

Nº 175834

Avaliação laboratorial de produtos para área de combate a incêndio: resultados de avaliações de campo e laboratório

Deives Junior de Paula

*Palestra apresentada no Congresso de Tecnologia,
20., 2018, São Paulo-FATEC*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



Seu desafio é nosso

Avaliação laboratorial de produtos para área de combate a incêndio

Resultados de Avaliações de Campo e de Laboratório

Eng. Me. Deives Junior de Paula

Pesquisador

Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões - LSFEx

(11) 3767-4557 / dpaula@ipt.br

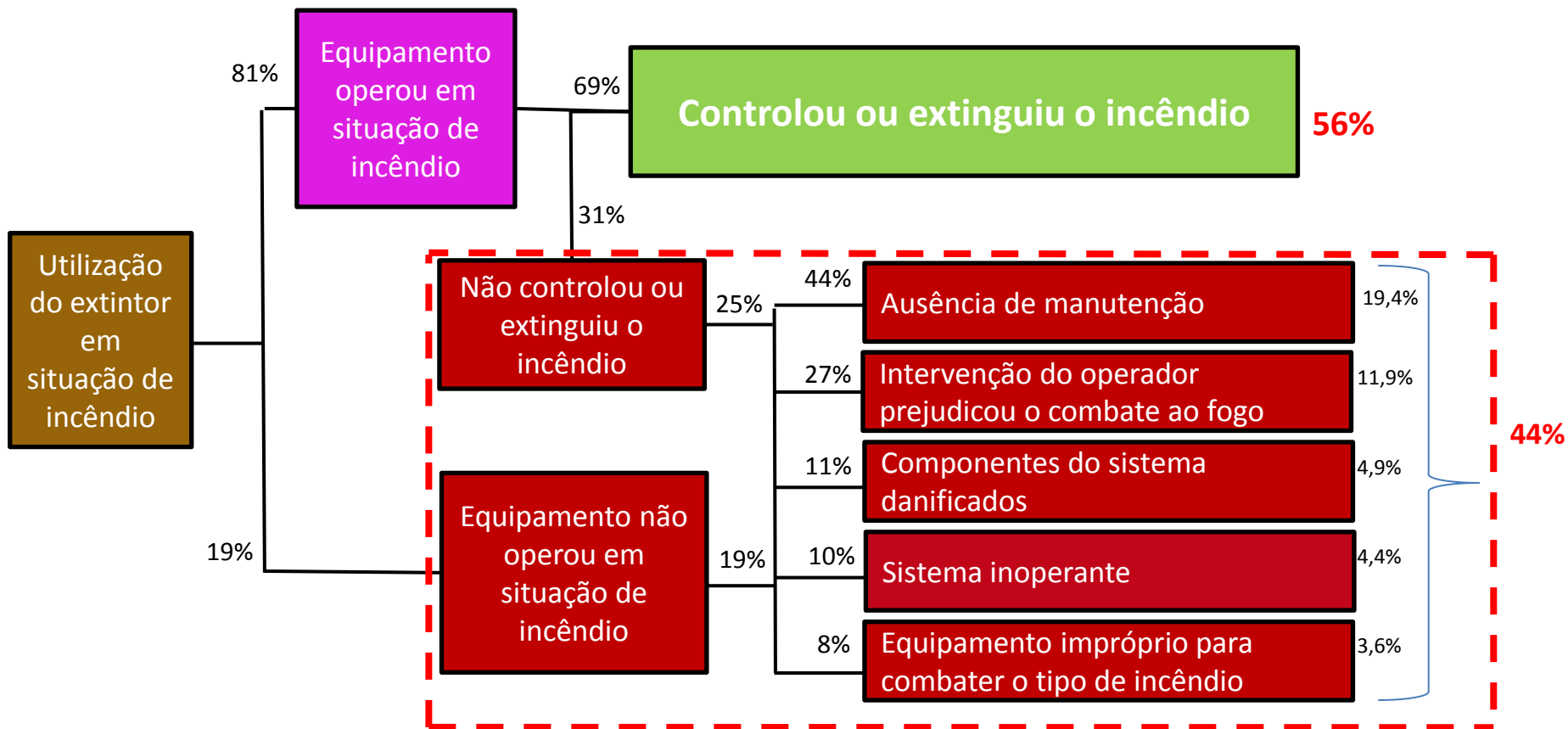
Sistema de Proteção por extintores de incêndio

Resultados de Avaliações de Campo e de Laboratório

Avaliações de sistemas instalados, realizadas pelo Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões - **LSFEx** - ao longo dos últimos anos, proporcionaram uma coleta de informações e levantamento de problemas relativos a diversos sistemas de proteção contra incêndio (sprinklers, hidrantes, extintores, detecção e alarme, iluminação de emergência etc.).

