

ADRIELI MARA DA ENCARNAÇÃO MORAES

Levantamento e Otimização da Proteção por Sistema de Extintores de  
Incêndio em um Hospital

São Paulo

2016

ADRIELI MARA DA ENCARNAÇÃO MORAES

Levantamento e Otimização da Proteção por Sistema de Extintores de  
Incêndio em um Hospital

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para a obtenção do  
título de Especialista em  
Engenharia de Segurança do  
Trabalho

São Paulo

2016

Dedico este trabalho a minha família, ao meu marido André e meu filho Pedro.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela capacidade de aprender. À minha família por todo estímulo e carinho. Ao meu marido, amigo e companheiro André, pelo apoio e incentivo. Ao meu filho, Pedro, que faz minha vida mais feliz.

Ao professor Carlos Eduardo por me ajudar com o acesso ao hospital estudado.

Aos colegas de curso e todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original.

Oliver Wendell Holmes

## RESUMO

Os hospitais são, normalmente, instituições antigas que se adaptaram às exigências de segurança sem, necessariamente, buscar novas tecnologias. Este estudo de caso teve como objetivo fazer o levantamento do atual sistema de proteção por extintores portáteis de um hospital e propor alternativas de otimização. Pesquisaram-se junto aos fornecedores especificações de extintores com garantia de cinco anos, com agente extintor triclasse e baixo peso bruto para mesma capacidade extintora dos equipamentos hoje instalados. Das três propostas feitas, a que apresentou melhor custo benefício consiste na substituição de sessenta equipamentos convencionais por extintores PQS ABC de alto desempenho, na substituição do extintor de CO<sub>2</sub> da sala de TI por FE-36 e na manutenção dos cinco extintores de CO<sub>2</sub> da UTI e do Centro Cirúrgico. Após cinco anos, os novos extintores instalados são descartados e novos com garantia de cinco anos são adquiridos. Essa mudança reduz em 3,3% o gasto para manutenção do sistema atual, com aumento da capacidade extintora e redução do peso bruto de 32% a 76%, se comparado ao extintor PQS BC e CO<sub>2</sub>. A redução do peso bruto é um fator relevante se considerado que a população fixa do hospital estudado é composta por 85,3% de mulheres assim como estas constituem 30% da brigada. Embora este estudo recomende a implantação desta opção, as três propostas de otimização analisadas também se mostraram mais viáveis economicamente do que o sistema utilizado hoje – manutenção anual de extintores convencionais.

**Palavras-chave:** Segurança contra incêndios. Extintores portáteis. Extintor de alto desempenho. Fogo. Hospital.

## ABSTRACT

Hospitals are, usually, old institutions that have adapted to fire safety requirements without necessarily seeking new technologies. This case study aimed to evaluate the current portable fire extinguisher system in a hospital and to propose optimization alternatives. Research has been done about extinguishers specifications with five-year warranty, with triclasse extinguishing agent and low gross weight for the same extinguishing capacity of the equipment installed today. Of the three proposals made, the one which presented the best benefit-cost ratio consists of replacement of sixty conventional fire extinguishers for high performance dry power ABC, replacement of CO<sub>2</sub> extinguisher at the IT room for FE-36 and maintenance of five CO<sub>2</sub> extinguishers in the surgical center and ICU. After five years, the newly installed fire extinguishers are discarded and new equipments with five-year warranty are acquired. This change reduces the current system maintenance cost by 3,3%, with the increased extinguishing capability and reduction of the gross weight of 32% to 76%, if compared to dry power BC extinguisher and CO<sub>2</sub>. The reduction in the gross weight is a relevant factor if it were considered the fixed population of the hospital is composed of 85,3% women, also they constitute 30% of the fire brigade. Although this study recommends the implementation of this option, the results showed that all three options analysed are more economically viable than the system used today – annual maintenance of conventional fire extinguishers.

**Keywords:** Fire safety. Fire. Portable extinguishers. High performance extinguisher. Hospital.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
COE	Código de Obras e Edificações
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
IAFSS	<i>International Association for Fire Safety Science</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IT	Instrução Técnica
LOAEL	<i>Lowest Observable Adverse Effect Level</i>
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira Registrada
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NOAEL	<i>No Observable Adverse Effect Level</i>
NR	Norma Regulamentadora
PQS ABC	Pó Químico Seco ABC
PQS BC	Pó Químico Seco BC
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
SENASP	Secretaria Nacional de Segurança Pública do Ministério da Justiça
TI	Tecnologia da Informação
UTI	Unidades de Terapia Intensiva

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Triângulo do fogo.....	16
Figura 2 – Tetraedro do fogo.....	16
Figura 3 – Evolução do incêndio.....	17
Figura 4 – Desenho esquemático de um extintor de incêndio do século XV.....	22
Figura 5 – Extintor de água pressurizada.....	22
Figura 6 – Sistema interno de um extintor de água.....	23
Figura 7 – Mecanismo de destruição da camada de ozônio (O <sub>3</sub> ).....	26
Figura 8 – Vista aérea do Hospital Saúde.....	38
Figura 9 – Cadastro de extintores do Hospital Saúde.....	39
Figura 10 – Sala de TI e extintor de CO <sub>2</sub> .....	43
Figura 11 – Extintores de Água e CO <sub>2</sub> no corredor do Centro Cirúrgico.....	44
Figura 12 – Extintores de CO <sub>2</sub> do corredor da UTI.....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pó Químico Seco.....	24
Quadro 2 – Eficiência de Agentes Extintores.....	31
Quadro 3 – Complexidade dos edifícios hospitalares.....	33
Quadro 4 – Extintores do Hospital Saúde.....	42
Quadro 5 – Características técnicas dos equipamentos disponíveis no mercado.....	47
Quadro 6 – Preços de extintores portáteis ABC alto desempenho, ABC 55% e FE-36.....	48
Quadro 7 – Comparação entre especificações técnicas.....	49

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1. OBJETIVO.....	12
1.2. JUSTIFICATIVA.....	13
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1. TEORIA DO FOGO.....	14
<b>2.1.1. Princípio de incêndio.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2. Classes de fogo.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3. Métodos de extinção de fogo.....</b>	<b>18</b>
2.2. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO BRASIL.....	18
<b>2.2.1. Sistema global contra incêndios.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2. Medidas de Proteção Passiva.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3. Medidas de Proteção Ativa.....</b>	<b>21</b>
2.3. EXTINTORES PORTÁTEIS.....	22
<b>2.3.1. Extintores portáteis e seus agentes.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.2. Capacidade extintora.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.3. Fatores que determinam a eficiência no uso de extintores portáteis.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.4. Manutenção de Extintores no Brasil.....</b>	<b>31</b>
2.4. O HOSPITAL E A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.....	32
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
3.1. ESTUDO DE CASO: UM HOSPITAL NA BAIXADA SANTISTA.....	38
3.2. LEVANTAMENTO DE EXTINTORES PORTÁTEIS DO HOSPITAL SAÚDE.....	39
3.3. BUSCA DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA EQUIPAMENTOS PORTÁTEIS DE COMBATE A INCÊNDIO.....	40
3.4. LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO PERIÓDICA E DE AQUISIÇÃO DE EXTINTORES NOVOS.....	40
3.5. NORMAS.....	41
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>42</b>
4.1. SISTEMA DE EXTINTORES PORTÁTEIS DO HOSPITAL SAÚDE E SUAS VULNERABILIDADES.....	42
4.2. RESULTADOS DAS PESQUISAS SOBRE OS EXTINTORES	

DISPONÍVEIS NO MERCADO.....	45
4.3. COMPARAÇÕES TÉCNICAS ENTRE EXTINTORES PORTÁTEIS.....	48
4.4. PROPOSTAS DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES PORTÁTEIS: COMPARAÇÃO DE CUSTOS.....	52
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo, as instituições que prestam serviços de saúde, tais como hospitais, ambulatorios, maternidades e clínicas, devem atender aos requisitos do Decreto Estadual nº 56.819 de 10 de março de 2011, o qual institui o Regulamento de Segurança Contra Incêndio e este define a proteção por extintores portáteis como uma das exigências mínimas.

Os hospitais são normalmente instituições antigas e que, em termos de proteção contra incêndio, se adaptaram às diversas atualizações da legislação de proteção contra incêndio sem necessariamente fazer o questionamento do nível de segurança mais adequado (VENEZIA, 2011). Uma breve visita nos hospitais da Baixada Santista e já é possível constatar que os extintores portáteis de combate a incêndio instalados para proteger as instituições são, em todos os casos, equipamentos com tecnologia convencional que possuem peso elevado, muito acima da capacidade física da maioria dos ocupantes ou visitantes deste tipo de instituição.

De acordo com dados divulgados em 2013 pela Secretaria Nacional de Segurança Pública do Ministério da Justiça (SENASP), ocorrem anualmente no Brasil mais de 267.000 incêndios. Há ainda um número relevante de subnotificações ou princípios de incêndio que por terem sido eficazmente extintos não foram formalmente comunicados às autoridades responsáveis.

O sucesso no combate ao incêndio no seu estágio inicial depende de alguns fatores tais como a correta seleção do tipo de equipamento extintor adequado à classe do incêndio que se pretende combater, o correto uso do equipamento e a atitude do usuário (BRENTANO, 2007a).

### 1.1 OBJETIVO

Este trabalho visa estudar a relação custo e benefício de especificações de extintores portáteis com garantia de cinco anos disponíveis no mercado brasileiro, aplicando-a em uma unidade hospitalar.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A ideia deste estudo surgiu a partir da junção de alguns fatores: o interesse pessoal por Segurança Contra Incêndio, a facilidade de acesso a um hospital – intermediado por um professor do curso técnico em segurança do trabalho – e a possibilidade de levar melhorias para o sistema de extintores de uma instituição local, colocando em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Um incêndio de grandes proporções em uma unidade hospitalar coloca em risco a saúde e a vida de seus ocupantes. Há pacientes que não podem ser locomover e o deslocamento destes pela brigada de abandono é difícil e pode aumentar os riscos de morte. Por conta disto, é extremamente importante que os edifícios hospitalares contem com o maior nível de proteção contra incêndio e também um sistema de combate ao princípio de incêndio que seja rápido e eficiente de forma a evitar que o fogo se propague e se torne um incêndio generalizado.

As novas tecnologias empregadas na fabricação de extintores triclasse de alto desempenho fornecem ao equipamento garantia por período de cinco anos, superior à garantia de um ano dos extintores convencionais e, principalmente, segurança da pessoa que irá utilizar tal equipamento em situação de emergência – pois assim se elimina o risco de escolha inadequada do extintor. Atualmente, a maioria dos extintores convencionais possibilita o combate a incêndios nas classes B (líquidos inflamáveis) e C (equipamentos elétricos energizados) ou na classe A (sólidos combustíveis) – se for preciso combater as três classes será necessário o emprego de dois tipos diferentes de extintores, sendo um para as classes B e C e outro para classe A, enquanto os extintores triclasse permitem seu uso tanto nas classes B e C quanto na classe A, desta forma pode-se instalar um único equipamento extintor que este atenderá as três classes.

Além disso, os extintores de alto desempenho possuem peso total muito inferior ao dos extintores convencionais, podendo desta forma ser utilizados com mais facilidade por pessoas de menor força física, como mulheres. Estas são a maioria do quadro de funcionários dos hospitais e ainda podem compor a brigada de incêndio.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. TEORIA DO FOGO

Um dos grandes marcos da história da civilização humana foi o domínio do fogo pelo homem há milhares de anos. Assim, ele pode se aquecer, cozinhar seus alimentos e produzir armas e utensílios a partir da fusão de metais. No entanto, o estudo do fogo como ciência é algo relativamente novo, que se iniciou com a criação de uma associação internacional de pesquisadores e cientistas do mundo todo, a International Association for Fire Safety Science (IAFSS) (SEITO, 2008). Ainda hoje não há uma definição única mundialmente aceita e as normas de diversos países divergem ao definir o fogo. A Norma Brasileira NBR 13.860/1997 – Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio – define fogo como um processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz (ABNT, 1997). A associação americana National Fire Protection Association (NFPA) – define: “fogo é a oxidação rápida autossuficiente acompanhada de evolução variada da intensidade de calor e de luz.”

