplicadores de espuma e canalização de espuma.

7.4.1.2 Sistema fixo de Pó Químico Seco (PQS)

Também são utilizados para extinguir fogo de incêndios classe “B” e o faz por meio de abafamento e por interrupção da reação em cadeia utilizando grande quantidade de pó químico.

Os componentes deste sistema são: depósito de PQS, filtro que permite a entrada do gás inerte, gás inerte, agente propelente e mecanismo de descarga.

7.4.1.3 Sistema fixo de Dióxido de Carbono (CO₂)

Esses sistemas visam reduzir o teor de oxigênio presente no local através do dióxido de carbono e também extingue o fogo por abafamento. A bordo do navio ele é usado quando se considera o incêndio fora de controle por parte da tripulação.

Tal sistema subdivide-se em dois tipos principais: por inundação local do compartimento que visa proteger uma praça de grandes dimensões, e por aplicação local para proteger pequenos compartimentos.

Os componentes básicos deste sistema são: rede, cilindros de armazenamento de dióxido de carbono, mecanismos de controle e dispositivos de descarga.

Para a utilização deste sistema deve-se evacuar todo o pessoal do compartimento e isolá-lo, parar o sistema de ventilação e exaustão e deve-se desligar diversos equipamentos.

Alguns dos seguintes requisitos deverão ser cumpridos por esse tipo de sistema, como por exemplo:

Deverão possuir dois controles separados para liberação do agente extintor em espaços protegidos. Um deles deverá ser utilizado para descarregar o gás dos tanques de armazenamento e o outro para abrir a válvula de canalização que transporta o gás.

Figura 24: Sistema fixo de Dióxido de Carbono



Fonte: Sucbrasil (2018)

7.4.1.4 Sistema fixo de gás inerte (SGI)

Utiliza o mesmo princípio do dióxido de carbono, visto que este é um gás inerte, e pode utilizar o CO₂ como também nitrogênio e outros. Extingue o fogo por abafamento por reduzir o teor e oxigênio presente no compartimento. Além de ser usado para combater o incêndio, este sistema também é considerado um sistema preventivo em plantas de carga, utilizado para inertizar tanques de carga.

7.4.1.5 Sistema de borrifo

Este tipo de sistema consiste na instalação de sprinklers, que são chuveiros acionados automaticamente que liberam o agente extintor ao detectar que foi atingido determinado nível de temperatura, para isso utiliza uma ampola sensível ao calor.

Figura 25: Sprinkler



Fonte: Bucka (2018)

Deverão ser obrigatoriamente capazes de entrar em funcionamento automaticamente e imediatamente, sem a necessidade de ativação manual e deverá, a princípio, ser do tipo canalização cheia.

7.4.1.6 Redes de incêndio

Essas redes são basicamente um sistema de canalizações que alimentam tomadas de incêndio e sistemas de borrifo.

Segundo a parte “C” da convenção SOLAS, navios com 500 AB ou mais deverão possuir no mínimo uma conexão internacional para terra, que é uma conexão que permite a rede de bordo se conectar com a rede de terra, atendendo os requisitos previstos no FSS Code.

As redes de incêndio deverão estar localizadas em locais que permitam a fácil conexão das mangueiras de incêndio e evitem congelamento, ademais não deverão utilizar nas redes e tomadas materiais que se tornem ineficazes com a ação do calor, caso não estejam protegidos. Deverão ser guarnecidos dispositivos de drenagem para canalização das redes.

Navios que transportem cargas no convés deverão ter sua rede de incêndio localizada de forma a permitir prontidão para possível utilização de forma a evitar avariar a carga.

Quanto ao número e localização das tomadas de incêndio a bordo, deverão ser tais que, no mínimo, dois jatos de água que não sejam da mesma tomada de incêndio, um dos quais deverá ser proveniente da mesma seção de mangueira, possam atingir qualquer parte do navio que possivelmente seja acessível aos passageiros ou a tripulação durante uma viagem e qualquer parte de compartimento de carga quando vazio. Além disto, estas tomadas de incêndio deverão estar em locais próximos dos acessos aos compartimentos protegidos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho podemos observar a importância e aplicabilidade dos conhecimentos relativos ao incêndio, a forma de combatê-lo e preveni-lo. O intuito dessa pesquisa não é transformar o leitor num especialista em combater o incêndio, todavia é proporcionar o básico conhecimento para que, ao se deparar com tal situação, não ficar em estado de pânico em casos e ter conhecimentos suficientes para lidar com essa situação.