Relatório Técnico NFPA 2012 (John Hall) - Tabelas 2-1 e 2-2

"U.S. EXPERIENCE WITH NON-WATER-BASED AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING EQUIPMENT"



E no Brasil ? Infelizmente não temos dados históricos disponíveis.

Emprego da norma ABNT NBR 14023 : Registro das atividades dos Corpos de Bombeiros (desde dez/1997) – para registrar, quantificar e classificar as ocorrências de incêndio.

Sistema de Proteção por extintores de incêndio

Resultados de Avaliações de Campo e de Laboratório

As avaliações dos sistemas de proteção contra incêndio instalados consistiram em:

- I. Verificar se o projeto do sistema e suas premissas (especificações) são adequados e se foram atendidas na instalação, em ambos os casos obedecendo a requisitos normativos e regulamentos aplicáveis

O projeto e as especificações estão em conformidade com as normas e regulamentações aplicáveis e é compatível com os riscos que afetam a edificação?

O sistema instalado atende ao projeto e a regras de boas práticas de instalação, considerando recomendações dos fabricantes dos componentes?

O sistema apresenta condições para funcionar de forma compatível com as normas e regulamentações aplicáveis?

A documentação entregue ao usuário permite a operação e manutenção adequadas do sistema instalado?

Foi realizado treinamento adequado dos usuários para garantir a operação e a manutenção corretas do sistema?

Sistema de Proteção por Extintores

Resultados de Avaliações de Campo e de Laboratório

As avaliações dos sistemas de proteção contra incêndio instalados consistiram em:

II. Realizar ensaios de operação/funcionamento, segundo as normas e regulamentos aplicáveis, verificando o desempenho do sistema

O sistema apresenta plenas condições operacionais, passa por processos de manutenção periódica adequados e o usuário consegue operá-lo adequadamente?

O sistema sofreu reformulações apropriadas visando compatibilizá-lo com as transformações promovidas na edificação?

III. Realizar ensaios dos componentes dos sistemas segundo normas aplicáveis, quando possível

Os componentes utilizados na instalação estão em conformidade com as normas e regulamentações aplicáveis?

Os componentes utilizados na instalação preservam condições adequadas de operação durante a fase de uso da edificação?

Os componentes do sistema apresentam características compatíveis com as indicadas nos catálogos técnicos (que foram considerados no projeto)?

EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

Publicação Artigo Técnico do IPT na Revista Emergência n° 95

“Avaliação de extintores de incêndio”



COMUNICAÇÃO TÉCNICA

Nº 174435

Avaliação de extintores de incêndio

Antonio Fernando Berto
Deives Junior de Paula

Artigo publicado Revista Emergência,
n.95, p.34-41, fev., 2017.

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
S/A - IPT
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária
Cidade Postal 01411 | CEP 01056-970
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901
Tel 11 3767 4374/44000 | Fax 11 3767-4039

www.ipt.br



ARTIGO

Avaliação de extintores de incêndio

Estudo aborda o problema do comprometimento da qualidade dos extintores portáteis de pó químico em decorrência das ações periódicas de manutenção



O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), por meio do seu LSPEx (Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões), ao longo dos últimos anos, em seus trabalhos de

Antonio Fernando Berto - Engenheiro Civil pelo USP de São Carlos (SP), mestre em Engenharia de Segurança pelo IPT, possui graduação e diploma do LSPEx (Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões) do IPT, Práticas de Pesquisa Tecnológica. Atualmente, no cargo de Técnico Profissional do IPT na disciplina Regulação de Segurança, atua no LSPEx, realizando testes de segurança contra incêndio e explosão, sob supervisão do IPT, no âmbito da NBR 14.098 (Atualização da NBR 14.098).

Deives Junior de Paula - Engenheiro Civil pelo IPT, possui graduação em Engenharia de Segurança pelo IPT, possui graduação e diploma do LSPEx (Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões) do IPT, Práticas de Pesquisa Tecnológica. Atualmente, no cargo de Técnico Profissional do IPT na disciplina Regulação de Segurança, atua no LSPEx, realizando testes de segurança contra incêndio e explosão, sob supervisão do IPT, no âmbito da NBR 14.098 (Atualização da NBR 14.098).

campo, tem se deparado com um conjunto de situações que demonstram o mau desempenho de diversas instalações de sistemas de proteção contra incêndio. Incluem-se, nesse contexto, em grande número, têm assolado o Brasil causando sofrimento na esfera pessoal e perdas de ordem social e econômica que, em alguns casos, podem ser evitadas. Atualmente, estamos entre os países onde mais ocorrem perdas de vidas humanas decorrentes de incêndio.