Do ponto de vista científico, o fogo é uma reação química de oxidação denominada combustão, na qual ocorre a queima de um combustível na presença de um comburente, normalmente o oxigênio presente no ar, e de uma fonte de energia, gerando luz e calor (USP, 2014a).

Os combustíveis podem ser sólidos, líquidos ou gases e apresentam diferentes mecanismos de ignição. Os sólidos, como madeiras, papéis, plásticos e tecidos quando aquecidos a uma determinada temperatura passam por um processo de pirólise, que consiste na decomposição térmica do material sólido combustível, liberando gases e vapores que se misturam com o oxigênio do ar e entram em combustão. Os combustíveis líquidos, tais como gasolina e etanol, liberam vapores formando com o oxigênio do ar uma mistura inflamável que, na presença de uma fonte de calor entra em combustão. Já os combustíveis gasosos são aquelas substâncias na forma de gás ou vapor em temperatura ambiente que, em contato

com o oxigênio do ar e na presença de uma fonte de calor, entram em combustão (BRENTANO, 2007; SEITO, 2008).

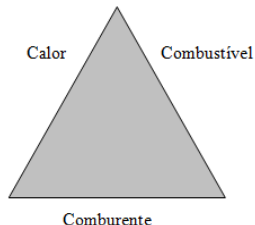
Os comburentes são substâncias que, em uma combustão, atuam como agentes oxidantes, ou seja, cedem oxigênio ou outros gases oxidantes (CBMSC).

O comburente mais comum é o oxigênio ( $O_2$ ), cuja presença no ar atmosférico é de 21%; é o elemento do fogo presente em quase todos os ambientes. Quando o oxigênio do ambiente está presente nesta porcentagem notam-se chamas, porém com o consumo deste agente – e conseqüente diminuição para cerca de 13% - a queima ocorrerá mais lentamente, não haverá chamas, somente brasas (JÚNIOR, 1999). Quando esta concentração for menor que 8%, muito provavelmente, a combustão deixará de existir (CBMSC). Embora existam processos de combustão nos quais o comburente é o cloro ( $Cl_2$ ), o bromo ( $Br_2$ ) ou o flúor ( $F_2$ ) (CBMSC), segundo Friedman (1998), a maior preocupação em proteção contra incêndio é geralmente com reações de combustão entre vários materiais e o oxigênio presente no ar.

O calor é a energia que promove o início e a manutenção da reação entre combustível e o comburente (BRENTANO, 2007a). A fonte de calor pode ser uma faísca gerada por atrito, pelo superaquecimento de um circuito elétrico, por um material já em combustão, como um cigarro ou um palito de fósforo. Em alguns casos, o aquecimento de gases, líquidos e sólidos que leva a auto-ignição também é possível (FRIEDMAN, 1998).

Esses três componentes do fogo: combustível, comburente e calor formam o Triângulo do Fogo. Conforme ilustra a figura 1, cada um destes elementos representa um dos lados desta figura plana, e para o fogo iniciar todos precisam estar interligados.

Figura 1 – Triângulo do fogo



Fonte: Arquivo Pessoal

Com a evolução dos conhecimentos sobre a chama desenvolveu-se a teoria do Tetraedro do Fogo, na qual combustível, comburente e calor são agora complementados pelo elemento reação em cadeia, conforme ilustra a figura 2.

Figura 2 – Tetraedro do fogo



Fonte: UFRRJ

Segundo o Fire Protection Handbook (NFPA, 2008), a sustentabilidade da queima ocorre devido ao processo de reação em cadeia: o combustível se oxida e se decompõe em partículas menores, conhecidas como radicais, liberando inclusive hidrogênio. Estas partículas menores reagem novamente com o oxigênio e queimam emitindo outra vez calor para o combustível, formando um ciclo contínuo.

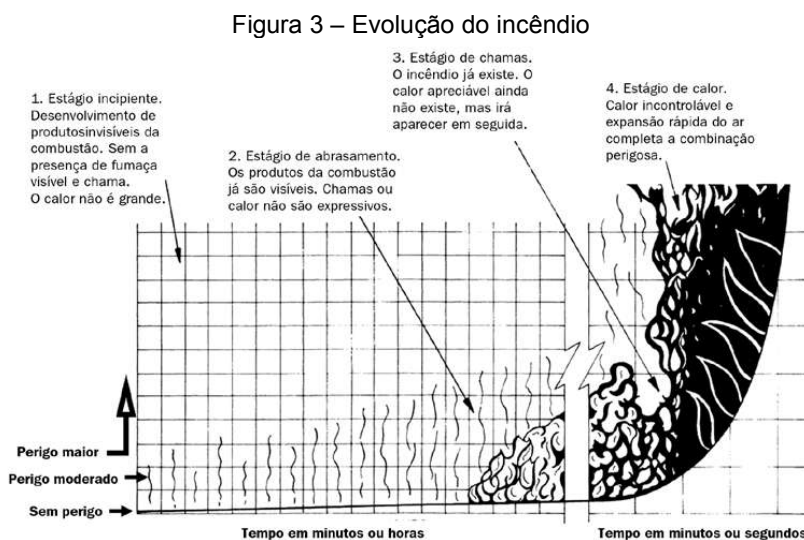
### 2.1.1. Princípio de incêndio

Na maioria das vezes, um incêndio apresenta quatro fases: estágio incipiente, de abasamento, de chamas e de calor.

O princípio de incêndio – Estágio Incipiente – é o estágio inicial do incêndio, no qual o fogo está localizado apenas no ponto no qual se deu o início do processo de combustão. A quantidade de fumaça no ambiente ainda é pequena e insuficiente para impedir a visualização da origem do fogo. Além disto, a temperatura do

ambiente se mantém em um nível de conforto que possibilita que uma pessoa combata o fogo com um extintor e sem o uso de vestimenta especial (SEITO, 2008).

A figura 3 ilustra as fases de evolução de um incêndio.



Fonte: SEITO, 2008

De acordo com Seito (2008), os princípios de incêndios apresentam diferentes características em virtude de sua origem e dos materiais combustíveis envolvidos. Cada situação demanda o uso de determinado agente extintor.

### 2.1.2. Classes de fogo

A natureza do combustível e suas características peculiares de queima são, normalmente, utilizadas para definir classes de fogo e para cada classe, há um agente extintor mais adequado. São quatro as classes mais usuais: A, B, C e D (USP, 2014a).

Classe A: fogo que se origina a partir de combustíveis sólidos, tais como madeira, plásticos, papéis, tecidos e demais materiais que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos.

Classe B: fogo que se origina na superfície de um líquido a partir de sua evaporação e queima ou da queima de gases inflamáveis.

Classe C: fogo que ocorre em equipamentos elétricos energizados.

Classe D: fogo originado a partir de metais pirofóricos tais como alumínio, sódio, potássio, magnésio, zircônio, titânio ou lítio (SEITO, 2008).

### **2.1.3. Métodos de extinção de fogo**

Utilizando o conceito do Tetraedro do Fogo pode-se dizer que para extingui-lo basta eliminar um de seus elementos.

Os métodos de extinção do fogo, utilizando-se a descrição feita por Brentano (2007a), são: por isolamento ou retirada do material, por abafamento ou retirada do comburente, por resfriamento ou por retirada do calor e por extinção química ou quebra da reação em cadeia.

O método de extinção por isolamento ou retirada do material é uma técnica na qual o elemento combustível é isolado dos demais. O fogo no gás inflamável pode ser extinto fechando-se a válvula da tubulação de gás.

O método de extinção por abafamento ou retirada do comburente consiste em reduzir a concentração do oxigênio do ambiente onde ocorre a queima ou evitar que o oxigênio do ar seja alimentado neste mesmo ambiente. Incêndios em líquidos inflamáveis podem ser combatidos abafando o fogo com espuma mecânica, enquanto que incêndios em ambientes fechados podem ser extintos reduzindo-se a concentração do oxigênio no ar com uso de gases inertes, tais como CO<sub>2</sub>.

O método de extinção por resfriamento ou por retirada do calor consiste em utilizar um agente extintor que absorva o calor do fogo provocando o resfriamento intenso, reduzindo significativamente a emissão de vapores de modo que a mistura combustível-comburente não consiga manter a chama.

O método de extinção química ou da quebra da reação em cadeia utiliza agentes extintores que se dissociam pela ação do calor formando elementos que se combinam com os radicais livres, interrompendo a reação química em cadeia.

## **2.2. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO BRASIL**

O objetivo da segurança contra incêndio em edificações é a garantia da vida

humana, a minimização das perdas materiais além da redução dos prejuízos ambientais (USP, 2014).

Os objetivos específicos da segurança contra incêndio referem-se à obtenção de níveis adequados de segurança da vida humana, de segurança da propriedade atingida e de segurança das propriedades adjacentes. A segurança da vida humana é o aspecto mais importante a ser considerado. (BERTO, 1991, p. 8)

A criação de norma de proteção contra incêndio no Brasil iniciou-se tardiamente, se comparada ao desenvolvimento desta área em países europeus ou nos Estados Unidos, onde, por exemplo, a National Fire Protection Association (NFPA) foi criada em 1897. A Portaria nº 31 do Ministério do Trabalho, que fixa as normas de proteção contra incêndio visando à segurança dos trabalhadores, foi emitida apenas em 1954.

Até meados da década de 70, a regulamentação brasileira sobre proteção contra incêndio era escassa. Após alguns grandes incêndios com resultados catastróficos, como os ocorridos nos edifícios da capital paulista Andraus (1972) e Joelma (1974), houve uma mobilização nacional para desenvolver regulamentação referente a este tema. Uma semana após o incêndio no Edifício Joelma, a Prefeitura Municipal de São Paulo editou o Decreto Municipal nº 10.878, com normas especiais a serem observadas na elaboração de projetos de novos edifícios. Em junho daquele ano, o Clube de Engenharia do Rio de Janeiro realizou o Simpósio de Sistemas de Prevenção Contra Incêndios. Em Brasília, a Comissão Especial de Poluição Ambiental também promoveu um simpósio, ao final de cinco dias foram apresentadas proposições, recomendações e solicitações para prevenção contra incêndios em edificações urbanas. Ainda em 1974, a Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a NB 208 – Saídas de Emergência em Edifícios Altos. Em 1975, no Rio de Janeiro foi apresentado o Decreto-Lei nº 247: Segurança Contra Incêndio e Pânico, neste mesmo ano, ocorreu a reestruturação do Corpo de Bombeiros de São Paulo. Em 1978, o Ministério do Trabalho editou a Norma Regulamentadora NR-23, dispondo regras de proteção contra incêndio na relação empregador-empregado. A partir deste momento é que se passou a exigir a instalação de extintores de incêndio nos locais de trabalho (SEITO, 2007; VIOLA, 2006).

### 2.2.1. Sistema global contra incêndios

Sistema global contra incêndios é definido por Berto (1991, p. 2) como um “conjunto de ações coerentes, que se originam do perfeito entendimento dos objetivos da segurança contra incêndio e dos requisitos funcionais a serem atendidos pelos edifícios.” É de responsabilidade de todos os técnicos envolvidos a busca para o estabelecimento destes requisitos funcionais: da fase de concepção do projeto e construção ao uso e manutenção do edifício.

Para melhor compreensão destes requisitos, é necessário esclarecer o que é um edifício seguro contra incêndio. Harmathy define de modo geral:

Um edifício seguro contra incêndio pode ser definido como aquele em que há alta probabilidade de que todos os ocupantes sobrevivam a um incêndio sem sofrer qualquer ferimento e no qual os danos à propriedade serão confinados às vizinhanças ou imediatas ao local em que o fogo se iniciou. (HARMATHY 1984, apud BERTO, 1991, p.3)

De acordo com Berto (1991), considera-se um edifício seguro aquele que apresenta as seguintes características: baixo risco de início, crescimento e propagação do fogo; baixo risco de danos aos seus ocupantes, às equipes de combate, às estruturas e aos produtos e processos. Deve apresentar também baixo risco de propagação do fogo para edifícios vizinhos.