O trabalho a bordo requer muita prudência a fim de evitar colocar vidas em perigo em um ambiente geralmente distante de terra, de onde não se dispõe de meios disponíveis para ajuda imediata, como o Corpo de Bombeiros. O Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA) prepara aquaviários com conhecimento suficiente para impedir e controlar em caso de chamas a bordo. Outrossim doutrina àqueles que estão cursando no centro sobre as responsabilidades dos oficiais a bordo de embarcações

Os oficiais de máquinas devem supervisionar e ter ponderação ao operar neste compartimento suscetível à incêndio. Os oficiais de náutica dispõem de extrema responsabilidade, uma vez que é sua função realizar inspeções nos equipamentos de combate a incêndio.

Pôde-se perceber que o melhor método de combater um incêndio é preveni-lo e foram exibidas regras dispostas na convenção SOLAS, capítulo II-2, o qual disserta sobre as formas de prevenção, bem como os métodos de supressão em caso de incêndio.

Contudo, além da prevenção é profuso valoroso a aplicação regular de treinamentos programados e repentinos, almejando o preparo técnico e psicológico da tripulação para lidar com este determinado tipo de situação de emergência tão indesejável.

Dado o exposto, percebemos a importância da criação da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar e do Código de Combate ao Incêndio (FSS Code) que possibilitou o fácil manuseio dos equipamentos através da padronização, além de técnicas e exigências a serem aplicadas a bordo das embarcações, reduzindo o número de vítimas causadas pelo não conhecimento de uso dos meios disponíveis de extinção do fogo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAMY. Disponível em: <<https://www.alamy.pt/foto-imagem-nao-fumar-assinar-em-ponte-de-navio-de-contentores-no-porto-tarakan-kalimantan-157491124.html>>.

Acesso em: 17 ago. 2018.

AZENHEB. Disponível em: <http://azeheb.com.br/blog/afinal-o-que-e-o-fogo/>. Acesso em: 16 ago. 2018.

BLOG SEGURANÇA DO TRABALHO. Disponível em: <<http://www.blogsegurançadotrabalho.com.br/2014/08/o-que-sao-agentes-extintores.html>>. Acesso em: 08 mai. 2018.

BUCKA. Disponível em: < <http://www.bucka.com.br/equipamentos-para-espuma/liquido-gerador-de-espuma>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

BUCKA. Disponível em: < <http://www.bucka.com.br/o-que-e-um-sprinkler-e-como-ele-atua-no-combate-a-incendios>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

BUCKA. Disponível em: <<http://www.bucka.com.br/perguntas-comuns-sobre-sistemas-de-halon/>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

BUCKA. Disponível em:<<http://www.bucka.com.br/a-historia-do-extintor-de-incendio/>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

CLUBE DO ARRAIS. Disponível em: <<http://www.clubedoarrais.com/principais-causas-de-incendios-a-bordo-de-embarcacoes/>> Acesso em: 24 ago. 2018.

CURSO ONLINE DE SEGURANÇA DO TRABALHO. Disponível em: <<http://www.cursosegurancadotrabalho.net/2013/0/Fogo-e-o-tetraedro-do-fogo.html>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

DIÁRIO DO BOMBEIRO CIVIL. Disponível em: <<http://diariobombeirocivil.blogspot.com/2014/06/a-evolucao-do-extintor-de-incendio.html>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

DREAMSTIME. Disponível em: < <https://pt.dreamstime.com/fotos-de-stock-royalty-free-mangueira-de-inc%C3%AAndio-em-uma-plataforma-do-navio-image27621858>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

ENGENHARIA SAFETY. Disponível em:
<<http://engenhariasafety.blogspot.com/2017/05/>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

EXPLAIN THAT STUFF. Disponível em:
<<https://explainthatstuff.com/firefighting.html>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

EXTELLPP. Disponível em: < <http://www.extellpp.com.br/servicos/agentes-extintores>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

INTERNATIONAL MARITIME RESCUE FEDERATION. **Report Finds Ship Fires Pose a Real threat to Maritime Safety**. Disponível em: <<https://international-maritime-rescue.org/newsletter/archiveonline/2069-report-finds-ship-fires-pose-a-real-threat-to-maritime-safety>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

ISASTUR. Disponível em:
<https://www.isastur.com/external/seguridad/data/pt/1/1_6_2_1.htm> Acesso em: 03 jun. 2018.