Dentre as edificações de segurança contra incêndio, as que apresentam maiores riscos são aquelas que, além de serem utilizadas para o armazenamento de produtos inflamáveis, também são utilizadas para a produção de energia elétrica.

Apesar de os investimentos realizados pelos responsáveis pelo uso das edificações não resultarem em benefícios reais para a preservação das condições de seguran-

ça contra incêndio. Tal parece ser o caso quando se investe nos sistemas de proteção por extintores, que seja por adoção de projetos inadequados, que seja por ações de manutenção precárias.

Não foram poucas as vezes, nos últimos anos, que o LSPEx foi chamado para analisar casos de incêndio em unidades específicas falhas de equipamentos de proteção contra incêndio, entre os quais os extintores.

Outra situação frequente de atuação do Laboratório diz respeito à análise das condições de operação e funcionamento de sistemas autônomos de proteção contra incêndio. Nesse caso, especialmente, o mau desempenho dos extintores tem chamado a atenção.

Ao longo dos dois últimos anos, o LSPEx vem realizando um trabalho desta natureza envolvendo, até aqui, a avaliação de 36 conjuntos de edificações destinadas

34 | Emergência

fevereiro 2017

Website para acesso e download: <http://escriba.ipt.br/pdf/174435.pdf>

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

36 CONJUNTOS DE EDIFICAÇÕES AVALIADAS

- **Ocupação principal dos edifícios**
2 DEPÓSITOS, 4 ESCRITÓRIOS, 1 ESCOLA e 31 LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO
- Período de avaliação – out./2014 – out./2016
- **Dimensionamento segundo IT 21 do Decreto Estadual n. 56.819 do Corpo de Bombeiros – SP**
- Todas instalações regularizadas junto ao Corpo de Bombeiros
- **Todos os extintores instalados haviam passado por ações de manutenção dentro do prazo de validade**
- Total de extintores vistoriados: 3301

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

36 CONJUNTOS DE EDIFICAÇÕES AVALIADAS

Distribuição dos extintores avaliados pelo IPT (Tabela 1)

Tabela 1 Características dos extintores portáteis vistoriados (tipo de agente extintor, carga nominal e capacidade extintora declarada)

Agente extintor	Pó químico BC												Pó químico ABC				gás carbônico								Água					
Carga nominal	12 Kg			8 Kg			6 Kg			4 Kg		3 Kg	6 Kg		4 Kg		6 Kg			4 Kg			3 Kg	2 Kg	10L					
Capacidade extintora declarada no equipamento	não declarada	40B:C	20B:C	não declarada	30B:C	20B:C	10B:C	não declarada	40B:C	20B:C	10B:C	20B:C	3A:20B:C	2A:20B:C	3A:30B:C	3A:20B:C	2A:20B:C	5B:C	2B:C	não declarada	5B:C	2B:C	não declarada	não declarada	não declarada	2A				
Quantidade de equipamentos	21	4	5	14	1	3	5	47	1	54	6	239	646	228	1	32	5	1	1	32	192	403	94	12	17	3	1	2	284	893

- Pouca utilização de extintores ABC nas edificações;
- Extintores com capacidade extintora declarada-20B:C /2A:20B:C **780 (70% dos extintores vistoriados)**
- Total de extintores com capacidade extintora não declarada: **328 (30% dos extintores de pó vistoriados)**

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

QUESTÕES CONSIDERADAS NAS AVALIAÇÕES DOS SISTEMAS

- Tipos de extintores instalados e respectivas capacidades extintoras declaradas
- Distribuição dos extintores na edificação e divergências em relação ao projeto do sistema: 35% do total
- Condições gerais externas dos extintores: lacres (5% não tinham), alturas de instalação, faixas de pressurização, presença de corrosão externa, existência de danos
- Ensaio de capacidade extintora em extintores amostrados de pó químico BC e ABC, com carga de 4 kg e 6 kg
- Verificação das alterações sofridas pelos extintores nos processos de manutenção

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR **EXTINTORES**

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE EXTINTORA 20-B



DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

36 CONJUNTOS DE EDIFICAÇÕES AVALIADAS

Resultados dos ensaios de capacidade extintora 20-B (Tabela 2)

Tabela 2 Resultados das avaliações de capacidade extintora 20-B						
Agente extintor	Carga nominal	Total de extintores ensaiados	Extintores de incêndio reprovados nos ensaios		Extintores de incêndio aprovados nos ensaios	
			Quantidade	Percentual	Quantidade	Percentual
Pó químico BC	4 kg	73	65	89%	8	11%
	6 kg	4	1	25%	3	75%
Pó químico ABC	4 kg	2	2	100%	0	0%
	6 kg	2	0	0%	2	100%
Total geral		81	68	84%	13	16%

Todos os extintores continuam a capacidade extintora declarada no rótulo do equipamento.