A partir desses atributos e dos conhecimentos das etapas de um incêndio, Berto (1991) definiu oito requisitos funcionais que devem ser atendidos pelos edifícios seguros contra incêndio: Dificultar a ocorrência e propagação do princípio de incêndio para outros ambientes ou para outros edifícios. Facilitar o combate ao incêndio no ambiente de origem e a fuga dos ocupantes. Em caso de incêndio generalizado, facilitar as operações de combate e resgate das vítimas.

Aos requisitos funcionais apresentados, Berto (1991) atrelou oito elementos que constituem as Medidas de Prevenção de Incêndio e Medidas de Proteção contra Incêndios, que têm objetivo de manter os riscos de incêndios em níveis aceitáveis. Apenas o primeiro item é classificado como Medida de Prevenção: está vinculado à prevenção da ocorrência do início do incêndio. Os outros sete itens estão

associados à proteção da vida e dos bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio que já se iniciou: precaução contra danos da estrutura, extinção do princípio de incêndio, limitação do desenvolvimento do incêndio – sem permitir que se propague para edifícios vizinhos, evacuação segura e eficientes operações de combate e resgate.

### **2.2.2 Medidas de Proteção Passiva**

De acordo com o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo em sua Instrução Técnica (IT) N°3/2004 – “Terminologia de segurança contra incêndio” – Medidas de Proteção Passiva contra incêndio são um conjunto de conceitos de projeto arquitetônico nas edificações e que não precisam ser acionados para funcionamento em caso de incêndio. Estes visam limitar a propagação do fogo, fumaça e gases no seu ambiente de origem e evitar a exposição dos ocupantes, preservando as rotas de fuga – o que também facilita as ações de resgate.

Acessibilidade ao edifício, provisão de rotas de fuga, elementos de construção resistentes ao fogo, compartimentação horizontal e vertical, controle de materiais de acabamento são algumas medidas que precisam ser consideradas na construção de um edifício (ONO, 2006).

### **2.2.3 Medidas de Proteção Ativa**

A Proteção Ativa é constituída por sistemas de segurança instalados com objetivo de detectar e extinguir o fogo; requerem o acionamento manual ou automático por detecção. Também são utilizados para alertar os ocupantes em caso de incêndio e possibilitar o abandono seguro da edificação (ONO, 2004)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Palestra apresentada na Fundação Casa de Rui Barbosa, dentro do ciclo de Palestras “Memória & Informação” Rio de Janeiro, RJ. 28 abril 2004.

Sistema de detecção e alarme de incêndio, sistemas de proteção por extintores de incêndio, hidrantes e mangotinhos e por chuveiros automáticos; sistema de iluminação de emergência entre outros são medidas ativas que devem ser adotadas (USP, 2014).

## 2.3 EXTINTORES PORTÁTEIS

### 2.3.1 Extintores portáteis e seus agentes

O extintor de incêndio é um equipamento portátil de combate ao fogo criado de forma rudimentar como uma espécie de seringa metálica com cabo de madeira, por volta do século XV (SEITO, 2008). A figura 4 mostra um desenho esquemático de um extintor.

Figura 4 – Desenho esquemático de um extintor de incêndio do século XV



Fonte: VIOLA, 2006

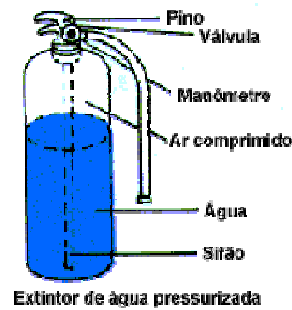
Atualmente, o extintor é constituído de um recipiente metálico com acessórios que contém em seu interior um agente extintor cujo acionamento manual permite que este seja direcionado para a base do foco do fogo, extinguindo-o rapidamente. Nas figuras 5 e 6 são mostrados o exterior e interior de um extintor de água pressurizada.

Figura 5 – Extintor de água pressurizada



Fonte: KIDDE, 2014

Figura 6 - Sistema interno de um extintor



Fonte: Fiocruz

Segundo Júnior (1999) os extintores portáteis “são classificados para uso conforme a classe de incêndio a que se destinam: ‘A’, ‘B’, ‘C’ ou ‘D’.”

Os extintores são conhecidos pelo agente extintor que contêm, tais como: água, pó químico seco, dióxido de carbono, espuma mecânica e agentes limpos, brevemente apresentados a seguir:

### Água

A água tem sua importância reconhecida como um agente extintor, pois dentre todos é o que proporciona melhor absorção do calor, sendo que este efeito pode ser aumentado ou diminuído, dependendo da forma como a água é aplicada sobre o fogo. Algumas formas de aplicação da água: jato compacto, jato de neblina e vapor. A água extingue o fogo principalmente por resfriamento e abafamento (BRENTANO, 2007b).

Comparada com qualquer outro agente de combate a incêndio a água tem obviamente menor custo e maior disponibilidade. De acordo com Friedman (1998, p. 207), um líquido ideal como agente extintor teria as seguintes características:

- Deve ser não inflamável;
- Deveria ter um alto calor de vaporização (o valor da água por unidade de massa é, pelo menos, quatro vezes mais alto que qualquer outro agente);
- Seu ponto de ebulição deveria ser bem inferior à faixa de temperaturas entre 250°C e 450°C que é a faixa de temperaturas de pirólise para a maioria dos combustíveis sólidos;

- Deveria permanecer no estado líquido na faixa de temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ , o que compreende as temperaturas normais de ambiente;
- Deveria ser atóxico e ao se decompor não formaria produtos tóxicos;
- Deveria causar danos mínimos à propriedade;
- Não deveria conduzir eletricidade.

A água não atende a alguns requisitos: o ponto de solidificação da água é  $0^{\circ}\text{C}$ ; causa muitos danos à propriedade e conduz eletricidade.

### Pó Químico Seco (PQS)

Para o combate do fogo no qual o uso de água não é adequado, o pó químico seco apresenta-se como uma alternativa para o dióxido de carbono ou agentes halogenados. Há, hoje, sete principais tipos de pó químico seco em uso, conforme quadro abaixo, e todos eles agem na supressão da chama.

Quadro 1 – Pó Químico Seco

Nome químico	Fórmula química	Nome comercial
Bicarbonato de sódio	$\text{NaHCO}_3$	“PQS BC”
Cloreto de Sódio	$\text{NaCl}$	“Sal de cozinha”
Bicarbonato de Potássio	$\text{KHCO}_3$	“Púrpura K”
Cloreto de Potássio	$\text{KCl}$	“Super K”
Sulfato de Potássio	$\text{K}_2\text{SO}_4$	
Fosfato Monoamônico	$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	“PQS ABC”
Uréia + Bicarbonato de Potássio	$\text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{KHCO}_3$	“Monnex”

Fonte: Adaptado de Fire Protection Handbook, 2008.

Todos eles são utilizados como agente extintor para incêndios das classes B e C. O fosfato monoamônico, no Brasil conhecido como PQS ABC, é considerado um agente extintor multipropósito, pois pode ser utilizado tanto para fogo da classe A quanto das classes B e C. Friedman (1998, p.230) afirma que somente o fosfato monoamônico é eficaz contra a queima que ocorre em profundidade em sólidos combustíveis. Isto se deve ao fato do fosfato monoamônico reagir na chama

formando o ácido fosfórico, que se deposita na superfície do material em combustão como uma espécie de cobertura vítrea.

Uma característica particular do agente pó químico seco é que qualquer um deles pode produzir algum grau de corrosão. Sabe-se que o fosfato monoamônico (PQS ABC) é ácido e corrói mais facilmente que os outros – que são neutros ou levemente alcalinos. Apesar disto, os benefícios do uso do fosfato monoamônico (PQS ABC) superam esta característica ácida, pois os danos causados pelo fogo e fumaça são superiores à corrosão (FRIEDMAN, 1998).

O uso de um extintor de pó químico seco em equipamentos energizados é considerado seguro para os brigadistas, em relação à possibilidade de choques elétricos. Para incêndios envolvendo líquidos inflamáveis, este também se mostra eficiente e seguro (BRENTANO, 2007a).

#### Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

É um gás a temperatura ambiente, inodoro, não condutor de eletricidade, não deixa resíduos corrosivos. De acordo com Seito et al (2008), o CO<sub>2</sub> extingue o fogo pela redução da concentração de oxigênio (O<sub>2</sub>) do ambiente para valores abaixo de 13,86%, o que impossibilita a respiração humana.

Ao usar CO<sub>2</sub> ao invés de água, tem-se a vantagem de evitar os danos que esta causa. Contudo, Friedman (1998) lista algumas desvantagens no uso do CO<sub>2</sub>:

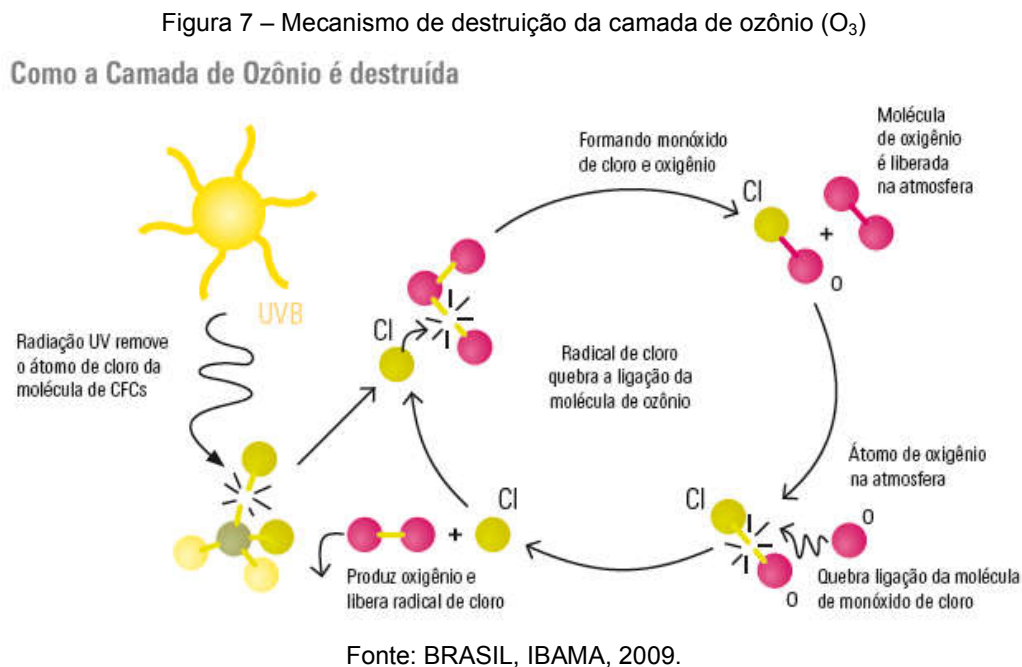
1. O CO<sub>2</sub> reduz a concentração de O<sub>2</sub> no ambiente deslocando-o; devido a isto, antes de fazer a inundação com este agente, é necessário que todas as pessoas presentes no ambiente protegido sejam evacuadas. Se alguém permanecer no local, deverá utilizar equipamento de proteção respiratória autônoma;
2. O fogo pode reiniciar se o gás se dissipar antes que toda a brasa ou metais se esfriem;
3. Não é nada prático inundar com CO<sub>2</sub> compartimentos que são realmente grandes, tais como hangar de aviões ou armazéns. E, obviamente, a extinção do fogo com CO<sub>2</sub> não é aplicável a um incêndio a céu aberto;

4. A quantidade de gás inerte proveniente de um cilindro é limitada se comparada à quantidade de água que se pode obter por meio dos hidrantes públicos;
5. Não é possível projetar um gás a uma longa distância do bocal dispersor do gás, como se pode fazer com a água.

Apesar destas desvantagens, o extintor de  $\text{CO}_2$  é o agente recomendado para extinguir fogo em equipamentos elétricos de alta voltagem com segurança, centrais de processamento de dados e bibliotecas.