MELLO, Aristoteles de. **Trabalho sobre combate a incendio**. Rio de Janeiro: CIAGA. 2013.

MINISTERIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Prevenção de acidentes a bordo de navios no mar e nos portos**. São Paulo: FUNDACENTRO. 2005. Disponível em: <<https://transportemaritimoglobal.files.wordpress.com/2014/03/prevenc3a7c3a30-dos-acidentes-de-trabalho-a-bordo-dos-navios-no-mar-e-nos-portos.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

NATUREZA DO FOGO. Disponível em:
<<http://naturezadofogo.com.br/category/agenteextintor>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

O GLOBO. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/mundo/incendio-florestal-se-alastra-mata-ao-menos-57-pessoas-em-portugal-21489065>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL. Disponível em:
<[http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-\(solas\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-(solas),-1974.aspx)>. Acesso em: 13 abr. 2018.

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL. Disponível em:
<<http://www.imo.org/en/Publications/Documents/Newsletters%20and%20Mailers/Mailers/IB155E.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

QITAPANDI. Disponível em:

<<http://www.qitapandi.com/module/News/Shownews/page-1622/index.aspx?NewsId=16>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

RESEARCHGATE. Disponível em: < https://www.researchgate.net/figure/Figura-01-Tetraedro-do-fogo_fig1_320646724>. Acesso em: 06 abr. 2018.

RODSETH, Ornulf Jan. Passenger ship safety and emergency management control. In: Cruise and Ferry Forum, Londres, 2005. Disponível em:

<https://researchgate.net/figure/Ship-loss-and-fatality-statistics_fig3_28048263?sq=A5-CEfC2DixmM6TvUfHbtrFww0JbeaK2LboEb99DZ5ilxJ4gwti7vlb71XGo-A_cmewbPliIDw8uzjmP70Fiaq> Acesso em: 07 mai. 2018.

RW ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.rwengenharia.eng.br/teoria-do-fogo>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

SINDICATO DOS BOMBEIROS DO DISTRITO FEDERAL. Disponível em:

<<https://www.sindbombeirosdf.org/sindicato/pdf/1%20-%20Termodin%C3%A2mica%20da%20Combust%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

SPUTIKNEWS. Disponível em:

<<https://br.sputniknews.com/sociedade/2018060511387274-titanic-naufragio-missao-secreta-marinha-eua>>. Acesso em 16 abr. 2018.

SUCBRASIL. Disponível em: < <http://www.sucbrasil.com.br>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

SWAMBIENTAL. Disponível em:

<<http://swambiental.blogspot.com/2016/10/incendio-tipos-de-agentes-extintores-e.html>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

THE EDGE MARKETS. Disponível em:

<<http://www.theedgemarkets.com/article/majority-structural-fires-can-be-avoided>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

TRANSPORTATION SAFETY BOARD OF CANADA. Disponível em:

<<http://www.bst-tsb.gc.ca/eng/stats/marine/2008/ss08.asp>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

WANDERSON MONTEIRO. Disponível em:

<<http://wandersonmonteiro.wordpress.com/2015/05/10/teoria-do-fogo/>>. Acesso em: 08 mai. 2018.

WIKIMEDIA. Disponível em:

<[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:George_William_Manby_Lithograph_by_\(W._J._C\)_after_Sir_T._L_Wellcome_V0003810_\(cropped\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:George_William_Manby_Lithograph_by_(W._J._C)_after_Sir_T._L_Wellcome_V0003810_(cropped).jpg)>. Acesso em: 18 abr. 2018.

WIKIPÉDIA. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Fogo#/media/File:Large_bonfire.jpg>. Acesso em: 06 abr. 2018.

WINGESCOLA. Disponível em: < <https://wingsescola.com.br/pontos-de-combustao-x-formas>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

ZONA DE RISCO. Disponível em: <<http://zonaderisco.blogspot.com.br/2015/09/o-fogo-e-evolucao-historica-dos-meios.html?m=1>>. Acesso em: 22 ago. 2018.