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE EXTINTORA 20B EXTINTORES DE PÓ QUÍMICO ABC/BC

- Total de extintores ensaiados (com capacidade extintora declarada - 20B:C ou 2A:20B:C): 81 (11% dos extintores declarados como 20B:C ou 2A:20B:C)
- Total de extintores reprovados no ensaio de capacidade extintora 20B: 68 (84% dos extintores amostrados)
- Em todos os extintores ensaiados a pressurização indicada encontrava-se dentro da faixa aceitável (verde)

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

AVALIAÇÃO DA DESCARACTERIZAÇÃO DE EXTINTORES QUE FALHARAM NO ENSAIO DE CAPACIDADE EXTINTORA 20B

- Total de extintores que falharam no ensaio de capacidade extintora 20B: 68
- Total de extintores abertos para avaliação da descaracterização em relação ao projeto original: 23 (1/3 dos extintores que falharam)

EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

Principais descaracterizações identificadas (Tabela 4)

Tabela 4 Aspectos técnicos observados nos 23 extintores que apresentaram falha no ensaio de capacidade extintora 20-B

Aspectos técnicos observados nos extintores que falharam no ensaio de capacidade extintora 20-B	Critérios empregados para verificação da conformidade	Não conforme		Conforme	
		Qtde.	%	Qtde.	%
Diâmetro do bico da mangueira de descarga	As dimensões do componente avaliado devem corresponder ao indicado no manual técnico do fabricante, com as respectivas tolerâncias.	20	87%	3	13%
Comprimento da mangueira de descarga	As dimensões do componente avaliado devem corresponder ao indicado no manual técnico do fabricante, com as respectivas tolerâncias.	19	83%	4	17%
Limite superior da faixa verde do indicador de pressão	O valor da pressão do limite superior da faixa verde do indicador de pressão deve estar dentro da tolerância admissível pela norma ABNT NBR 15808.	17	74%	6	26%
Limite inferior da faixa verde do indicador de pressão	Valor da pressão do limite inferior da faixa verde do indicador de pressão deve estar dentro da tolerância admissível pela norma ABNT NBR 15808.	17	74%	6	26%
Ângulo de entrada do tubo sifão	O ângulo do tubo sifão deve corresponder ao indicado no manual técnico do fabricante, com as respectivas tolerâncias.	15	65%	8	35%
Pressão Normal de Carregamento (PNC) do indicador de pressão	Pressão normal de carregamento do extintor deve corresponder ao indicado no manual técnico do fabricante, com as respectivas tolerâncias.	15	65%	8	35%
Comprimento do tubo sifão	As dimensões do componente avaliado devem corresponder ao indicado no manual técnico do fabricante, com as respectivas tolerâncias.	13	57%	10	43%
Tolerância de carga	Atender a faixa de variação correspondente a +/- 3% da carga nominal do extintor.	9	39%	14	61%
Diâmetro interno do tubo sifão	As dimensões do componente avaliado devem corresponder ao indicado no manual técnico do fabricante, com as respectivas tolerâncias.	6	26%	17	74%

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

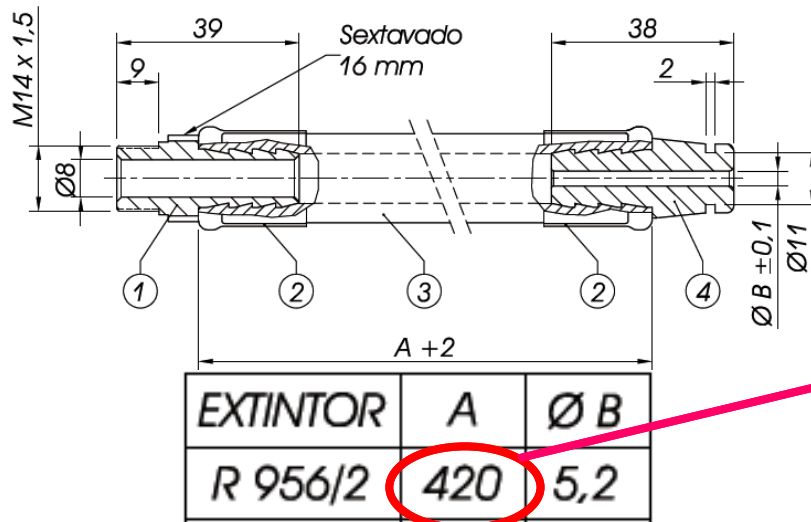
Principais descaracterizações identificadas (Tabela 4)

Mangueira de descarga

As mangueiras de descarga não contêm características de acordo com as recomendações estabelecidas pelo manual técnico do fabricante.