### Agentes Limpos

Nas décadas de 60 e 70, foram desenvolvidos gases que apagavam o fogo sem a retirada significativa de oxigênio do ambiente. Os mais comercializados foram o Halon 1311 (sistemas fixos) e o Halon 1211 (sistemas de extintores). No entanto, o cloro e o bromo presentes nas moléculas destes gases destroem a camada de ozônio, conforme ilustra a figura 7.



Assim, o uso, a comercialização e a importação destes e outros gases foram proibidos pelo Protocolo de Montreal (1987) e regulamentadas no Brasil por meio das Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 13 de

13/12/95 e nº 229 de 20/08/97 (depois substituídas pela nº 267 de 14/09/2000) (SEITO, 2008; IBAMA, 2009). A partir deste momento, as empresas passaram a buscar agentes alternativos para substituir esses compostos halogenados. Em 1994, foi aprovada a norma técnica NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, da NFPA, que trata especificamente sobre agentes extintores limpos.

Para ser considerado um agente extintor limpo, de acordo com a NFPA 2001, o produto deve possuir propriedades extintoras, não ser tóxico às pessoas na concentração de projeto, não deixar resíduos nem ser corrosivo após a aplicação, não conduzir energia, ser ambientalmente seguro, ser tridimensional ou gasoso. (USP, 2014b).

Os agentes limpos halocarbonados podem ser utilizados para sistemas fixos de combate a incêndio ou em extintores portáteis, para incêndios classe A, B e C (USP, 2014b).

Sua alta eficiência extintora e pequeno volume necessário de armazenamento conduzem a extintores portáteis de alta eficiência e maior facilidade de manuseio. Os extintores de FE-36 são um bom exemplo desta utilização. (USP, 2014b, p.90)

Os agentes limpos utilizam diferentes processos físico-químicos na extinção do fogo, por isto, a NFPA 2001 classifica-os em dois grupos:

**Gases Inertes:** extinguem o fogo reduzindo a concentração de oxigênio presente no ambiente até em 12% do volume – segundo a norma, sem riscos para a respiração humana. Apresentam basicamente argônio e nitrogênio na composição, o que se evidencia em seus nomes comerciais: Argonite, Argon e Inergen.

**Gases Ativos:** estes extinguem o fogo pela retirada de energia térmica e pela interrupção da reação química em cadeia na combustão. Formados por diversas famílias químicas, são comercializados sob os nomes: FM-200, FE-227, FE-36 (SEITO, 2008).

Os projetos e instalações de sistemas de combate a incêndio utilizando gases limpos baseiam-se na norma NFPA 2001; para aplicação desta, é necessário o entendimento das seguintes definições:

NOAEL (No Observable Adverse Effect Level)

“Este parâmetro mede a maior concentração que pode ser utilizada do agente sem que nenhum efeito toxicológico ou fisiológico seja observado”. (USP, 2014b, p.94)

LOAEL (Lowest Observable Adverse Effect Level)

“Este parâmetro mede a menor concentração para a qual os primeiros efeitos toxicológicos e fisiológicos são observados.” (USP, 2014b, p.94)

Apesar destes parâmetros, a NFPA 2001 não recomenda a exposição desnecessária de pessoas a agentes limpos, pois ainda se trata de exposição a produtos químicos. E ainda de acordo com a norma, a exposição a qualquer agente limpo não deve ultrapassar cinco minutos (USP, 2014b).

FE - 36

O agente extintor FE36 é um hidrocarboneto fluoretado (HFC-236 fa) hexaflúor propano. É produzido pela DuPont na forma de gás incolor, inodoro, eletricamente não condutível. Apresenta desempenho e eficiência comparados ao Halon 1211, porém muito menos tóxico e não contribui para a destruição da camada de ozônio. É descarregado do extintor em estado líquido e torna-se um gás o que possibilita um excelente alcance da descarga (KIDDE).

Este agente é particularmente indicado para proteger ambientes que contêm equipamentos sensíveis e delicados, como centrais de processamento de dados, arquivos de documentos, centrais de comunicação, museus, enfim ambientes nos quais o agente mais adequado é aquele que não provoca danos nem deixa resíduos (BRENTANO, 2007a). Muitas vezes é usado na substituição do extintor de CO<sub>2</sub>, pois durante a descarga deste, o gás chega a temperaturas extremamente baixas, o que pode danificar equipamentos eletrônicos.

O FE-36 apresenta valores de NOAEL 10% e LOAEL 15% para testes de sensibilização cardíaca.

Espuma mecânica

A espuma de combate a incêndio é um agente extintor formado pela mistura de água, extrato formador de espuma e ar na forma um produto de densidade menor

que a densidade da água e da maioria dos líquidos inflamáveis. É aplicada sobre a superfície do líquido em chamas formando uma espécie de colchão de espuma. Desta forma extingue o fogo de três maneiras: produz um isolamento físico entre o ar e os vapores inflamáveis; promove a separação entre a chama e a superfície do combustível que emana vapores e que alimenta a chama, faz o resfriamento do combustível e adjacências (BRENTANO, 2007b; KIDDE BRASIL, 2007).

### **2.3.2 Capacidade extintora**

Segundo a NBR 15.808:2013 – Extintores de incêndio portáteis – a capacidade extintora é a medida do poder de extinção de fogo de um extintor, obtida em ensaio normatizado (ABNT, 2013b).

Brentano afirma que a capacidade extintora de um extintor de incêndio ou a sua eficácia é a medida do poder de extinção de fogo que este equipamento possui, em função de sua carga, obtida em ensaios normalizados.

Cada tipo de extintor possui uma capacidade extintora mínima e esta é representada por caracteres alfanuméricos: o número representa a capacidade extintora ou o tamanho do fogo que pode ser extinto, enquanto que a letra maiúscula identifica a classe para a qual o agente é adequado (BRENTANO, 2007a).

De acordo com a NBR 12.693/2013 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio – a capacidade extintora mínima de cada agente para que se constitua uma “unidade extintora”, deve ser:

- a) carga de água: extintor com capacidade extintora 2-A;
- b) carga de espuma mecânica: extintor com capacidade extintora 2-A:10-B;
- c) carga de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): extintor com capacidade extintora 5-B:C;
- d) carga de pó BC: extintor com capacidade extintora de 20-B:C;
- e) carga de pó ABC: extintor com capacidade extintora de 2-A:20-B:C;
- f) carga de halogenado: extintor com capacidade extintora de 5-B:C (ABNT, 2013a).

Essa mesma norma observa ainda que cada pavimento deve possuir, no mínimo, duas unidades extintoras, sendo uma para incêndio classe A e outra para incêndio

classes B ou C. É permitida a instalação de duas unidades extintoras de pó ABC, com capacidade extintora de no mínimo 2-A:20-B:C (ABNT, 2013a).

A capacidade extintora também é utilizada para a diferenciação entre extintores convencionais e extintores de alta *performance* ou extintores de alto desempenho. O Procedimento de Fiscalização de Extintores de Incêndio do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) define:

Entende-se como extintores de alta performance aqueles que necessitam de condições especiais para a inspeção técnica e manutenção, por requererem equipamentos ou procedimentos específicos definidos pelos manuais técnicos dos fabricantes. O termo alta performance está associado ao alto desempenho ao fogo, ou seja, alto grau de capacidade extintora. (INMETRO, 2012, p.1)

### **2.3.3 Fatores que determinam a eficiência no uso de extintores portáteis**

Brentano (2007a, p.409) defende que o sucesso do uso do extintor de incêndio depende de alguns fatores, são eles:

- Descoberta do fogo no seu início – princípio de incêndio;
- Corretas distribuição e localização dos extintores nas edificações;
- Correta seleção do tipo de agente para a respectiva classe de incêndio;
- O combate ao fogo ser feito por pessoa treinada e pronta para entrar em ação;
- Manutenção periódica dos equipamentos.

O quadro 2 apresenta a relação entre eficiência do agente extintor e as classes de fogo A, B e C.

Quadro 2 – Eficiência de Agentes Extintores

Incêndio	Agente Extintor					
	Água	Pó BC	Pó ABC	CO <sub>2</sub>	Halogenados	Espuma Mecânica
Classe A	Eficiente	Não	Eficiente	Pouco Eficiente	Pouco Eficiente	Eficiente
Classe B	Não	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente
Classe C	Não	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Não

Fonte: BRASIL, ANVISA, 2014

O único extintor portátil eficiente no combate ao fogo de classe A, B e C é o pó ABC.

### 2.3.4 Manutenção de Extintores no Brasil

A NBR 12.962/1998 define as condições mínimas para inspeção, manutenção e recarga em extintores de incêndio.

Inspeção tem a finalidade de verificar se o extintor permanece em condições originais de operação. Sua frequência deve ser de seis meses para extintores com carga de CO<sub>2</sub> e de doze meses para os demais (ABNT, 1998).

A manutenção tem a finalidade de corrigir alguma não conformidade, devolvendo aos equipamentos as suas condições originais de operação. Esta é dividida em três níveis:

A manutenção de primeiro nível é aquela executada no local onde o extintor está instalado, não havendo necessidade de removê-lo para oficina especializada.

A manutenção de segundo nível requer equipamento e local apropriados para execução do serviço, como por exemplo, desmontagem completa do extintor, verificação da carga e das partes internas e externas quanto à existência de danos ou corrosão.

A manutenção de terceiro nível ou vistoria, além da revisão total do extintor, inclui o ensaio hidrostático – que consiste na avaliação da resistência do componente a pressões superiores à pressão normal de carregamento ou de funcionamento do equipamento (ABNT, 1998).

Segundo o Regulamento Técnico da Qualidade para os Serviços de Inspeção Técnica e Manutenção de Extintores de Incêndio publicado em 2011 pelo INMETRO, a manutenção é requerida sempre após a utilização do extintor de incêndio, quando indicado por uma inspeção técnica ou de acordo com a frequência prevista por este documento.

Em relação à recarga, para os extintores de incêndio à base de água, esta deve ser realizada em intervalos de no máximo cinco anos. No caso de extintores à base de pó, estes agentes devem ser substituídos até o vencimento da garantia definida pelo fabricante do agente extintor. Extintores à base de dióxido de carbono devem ter o agente extintor substituído quando houver perda superior a 10% do peso da carga. Para extintores de incêndio à base de hidrocarbonetos hidrogenados, os agentes extintores devem ser substituídos a cada cinco anos ou quando a pressão, lida no indicador de pressão, indicar valores fora da faixa de operação (ABNT, 1998).

## 2.4 O HOSPITAL E A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O termo “hospital”, segundo o Dicionário Aurélio (2004, p.456), significa “estabelecimento onde se tratam doentes, internados ou não”. Inicialmente, os hospitais apenas tratavam as doenças, hoje muitos hospitais oferecem além dos serviços médicos de tratamento, serviços de diagnóstico e medicina preventiva. Devido a esta ampla atuação, os hospitais precisam abrigar um grande número de aparelhos eletromédicos, muitos de custo elevado. De tempos em tempos, com os desenvolvimentos da medicina e da tecnologia, novos aparelhos são adquiridos, ambientes são completamente alterados. Esta constante transformação torna o hospital um edifício complexo, que segundo Venezia, “evidencia a possibilidade de um alto risco de incêndio, que pode ser reduzido se forem implementadas medidas adequadas de controle.”.

No Quadro 3, Venezia relaciona fatores de complexidade de um hospital sob o aspecto da segurança contra incêndio.

Quadro 3 – Complexidade dos edifícios hospitalares

<b>FATOR DE COMPLEXIDADE</b>	<b>INTERFACE COM A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO</b>
Diversidade de pacientes com diferentes graus de mobilidade, enfermidades e restrições visuais, auditivas, entre outros.	Diferentes tipos de pacientes podem apresentar velocidades distintas de locomoção, sendo que alguns podem necessitar de assistência para deixar o edifício.  Para alguns pacientes internados não existe a possibilidade de evacuação segura para o exterior em tempo hábil. Portanto, devem-se ter áreas de refúgio e compartimentações adequadas ao risco de incêndio envolvido.
Diversidade de público: funcionários e visitantes. Em alguns casos, horários fixos para visitação dos pacientes.	Parte considerável do público pode não estar familiarizada com o edifício. Deve haver controle de população para que não exceda a capacidade dos meios de saída.
Diversidade de fluxos, muitas vezes conflitantes (pacientes, lixo, roupa, medicamentos, coletas, exames, documentos, mantimentos, produtos de higiene e limpeza, dentre outros).	Estabelecimento de fluxo de materiais combustíveis e do fluxo de pessoas dentro do edifício, utilizando compartimentações adequadas nos ambientes, para que um incêndio não tome grandes proporções.
Diversidade de ocupações e funções: médica, cirúrgica, de hotelaria, de lavanderia, de laboratório, de restaurante, de auditório, entre outras.	Setorização adequada das ocupações dentro do edifício proporciona que cada zona seja tratada de acordo com o risco de incêndio esperado.
Recursos financeiros limitados e altos custos	Falta de recursos pode gerar situações desfavoráveis à segurança contra incêndio.

<p>Edificações de grande porte, muitas vezes antigas, necessitando de atualizações constantes e manutenção.</p> <p>Localização dos hospitais na malha urbana (normalmente os hospitais estão edificadas na malha urbana, com típicos problemas urbanos: poluição (sonoro, ar, etc.), falta de espaço para expansão física e infra estrutura).</p>	<p>Períodos de reformas e atualizações tornam o edifício especialmente vulnerável em relação ao risco de incêndio.</p> <p>Garantir duas vias muito bem estabelecidas: a de saída de pessoas e a de entrada dos bombeiros para que não haja conflito de fluxos em situações de incêndio.</p> <p>Implantação do edifício pode não favorecer a aproximação das viaturas de bombeiros para intervenção externa.</p>
<p>Materiais de acabamento lisos e laváveis possibilitando conforto acústico.</p>	<p>Especificação adequada de materiais de acabamento levando-se em consideração suas características de reação ao fogo (nível de combustibilidade, facilidade de ignição e de propagação de chamas, entre outras).</p>
<p>Possibilidade de visualização do paciente, porém mantendo sua privacidade.</p>	<p>Considerar a compartimentação segura dos ambientes em função do risco esperado de incêndio.</p>
<p>Criação de ambientes seguros e assépticos, porém mantendo uma atmosfera familiar, aconchegante e agradável.</p>	<p>Especificação adequada de materiais de acabamento.</p>

(Fonte – VENEZIA, 2011 p.59)

Quando um incêndio de grandes proporções acontece em um edifício hospitalar, as medidas necessárias para abandono são bastante complexas, pois envolvem pacientes com mobilidade reduzida, podendo acarretar em perdas de vidas (VENEZIA, 2011). No século XX, três grandes incêndios atingiram hospitais norte-americanos causando dezenas de mortes. Em 1929, um incêndio no Cleveland Clinic (Ohio) causou 125 mortes; no Anthony Hospital (Illinois) em 1949, 74 pessoas morreram e em 1950, no Mercy Hospital (Iowa), registraram-se 41 óbitos.

De acordo com Venezia (2011), no Brasil, a segurança contra incêndio nos projetos hospitalares é, na maioria das vezes, tratada como uma obrigação legal a ser cumprida, sem a discussão do nível de segurança mais adequado para este tipo de edificação.

Faz parte da cultura empresarial nacional a noção de que a segurança representa um gasto sem retorno financeiro, o que leva muitas empresas a conceber as questões de segurança num plano inferior nas prioridades administrativas. Este é, sem dúvida, um ponto de vista equivocado, por desconsiderar não somente o bem estar do trabalhador como também a integridade do patrimônio da empresa (BRITO, 2006, p.15 apud VENEZIA, 2011, p.26).

Um hospital, ou outros tipos de estabelecimentos de saúde, no estado de São Paulo deve atender aos requisitos mínimos de segurança contra incêndio do Código de Obras e Edificações (COE) do município no qual está instalado, o Decreto Estadual 56.819/2011 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP) e a RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

A Instrução Técnica N° 21/11 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, em relação a extintor de incêndio, diz: “Cada pavimento deve possuir, no mínimo, duas unidades extintoras, sendo uma para incêndio classe A e outra para incêndio classes B e C. É permitida a instalação de duas unidades extintoras iguais de pó ABC.”

Em 2014, a ANVISA publicou o Manual de Segurança Contra Incêndios em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde com objetivo de fornecer orientações sobre prevenção e combate a incêndios. Um dos tópicos abordados é a instalação de sistema de proteção por extintores portáteis, projetado e mantido em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A instalação de proteção por extintores de incêndio consta, em caráter mandatório, tanto no Decreto Estadual 56.819/2011 do estado de São Paulo quanto na RDC nº 50/2002. Em relação ao tipo de extintor, o Manual sugere:

Recomenda-se a adoção de extintores triclasse (ABC), facilitando o treinamento da brigada de incêndio, uma vez que um único extintor pode ser utilizado nas diversas “classes” de incêndio. Não há necessidade de se

escolher o extintor mais adequado à “classe” de fogo e nem o risco de utilizar-se o agente extintor errado, o que pode vir a colocar o operador em risco. (ANVISA, 2014, p.68)

O Manual ainda sugere a utilização de extintores portáteis de alta eficiência, em virtude da população fixa deste tipo de estabelecimento.

Considerando a predominância feminina na população fixa em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, recomenda-se fortemente a utilização de extintores portáteis de alta eficiência, ou seja, extintores de alto poder de extinção e com baixo peso. Extintores portáteis pesando mais que 10 kg são de difícil manuseio e limitam em muito as ações de combate. (ANVISA, 2014, p.68)

Além disso, faz a seguinte recomendação, em relação ao uso de extintores com agente limpos:

Recomenda-se que em áreas destinadas a equipamentos eletrônicos mais sensíveis, seja considerada a utilização de extintores portáteis com agentes extintores não condutores de eletricidade e que preferencialmente não deixem resíduos após a descarga ou ainda que não danifiquem os circuitos desses equipamentos por reação química ou choque térmico. (ANVISA, 2014, p.68)

De várias áreas de um hospital em que os riscos de incêndios são maiores, o centro cirúrgico é um espaço no qual a proteção contra incêndio precisa ser examinada em detalhes: devem-se considerar não somente as características do ambiente como também as atividades de anestesia e cirurgia. De acordo com Almeida et al (2012), a fonte de ignição mais frequentemente envolvida em incêndios nas salas cirúrgicas é o bisturi elétrico. Este equipamento utilizado em aproximadamente 85% das cirurgias está relacionado com 100% dos incêndios associados à assistência anestesiológica, embora o laser e a luz concentrada por meio de fibra ótica também possam gerar o calor necessário para o início da combustão. “A maioria dos relatos de incêndio em sala cirúrgica relaciona-se com procedimentos sob acompanhamentos anestésicos com uso de sistemas abertos para fornecimento de oxigênio, como cateter nasal ou máscaras faciais.” (ALMEIDA et al, 2012, p. 436). Alguns profissionais têm papel vital neste momento, dentre eles o anestesilogista que controla o fornecimento do oxigênio.

Atenção especial deve ser dada aos antissépticos: a maioria das preparações disponíveis contém algum tipo de álcool. O calor da pele pode facilitar a evaporação

destes, o que facilita a combustão. Além disto, os aparelhos eletrocirúrgicos podem alcançar altas temperaturas, gerando calor suficiente para iniciar combustão em praticamente todos os antissépticos a base de álcool, mesmo quando a concentração é baixa. A presença de pelos e dobras cutâneas, por exemplo, podem alterar o tempo de secagem informado pelo fabricante e isto deve ser considerado pela equipe médica (ALMEIDA, 2011).

Segundo Hart et al (2011), quando o paciente é a fonte de combustível, um extintor de CO<sub>2</sub> é preferível em relação ao PQS ABC, pois reduz o risco de contaminação e danos aos tecidos. O extintor PQS ABC também é recomendado para centros cirúrgicos, porém entende-se que se trata de uma proteção complementar ao CO<sub>2</sub>, em situações nas quais o fogo propague da mesa de operação para os demais itens da sala.

### 3. MATERIAS E MÉTODOS

#### 3.1. ESTUDO DE CASO: UM HOSPITAL NA BAIXADA SANTISTA

O objeto deste estudo de caso é um hospital da rede privada, situado na Baixada Santista e, por questão de privacidade, será chamado de “Hospital Saúde”.

O edifício hospitalar construído em 1.979 (com ampliações no decorrer dos anos) situa-se em uma esquina, com duas vias de acesso: uma entrada principal e outra lateral. Em um terreno de 3.000 m<sup>2</sup>, o edifício totaliza 6.228,96 m<sup>2</sup> de construção, distribuídos da seguinte forma:

- Térreo com 1.078,73 m<sup>2</sup> de construção;
- 1º pavimento com 1.155,70 m<sup>2</sup> de construção;
- 2º pavimento com 1.096,59 m<sup>2</sup> de construção;
- 3º pavimento com 1.037,31 m<sup>2</sup> de construção;
- 4º pavimento com 1.037,31 m<sup>2</sup> de construção;
- Cobertura com 188,69 m<sup>2</sup> de construção e
- Casa de máquina 68,12 m<sup>2</sup> de construção.

Figura 8 – Vista aérea do Hospital Saúde.



Fonte: adaptado do Google Earth

No Hospital Saúde são realizados partos, atendimentos de pronto-socorro, cirurgias, pequenos procedimentos, atendimentos ambulatoriais. Além de exames diagnósticos e diversos tratamentos.

O Hospital Saúde possui oitenta e três leitos, dez leitos na Unidades de Tratamento Intensivo (UTI). Possui três centros cirúrgicos independentes, além de áreas destinadas à administração, consultórios, refeitório, cozinha, auditório, biblioteca, lavanderia e estacionamento.

O quadro de funcionários do Hospital é constituído por quatrocentos e dois funcionários diretos e prestadores de serviços (população fixa), além de duzentos e noventa e sete médicos associados (população flutuante). Dos quatrocentos e dois funcionários do Hospital Saúde, 85,3% são mulheres. Na brigada de incêndio, elas correspondem a 30%.

### 3.2. LEVANTAMENTO DE EXTINTORES PORTÁTEIS DO HOSPITAL SAÚDE

Para o levantamento dos extintores foram realizadas vistorias acompanhadas pelo técnico em segurança do trabalho da empresa. Foi utilizada para orientação – e correta localização dos extintores – a planta do projeto arquitetônico fornecido pelo hospital, Anexo A. Os extintores foram enumerados, caracterizados e indicados na planta. Com os dados obtidos construiu-se a planilha “Cadastro de Extintores de Incêndio do Hospital Saúde”.

Na figura 9, se observa que esta é composta por colunas nas quais estão especificados: o pavimento e área nos quais o extintor está localizado, seu número sequencial (de 1 a 66), o agente extintor, quantidade de carga, capacidade extintora, data da recarga e sua validade em número de dias, data para a realização da recarga, data do último teste hidrostático e do vencimento deste.

Figura 9: Planilha “Cadastro de Extintores do Hospital Saúde”

CADASTRO DE EXTINTORES												01/02/2016
PAVIMENTO	NÚMERO DE ORDEM	LOCALIZAÇÃO	NÚMERO DE FABRICAÇÃO	AGENTE EXTINTOR	QUANTIDADE DE CARGA	CAPACIDADE EXTINTORA	DATA DA RECARGA	VALIDADE DA CARGA (di)	VENCIMENTO DA CARGA	DATA DO TESTE HIDROSTÁTICO	VENCIMENTO DO TESTE HIDROSTÁTICO	
Térreo	1	Hall da escada		ÁGUA	10 L	2-A	outubro-15	366	outubro-16	dezembro-13	dezembro-18	
Térreo	2	Estacionamento		ÁGUA	10 L	2-A	outubro-15	366	outubro-16	dezembro-13	dezembro-18	
Térreo	3	Estacionamento		PQS BC	4 Kg	20-B.C	outubro-15	366	outubro-16	dezembro-13	dezembro-18	
Térreo	4	Gerador de energia - Principal		CO2	6 Kg	2-B.C	outubro-15	366	outubro-16	dezembro-13	dezembro-18	

Fonte: Arquivo pessoal

Foi feito um laudo fotográfico de áreas específicas do Hospital: Sala de Tecnologia da Informação (TI), Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e Centro Cirúrgico.

Entrevistou-se o técnico de segurança do Hospital Saúde a fim de obter informações sobre o processo de manutenção adotado para os extintores portáteis. Foram feitas as seguintes perguntas:

1. Há um plano de manutenção dos extintores portáteis?
2. Após a retirada dos equipamentos para manutenção, quanto tempo leva para que estes sejam devolvidos para o hospital?
3. O hospital possui extintores reservas? Se não, a empresa contratada fornece?
4. Qual o prazo de garantia da carga dado pela empresa atualmente contratada?
5. Qual é o custo de manutenção para cada especificação de extintor?

### 3.3 BUSCA DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA EQUIPAMENTOS PORTÁTEIS DE COMBATE A INCÊNDIO.

A partir dos conhecimentos adquiridos no curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Escola Politécnica da USP sobre extintores portáteis com tecnologias alternativas à convencional, foram pesquisados materiais bibliográficos de especialistas da área e catálogos de especificações técnicas dos quatro maiores fabricantes no Brasil. Com o material obtido, fez-se uma análise comparativa dos modelos disponíveis no mercado, de algumas especificações técnicas, como pureza do agente extintor, peso bruto do extintor, carga, capacidade extintora, pressão interna e alcance do jato.

### 3.4. LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO PERIÓDICA E DE AQUISIÇÃO DE EXTINTORES NOVOS

Desenvolveu-se uma planilha para cálculo do custo de manutenção para um ano e para cinco anos. Consultaram-se duas empresas locais, além da empresa que atualmente presta este serviço para o Hospital Saúde.

Analisadas as especificações técnicas dos quatro fabricantes de extintores, elencaram-se os equipamentos que atendem aos requisitos: garantia de cinco anos e capacidade extintora aproximada à dos equipamentos hoje instalados. O levantamento de preço destes extintores foi feito por contato telefônico com as empresas fornecedoras.

### 3.5 NORMAS

Foram consultadas as seguintes normas referentes à proteção contra incêndio em estabelecimentos assistenciais de saúde:

- Decreto Estadual nº 56.819/2011 (SÃO PAULO, 2011) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo e as Instruções Técnicas (IT) que o complementam;  
IT N°3/2011: “Terminologia de segurança contra incêndio”  
IT N°21/2011: “Sistema de proteção por extintores de incêndio”
- RDC nº 50 – Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA);
- Normas Brasileiras (ABNT):  
NBR 12.693 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio;  
NBR 12.962 – Inspeção, manutenção e recarga em extintores de incêndio;  
NBR 15.808 – Extintores de incêndio portáteis.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. SISTEMA DE EXTINTORES PORTÁTEIS DO HOSPITAL SAÚDE E SUAS VULNERABILIDADES

Considerou-se que o dimensionamento e posicionamento dos extintores portáteis estão adequados visto que a instituição possui o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), atendendo ao artigo 24 do capítulo IX “Das Medidas de Segurança Contra Incêndio” do Decreto Estadual 56.819/2011 (CBPMESP) que prevê o emprego, em caráter obrigatório, da proteção por estes equipamentos. Inclusive, há mais unidades instaladas do que o requerido pela legislação em vigor, mas não estão informados na planta das medidas de segurança contra incêndio.

Para a realização deste trabalho, os equipamentos atualmente instalados no Hospital Saúde têm suas posições indicadas na planta do projeto arquitetônico, Anexo A deste trabalho. As características técnicas, prazos de garantia e do teste hidrostático são detalhados na planilha “Cadastro de Extintores do Hospital Saúde”, Anexo B. Analisando-se esta planilha, observa-se que todos os equipamentos são do tipo convencional, com três diferentes agentes extintores: água, pó químico seco BC e CO<sub>2</sub>, conforme quadro 4:

Quadro 4 – Extintores Hospital Saúde

	Água	CO <sub>2</sub>	PQS BC	
<b>Carga</b>	10 litros	6 kg	4 kg	6 kg
<b>Capacidade Extintora</b>	2-A	5-B:C	20-B:C	20-B:C
<b>Peso cheio (médio)</b>	15 kg	19,5 kg	6,7 kg	8,7 kg
<b>Número de equipamentos</b>	23	19	11	13
<b>% equipamentos</b>	34,85%	28,78%	16,67%	19,70%

Fonte: arquivo pessoal

Em algumas áreas, a substituição do CO<sub>2</sub> pelo extintor PQS ABC não é o mais indicado. Na sala de informática, figura 10, não se recomenda a troca do atual extintor de CO<sub>2</sub> por PQS ABC, devido às características corrosivas do agente fosfato monoamônico e os equipamentos sensíveis presentes nesta sala. Para esta área, o extintor de CO<sub>2</sub> é o recomendado (FRIEDMAN, 1998). Uma opção de otimização é a substituição do CO<sub>2</sub> pelo agente limpo FE-36, particularmente indicado para proteger ambientes com equipamentos sensíveis (BRENTANO, 2007a).

Figura 10 – Sala de Informática e extintor de CO<sub>2</sub>



Fonte: arquivo pessoal

Recomenda-se manter instalados os extintores de CO<sub>2</sub> no Centro Cirúrgico, figura 11, devido à possibilidade de fogo durante a cirurgia. Este agente extintor é preferível em relação ao fosfato monoamônico, já que reduz o risco de contaminação e danos aos tecidos (HART et al, 2011). Não foi encontrada na literatura informação acerca da possibilidade de uso do FE-36 nesta área.

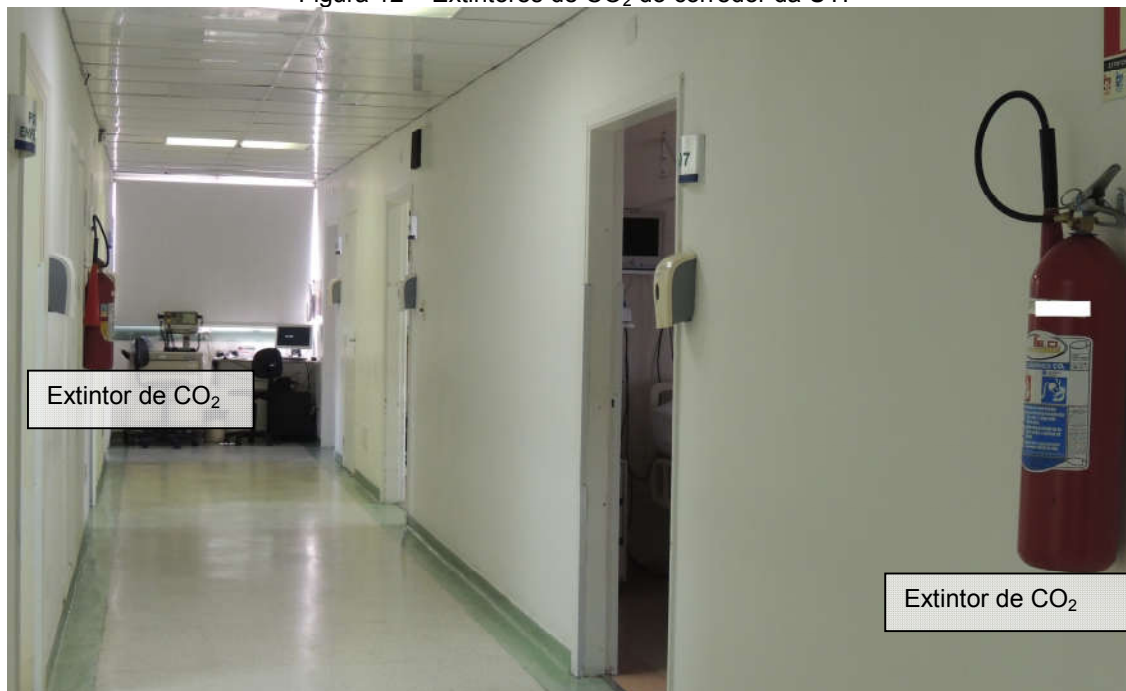
Figura 11 – Extintores de Água e CO<sub>2</sub> no corredor do Centro Cirúrgico



Fonte: arquivo pessoal

Na UTI também se recomenda que sejam mantidos os extintores de CO<sub>2</sub> instalados, conforme figura 12, dadas as condições de saúde dos pacientes desta ala e os aparelhos sensíveis instalados.

Figura 12 – Extintores de CO<sub>2</sub> do corredor da UTI



Fonte: arquivo pessoal

Da entrevista com o técnico em segurança do trabalho do Hospital Saúde obtiveram-se as informações a respeito do processo de manutenção dos extintores: uma vez ao ano, retira-se parte dos equipamentos para manutenção. A maior parte das posições ocupadas por estes ficam vazias, pois o hospital possui quantidade insuficiente de equipamentos reservas (menos de 10%) e a empresa contratada não faz empréstimos. Na medida do possível, são feitas seleções, de modo que áreas de maior risco fiquem pelo menos parcialmente protegidas, mas nem sempre isto é possível. O processo que normalmente se inicia em outubro, se estende a novembro, até que todos os equipamentos passem por manutenção de segundo nível. O prazo de garantia dado pela empresa é de um ano apenas. A empresa contratada devolve os equipamentos em vinte dias ou mais, o que agrava a questão discutida anteriormente: algumas áreas de risco ficam apenas parcialmente protegidas e, em alguns casos, totalmente desprotegidas para aquelas classes de fogo que o extintor protegia. Há riscos que ficam protegidos por agentes extintores inadequados, como exemplo, equipamentos elétricos energizados protegidos com extintor de água.

Os custos de manutenção para cada especificação de extintores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Custos de manutenção de extintores convencionais<sup>1</sup>

<b>Extintor</b>	<b>Carga</b>	<b>Empresa Manutenção X</b>	<b>Empresa Manutenção Y</b>	<b>Empresa Manutenção Z</b>	<b>Custo Médio</b>
ÁGUA	10 L	R\$ 25,00	R\$ 28,00	R\$ 28,00	R\$ 26,00
PQS BC	4 Kg	R\$ 48,00	R\$ 53,00	R\$ 53,00	R\$ 51,00
PQS BC	6 Kg	R\$ 60,00	R\$ 75,00	R\$ 71,00	R\$ 69,00
CO <sub>2</sub>	6 Kg	R\$ 64,00	R\$ 76,00	R\$ 74,00	R\$ 72,00

Fonte: arquivo pessoal

## 4.2 RESULTADOS DAS PESQUISAS SOBRE OS EXTINTORES DISPONÍVEIS NO MERCADO

Dos quatro fornecedores pesquisados, um deles não comercializa extintores com

<sup>1</sup> Valores referentes a janeiro de 2016.

cinco anos de garantia. Outro não disponibiliza, em seu sítio na internet, nenhum tipo de documento técnico dizendo qual o agente, pureza e demais características técnicas que possam ser comparadas com os demais fabricantes.

Por isto, ambos foram desconsiderados para este estudo. As especificações técnicas dos extintores comercializados pelos outros dois fornecedores, Fornecedor A e Fornecedor B, estão no quadro 5.

Quadro 5 – Características técnicas dos equipamentos disponíveis no mercado

		<b>Classe de fogo</b>	<b>Agente extintor</b>	<b>Pureza do agente</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Peso bruto (Kg)</b>	<b>Pressão (MPa)</b>	<b>Tempo de descarga (s)</b>	<b>Garantia (anos)</b>	<b>Capacidade extintora</b>
<b>Fornecedor A</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	ABC	Fosfato monoamônico	90%	2,3	3,4	1,35	13 a 15	5	2-A:40-B:C
		ABC	Fosfato monoamônico	90%	4,5	7,0	1,35	20 a 24	5	4-A:80-B:C
		BC	FE-36	N.d.	2,0	3,1	0,7	13 a 15	5	5-B:C
	<b>Linha 55%</b>	ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,1	1,0	8 a 15	5	2-A:20-B:C
<b>Fornecedor B</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	ABC	Fosfato monoamônico	90%	2,3	4,57	1,03	13 a 15	5	2-A:40-B:C
		BC	FE-36	N.d.	2,5	5,3	0,86	8 a 10	5	5-B:C
	<b>Linha 55%</b>	ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,8	1,03	8 a 10	5	2-A:20-B:C

N.d. = Não disponível

Fonte: arquivo pessoal

Os valores de custo para aquisição de extintores são apresentados no quadro 6.

Quadro 6 – Preços de extintores portáteis ABC alto desempenho, ABC 55% e FE-36<sup>2</sup>

		<b>Class e de fogo</b>	<b>Agente extintor</b>	<b>Pureza do agente</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Peso bruto (Kg)</b>	<b>Preço R\$</b>
<b>Fornecedor A</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	ABC	Fosfato monoamônico	90%	2,3	3,4	360,00
		ABC	Fosfato monoamônico	90%	4,5	7,0	550,00
		BC	FE-36	N.d.	2,0	3,1	2.330,00
	<b>Linha 55%</b>	ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,1	190,00
<b>Fornecedor B</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	ABC	Fosfato monoamônico	90%	2,3	4,57	213,00
		BC	FE-36	N.d.	2,5	5,3	1984,00
	<b>Linha 55%</b>	ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,8	413,00

N.d. = Não disponível

Fonte: Arquivo pessoal

#### 4.3 COMPARAÇÕES TÉCNICAS ENTRE EXTINTORES PORTÁTEIS

No quadro 7 são comparadas especificações técnicas entre os extintores instalados no edifício hospitalar em estudo e as possíveis substituições. São analisados os extintores com fosfato monoamônico (triclasse) em dois diferentes graus de pureza 55% e 90% (este considerado de alto desempenho), além do agente limpo FE-36, todos com cinco anos de garantia.

<sup>2</sup> Valores referentes a janeiro de 2016.

Quadro 7 – Comparação entre especificações técnicas

		<b>Classe de fogo</b>	<b>Agente extintor</b>	<b>Pureza do agente</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Peso bruto (Kg)</b>	<b>Pressão (MPa)</b>	<b>Tempo de descarga (s)</b>	<b>Garantia (anos)</b>	<b>Capacidade extintora</b>
<b>Fornecedor A</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	ABC	Fosfato monoamônico	90%	2,3	3,4	1,35	13 a 15	5	2-A:40-B:C
	<b>Linha 55%</b>	ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,1	1,00	8 a 15	5	2-A:20-B:C
<b>Fornecedor B</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	ABC	Fosfato monoamônico	90%	2,3	4,57	1,03	13 a 15	5	2-A:40-B:C
	<b>Linha 55%</b>	ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,8	1,03	8 a 10	5	2-A:20-B:C
<b>Fornecedor A</b>	<b>Linha Convencional</b>	ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,1	1,00	8 a 15	1	2-A:20-B:C
<b>Fornecedor B</b>		ABC	Fosfato monoamônico	55%	4,0	6,8	1,02	N.d.	1	2-A:20-B:C
<b>Fornecedor A</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	BC	FE-36	N.d.	2,0	3,1	N.d.	13 a 15	5	5-B:C
<b>Fornecedor B</b>	<b>Linha Alto desempenho</b>	BC	FE-36	N.d.	2,5	4,7	N.d.	8 a 10	5	5-B:C
<b>Fabricantes diversos</b>	<b>Linha convencional utilizada pelo Hospital Saúde</b>	BC	Bicarbonato de Sódio	N.d.	4,0	6,8	N.d.	8 a 15	1	20-B:C
		BC	Bicarbonato de Sódio	N.d.	6,0	9,4	N.d.	8 a 10	1	20-B:C
		A	Água	N.d.	10,0	15,0	N.d.	55 a 60	1	2-A
		BC	CO <sub>2</sub>		6,0	19,5	12,6	15 a 19	1	5-B:C

N.d. = Não disponível

Fonte: arquivo pessoal

Analisando-se o quadro 7, observa-se que, em relação aos demais extintores que utilizam o fosfato monoamônico, os equipamentos das linhas de alto desempenho dos Fornecedores A e B apresentam agente extintor com maior pureza (90%) e destacam-se também pela maior capacidade extintora para líquidos inflamáveis (2-A:40-B:C). Ambos apresentam desempenhos iguais frente ao fogo. Os únicos fatores de diferenciação entre eles são: o preço (Fornecedor A: R\$360,00 e Fornecedor B: R\$213,00) e o peso bruto (Fornecedor A: 3,4kg e Fornecedor B: 4,5kg) – ambos relativamente leves se considerarem-se as opções de extintores convencionais. Além disto, quando se analisam o tempo de descarga e a pressão interna dos equipamentos constata-se, novamente, que os equipamentos das linhas alto desempenho têm maior duração em relação aos triclasse convencionais, ou seja, haverá mais tempo de combate ao incêndio, que proporcionará uma maior oportunidade de apagá-lo. Para o desenvolvimento dos cálculos, embora estes equipamentos sejam muito similares, considerou-se o de menor custo: PQS ABC 90% do Fornecedor B.

Observa-se, no quadro 7, que os dois fornecedores oferecem um modelo de extintor PQS ABC linha 55% de pureza do agente. Esta linha apresenta quase todas as características de um triclasse convencional – capacidades extintoras, peso bruto, pureza do agente, pressão, tempo de descarga – porém com cinco anos de garantia. Embora não seja de alto desempenho, o fato de ser triclasse e ter garantia de cinco anos já pode ser considerada uma evolução em relação aos equipamentos utilizados hoje pelo Hospital. Por isto, esta linha de equipamentos será considerada nas propostas de otimização do sistema de proteção por extintores do Hospital Saúde. Para esta especificação de extintores considerou-se o valor de custo do equipamento PQS ABC 55% do Fornecedor A.

Os extintores de pó químico seco ABC convencionais não foram considerados neste trabalho, pois apresentam prazo de garantia de apenas um ano. Para este estudo de custo e benefício esta é uma característica fundamental.

Ainda em relação às especificações do quadro 7, analisaram-se as seguintes situações com foco na redução do peso bruto dos equipamentos:

Para o combate ao fogo de classe A, o equipamento disponível no Hospital Saúde é o extintor de água. Ao substituí-lo por extintores triclasse (PQS ABC 55% ou alto desempenho) há uma considerável redução do peso bruto, para mesma capacidade extintora (2-A):

Água: peso bruto 15 kg

PQS ABC 55% (Fornecedor A): peso bruto 6,1 kg: redução de 59,3%

PQS ABC alto desempenho (Fornecedor B): peso bruto 4,57 kg: redução de 69,5%

Para o combate ao fogo de classes B ou C, os equipamentos hoje disponíveis são: extintor PQS BC (4 e 6 kg) ou CO<sub>2</sub> (6 kg).

Ao substituí-los por PQS triclasse têm-se as seguintes reduções do peso bruto:

PQS BC 4 kg: peso bruto 6,8 kg

PQS ABC 55% (Fornecedor A): peso bruto 6,1 kg: redução de 10,3%

PQS ABC alto desempenho (Fornecedor B): peso bruto 4,57 kg: redução de 32,8%

PQS BC 6 kg: 9,4 kg

PQS ABC 55% (Fornecedor A): peso bruto 6,1 kg: redução de 35,1%

PQS ABC alto desempenho (Fornecedor B): peso bruto 4,57 kg: redução de 51,4%

CO<sub>2</sub> 6kg: 19,5 kg

PQS ABC 55% (Fornecedor A): peso bruto 6,1 kg – redução de 68,7%

PQS ABC alto desempenho (Fornecedor B): peso bruto 4,57 kg: redução de 76,5%

Para as áreas de risco protegidas por CO<sub>2</sub> cuja troca por PQS ABC seja possível, as vantagens podem ser muito relevantes: significativa redução do peso bruto com aumento da capacidade extintora de 5-B:C para 2-A:40-B:C.

Todos os equipamentos analisados com intuito de substituir os existentes no Hospital têm peso bruto menor. Este é um fator importante, considerando-se que a população fixa da instituição estudada é composta por 85,3% de mulheres.

Além das características acima analisadas, somam-se a elas as vantagens:

- Segurança do usuário: com extintor multipropósito, o usuário não precisa associar o agente extintor à classe de fogo que pretende combater. Desta forma, evita-se que, por exemplo, para um fogo em equipamentos elétricos energizados (classe C) seja utilizado um extintor de água (classe A) o que poderia causar um choque elétrico. Ou ainda, ser usado um extintor PQS BC em um fogo em material sólido combustível, que não extinguiria o fogo.
- Baixa manutenção e alta disponibilidade: extintores com garantia estendida (cinco anos) não requerem inspeção interna anual, desta forma evita-se que ano após ano o extintor seja enviado para a empresa de manutenção. Além disto, proporciona disponibilidade integral dos equipamentos, pois o local não permanece desprotegido enquanto o equipamento está ausente e, ainda, evita-se a aquisição de equipamentos reservas.
- O comportamento das pessoas diante do fogo será pró-ativo se os funcionários treinados souberem que não irão errar na escolha do equipamento.

#### 4.4 PROPOSTAS DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES PORTÁTEIS: COMPARAÇÃO DE CUSTOS

Na tabela 2 são apresentados os custos de manutenção para cada especificação de extintor do Hospital.

Tabela 2 – Custo de manutenção para cada especificação de extintor (opção atual)

<b>Tipo</b>	<b>Carga</b>	<b>Quantidade de extintores (peças)</b>	<b>Custo anual de manutenção por peça</b>	<b>Custo anual total por tipo de extintor</b>
Água	10 L	23	26,00	598,00
CO <sub>2</sub>	6 Kg	19	72,00	1.368,00
PQS BC	4 Kg	11	51,00	561,00
PQS BC	6 Kg	13	69,00	897,00
Total		66	Custo anual total	<b>3.424,00</b>
			Custo por 5 anos	<b>17.120,00</b>

Fonte: arquivo pessoal

Analisadas as especificações e benefícios dos equipamentos, apresentados os custos de manutenção e de aquisição (Tabela 1 e Quadro 6, respectivamente) são discutidas três possibilidades de otimização do sistema de extintores portáteis do Hospital Saúde, focando-se nos custos e benefícios de cada proposta.

#### PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO 1 - EXTINTORES DE ALTO DESEMPENHO PQS ABC 90% E FE-36 DO FORNECEDOR B E MANUTENÇÃO DE CO<sub>2</sub>

Na tabela 3 são apresentados os custos de aquisição e manutenção, de acordo com cada especificação de extintor.

Tabela 3 – Proposta de otimização 1

<b>Extintor</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo em 5 anos</b>
ABC 90%: Aquisição	2,3	60	R\$ 213,00	R\$ 12.780,00
FE-36: Aquisição	2,5	1	R\$ 1.984,00	R\$ 1.984,00
CO <sub>2</sub> : Manutenção	6,0	5	R\$ 72,00	R\$ 1.800,00
<b>Total =</b>		<b>66</b>		<b>R\$ 16.564,00</b>

Fonte: arquivo pessoal

Nesta primeira proposta, tem-se a substituição de 90% dos equipamentos atuais por PQS ABC 90% de pureza (alto desempenho). O extintor de CO<sub>2</sub> alocado na sala de TI é substituído pelo FE-36 do Fornecedor B, devido ao menor custo em relação ao equipamento do Fornecedor A. E apenas os cinco extintores de CO<sub>2</sub> da UTI e Centro Cirúrgicos são mantidos e devem continuar no atual sistema de manutenção anual. Esta proposta apresenta o melhor benefício técnico, além de representar uma redução do custo atual em 3,3%.

#### PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO 2: EXTINTORES DE ALTO DESEMPENHO PQS ABC 90% DO FORNECEDOR B E MANUTENÇÃO DE SEIS EXTINTORES DE CO<sub>2</sub>

Na tabela 4 são apresentados os custos de aquisição e manutenção, de acordo com

cada especificação de extintor.

Tabela 4 – Proposta de otimização 2

<b>Extintor</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo em 5 anos</b>
ABC 90%: Aquisição	2,3	60	R\$ 213,00	R\$ 12.780,00
CO <sub>2</sub> : Manutenção	6,0	6	R\$ 72,00	R\$ 2.160,00
<b>Total =</b>		<b>66</b>		<b>R\$ 14.940,00</b>

Fonte: arquivo pessoal

Na segunda proposta considerou-se a substituição dos extintores de água, PQS BC e de parte dos extintores de CO<sub>2</sub> (13 unidades de 19) pelo extintor PQS ABC 90% de pureza. Os extintores de CO<sub>2</sub> da sala de TI, da UTI e Centro Cirúrgico são mantidos e passam por manutenção conforme determina a NBR 12.962/1998. Assim, o trabalho de retirada, envio, recebimento e reposição anual será necessário apenas para os seis equipamentos não substituídos. Vale destacar que o extintor de CO<sub>2</sub> deve ser pesado semestralmente e precisa que a carga seja completada apenas se a perda de massa de CO<sub>2</sub> for superior a 10%.

Esta segunda proposta é financeiramente mais viável do que a proposta 1, como também é mais viável do que o atual sistema de manutenção dos extintores do hospital. Além dos benefícios em relação à segurança já discutidos, esta opção representa uma redução de custo de 12,7%.

### PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO 3: EXTINTORES ABC 55% DO FORNECEDOR A E MANUTENÇÃO DOS EXTINTORES DE CO<sub>2</sub>

Tabela 5 – Proposta de otimização 3

<b>Extintor</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo em 5 anos</b>
ABC 55%: Aquisição	4,0	60	R\$ 190,00	R\$ 11.400,00
CO <sub>2</sub> : Manutenção	6,0	6	R\$ 72,00	R\$ 2.160,00
<b>Total =</b>		<b>66</b>		<b>R\$ 13.560,00</b>

Fonte: arquivo pessoal

A terceira proposta consiste na troca dos extintores convencionais (de água, PQS BC e de parte dos extintores de CO<sub>2</sub>) por extintores PQS ABC 55% de pureza e na manutenção de seis extintores de CO<sub>2</sub>. Esta última alternativa é a de menor custo em relação às demais propostas de otimização e ao sistema de manutenção atual, proporcionando, inclusive uma redução de 20,8% do valor gasto atualmente.

Apesar disto, verifica-se que a proposta 3 não apresenta melhor relação custo e benefício, se comparada com a proposta 1, ou ainda com a proposta 2. Porém ainda é melhor, tanto no aspecto técnico quanto no custo de investimento, se comparada ao sistema de manutenção atual.

Para as três propostas apresentadas, o estudo de custo foi feito para cinco anos, pois é o prazo de validade dado pelas empresas fornecedoras dos equipamentos que substituirão os atuais. Após os cinco anos, os equipamentos com esta garantia – PQS ABC de alto desempenho ou da linha 55% ou FE-36 – são descartados e outros novos são adquiridos. Os extintores de CO<sub>2</sub> não substituídos seguem no sistema de manutenção anual.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise das especificações técnicas e do processo de manutenção dos extintores portáteis instalados no Hospital Saúde, verificou-se que estes poderiam ser otimizados. Após a revisão bibliográfica e visitas ao Hospital, concluiu-se que substituir 100% dos equipamentos atualmente instalados por PQS ABC, objetivo inicial, não é o mais recomendado, devido às características deste agente extintor e algumas peculiaridades das áreas de UTI, Centro Cirúrgico e Sala de TI. Para essas três áreas, propôs-se, então, a manutenção do extintor de CO<sub>2</sub> e apenas para sala de TI considerou-se também a substituição por FE-36. Para todos os demais equipamentos do Hospital, propôs-se a substituição por PQS ABC alto desempenho ou PQS ABC 55% de pureza.

De modo geral, constatou-se, ao comparar os custos das propostas com os custos de manutenção dos equipamentos convencionais instalados hoje, que o valor pago por cinco anos de manutenção é maior do que o valor de aquisição de extintores PQS ABC com garantia de cinco anos – sejam eles de alto desempenho ou não.

A primeira proposta deste trabalho, que considera a troca do CO<sub>2</sub> da sala de TI por FE-36 e manutenção de CO<sub>2</sub> da UTI e do Centro Cirúrgico, e a aquisição de PQS ABC alto desempenho, apresenta redução de 3,3% do valor gasto com manutenção. Na segunda, que considera manutenção dos extintores de CO<sub>2</sub> para as áreas supracitadas e substitui todos os demais por PQS ABC alto desempenho, essa redução é de 12,7%. A terceira opção apresenta a maior redução de custo: 20,8%, pois mantém os extintores de CO<sub>2</sub> para as áreas específicas e substitui todos os demais por PQS ABC 55% de pureza, no entanto, esta não é a mais recomendada. Analisados os custos e benefícios destas propostas, conclui-se que a primeira traz maior otimização do sistema de proteção por extintores – por pouca diferença no custo – embora todas apresentem uma evolução ao atual sistema.

## **6. CONCLUSÃO**

O objetivo deste estudo de caso foi atingido. Foram encontradas pelo menos três especificações de extintores portáteis com garantia de cinco anos que, após passar pelo estudo custo e benefício, possibilitaram a formulação de três propostas que trazem benefícios técnicos como também econômicos para a unidade hospitalar estudada.

Em suma, este estudo mostra que com a instalação de equipamentos triclasse, mais leves e mais fáceis de usar, elimina-se a possibilidade de erro ao não precisar escolher um agente adequado para determinada classe de incêndio. Ainda, se forem instalados extintores de alto desempenho, haverá um incremento na proteção, pois se terão disponíveis equipamentos com capacidade extintora superior à instalada hoje, além de baixo peso bruto, fator relevante se considerada a população fixa deste tipo de instituição. Além disto, a garantia estendida proporciona alta disponibilidade dos equipamentos, evitando o envio para a manutenção anual, o que também contribui para a segurança das áreas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. E. D. **Incêndio no Centro Cirúrgico**. Revista Brasileira de Anestesiologia. Vol. 62, Nº 3, Maio-Junho, 2012. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/rba/v62n3/v62n3a15.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rba/v62n3/v62n3a15.pdf). Acesso em: 20 jan. 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.962 – **Inspeção, manutenção e recarga em extintores de incêndio**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.693 – **Sistemas de proteção por extintores de incêndio**. Rio de Janeiro, 2013a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.860 – **Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.808 – **Extintores de incêndio portáteis**. Rio de Janeiro, 2013b.

BERTO, A. F. **Medidas de proteção contra incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo: FAUUSP, 1991. 351p

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002** – Regulamento Técnico para Planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília, 2002.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Segurança contra Incêndios em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Brasília, 2014. Disponível em: [http://www.pncq.org.br/uploads/2014/Manual\\_de\\_Seguranca.pdf](http://www.pncq.org.br/uploads/2014/Manual_de_Seguranca.pdf). Acesso em: 15 Dez. 2015.

BRASIL. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia. Portaria INMETRO / MDIC – **Procedimento de Fiscalização de Extintores de Incêndio**. 2012.

BRASIL. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia. Portaria INMETRO / MDIC – **Portaria 005 - Regulamento Técnico da Qualidade para os Serviços de Inspeção Técnica e Manutenção de Extintores de Incêndio**. 2011.

BRASIL. IBAMA; GTZ. **Manual de ajuda para o controle das substâncias que destroem a camada de ozônio – SDO's**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://prozonesp.cetesb.sp.gov.br/2014/10/17/manual-de-ajuda-para-o-controle-das-substancias-que-destroem-a-camada-de-ozonio>> Acesso em: 20 dez. 2015.

BRENTANO, T. **Proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações**. 1ª Ed. Porto Alegre, RS Ed. T. 2007a

BRENTANO, T. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações**. 1ª Ed. Porto Alegre, RS EdPUCRS. 2007b.

BUCKA Indústria e Comércio Ltda. **Sistemas de combate por extintores**. Disponível em: Disponível em: <http://bucka.com.br/downloads-combate-incendio/manuais>; Acesso em: 28 out. 2015.

CBMSC, Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina. **Curso de Formação de Combate a Incêndios**. Disponível em: < <https://biblioteca.cbm.sc.gov.br/.../366-manual-de-combate-a-incendios>>. Acesso em: 17 dez. 2105.

FERREIRA, A.B.H. **MiniAurélio: o minidicionário da língua portuguesa**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Ed Positivo, 2004.

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: [www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/fogo.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/fogo.html). Acesso em 09 jul. 2016.

FRIEDMAN, R. **Principles of Fire Protection Chemistry and Physics**. 3ª Ed. Quincy: NFPA, 1998.

HART, S. R. et al. **Operating Room Fire Safety. The Ochsner Journal**. Bethesda MD. 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/> Acesso em: 20 jan. 2016.

JÚNIOR, A. B. C. **Manual de prevenção e Combate a Incêndios**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1999.

KIDDE Brasil Ltda. **Extintores Portáteis com carga de Gás DuPont™ FE36®**. São Paulo, 2013. Disponível em: [www.kidde.com.br/Documents/datasheet\\_portatil\\_carga\\_fe36.pdf](http://www.kidde.com.br/Documents/datasheet_portatil_carga_fe36.pdf) Acesso em: 28 out. 2015

KIDDE Brasil Ltda. **Guia de Espuma: para bombeiros e brigadistas**. São Paulo, 2007.

KIDDE Brasil Ltda. **Catálogos de sistemas, produtos e serviços**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.kidde.com.br/ProductsSystemsAndService>. Acesso em: 28 out. 2015

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. 2002. **Fire Protection Handbook**. 20th Ed. A. E.Cote (Ed) Massachusetts: Quincy, National Fire Protection Association.

ONO, R. **Proteção do Patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação**. Palestra apresentada na Fundação Casa de Rui Barbosa, dentro do ciclo de Palestras “Memória & Informação” Rio de Janeiro, RJ. 28 abril 2004. Disponível em: [www.casaruibarbosa.gov.br/dados/DOC/palestras/memo\\_info/mi\\_2004/FCRB\\_MemorialInformacao\\_RosariaOno.pdf](http://www.casaruibarbosa.gov.br/dados/DOC/palestras/memo_info/mi_2004/FCRB_MemorialInformacao_RosariaOno.pdf) Acesso em: 13 nov. 2015.

ONO, R. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, n. 1, p. 97-113, jan./mar. 2007. Disponível em: [www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/)

viewFile/3731/2083 Acesso em: 13 nov. 2015.

PEREIRA, A. G. **Segurança contra Incêndios. O ensino de ciências e matemática para o exercício das atividades.** Revista Brasil Engenharia. 2009. p.108. Disponível em [http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao596/Art\\_Construcao-civil.pdf](http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao596/Art_Construcao-civil.pdf). Acesso em: 21 dez. 2015.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica N°21 – Sistema de proteção por extintores de incêndio.** São Paulo, 2011.

SANTOS. **Lei Complementar nº 84** de 14 de julho de 1993. Institui o Código de Obras e Edificações e dá outras providências, 1993.

SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 56.819**, de 10 de março de 2011, que institui o Regulamento de Segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências, 2011.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Riscos de Incêndios.** Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/fogo.htm> Acesso em 07 jul. 2016

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. Disciplina **Proteção Contra Incêndios e Explosões Parte A.** 2014a.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. Disciplina **Proteção Contra Incêndios e Explosões Parte B.** 2014b.

VENEZIA, A.P.P.G. **Avaliação de risco de incêndio para edificações hospitalares de grande porte: uma proposta de método qualitativo para análise de projeto.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismos, Universidade de São Paulo: FAUUSP, 2011. 311p. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-29052012-111152/fr.php> Acesso em 15 nov. 2015.

VIOLA, E. D. M. **Uma visão crítica da certificação de extintores de incêndio portáteis.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense: UFF, 2006. 105p. Disponível em: [http://www.bdttd.ndc.uff.br/tde\\_arquivos/14/TDE-20100511T112111Z-2472/Publico/Dissertacao%20Eliana%20Viola.pdf](http://www.bdttd.ndc.uff.br/tde_arquivos/14/TDE-20100511T112111Z-2472/Publico/Dissertacao%20Eliana%20Viola.pdf). Acesso em: 15 jan. 2016.