Item	Componente	Descrição	Código
6	Mangueira	PVC 420 x Ø5.2mm	0209.00332
		Ver anexo “B” - pág. 34	

Anexo B - medidas das mangueiras



DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

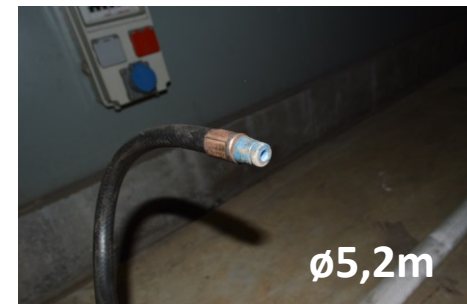
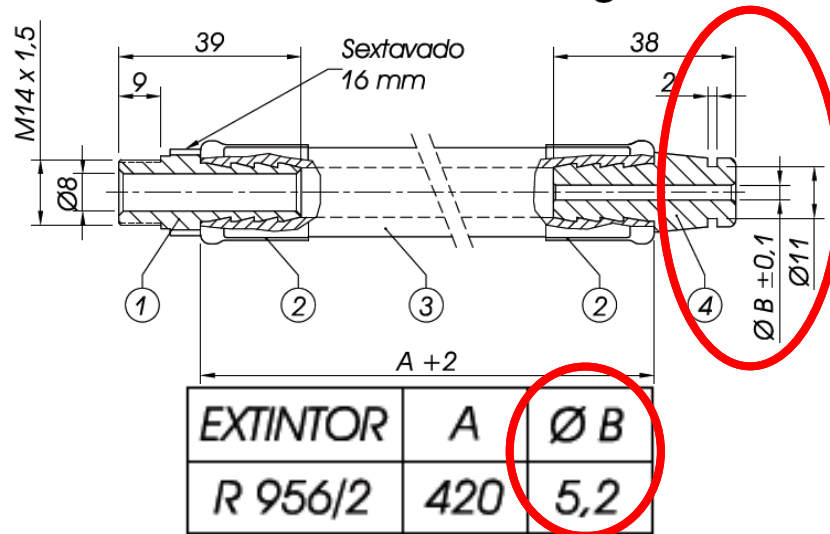
Principais descaracterizações identificadas (Tabela 4)

Bico da mangueira de descarga

Os bicos da mangueira de descarga não contém características de acordo com as recomendações estabelecidas pelo manual técnico do fabricante.

Item	Componente	Descrição	Código
6	Mangueira	PVC 420 x ø5.2mm	0209.00332
		Ver anexo “B” - pág. 34	

Anexo B - medidas das mangueiras



DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

PROBLEMAS IDENTIFICADOS NAS AVALIAÇÕES

- Não atendimento dos extintores instalados nas edificações quanto a capacidade extintora mínima requerida pela IT-21/2011 do CBMESP: 35,3% do total de extintores portáteis vistoriados;
- **Uso incipiente de extintores multipropósito do tipo ABC nas edificações: 2,2% do total de extintores vistoriados;**
- Ausência de uma lógica definida no projeto do sistema de proteção por extintores para sua implantação e manutenção - adoção do projeto legal como projeto executivo;

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

PROBLEMAS IDENTIFICADOS NAS AVALIAÇÕES

- Excesso de extintores nas edificações, que não faziam parte da proposta originalmente estabelecida no projeto do sistema;
- As ações de manutenção periódica realizadas nos extintores avaliados apresentaram diversos problemas identificados na Tabela 4. Questão esta relacionada a Portaria INMETRO n° 005/2011 item 4.2.3.1.p: ações de manutenção de 2° nível e do “emprego de componentes compatíveis previamente verificados” nos extintores.
- Descaracterização da identificação visual do rótulo original do equipamento e da identificação do modelo e marca do extintor – dificultando a caracterização do modelo.

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

PROBLEMAS IDENTIFICADOS NAS AVALIAÇÕES

- As ações de conservação e manutenção dos extintores não são problemas oriundos apenas da ação de manutenção, mas sim definidos por toda a regra estabelecida em normas e regulamentos técnicos. A ação de manutenção, mal conduzida, pode promover a descaracterização do extintores ao longo de sua vida útil. O ato de “quem” a realiza e “como” a realiza estão definidos nas normas ABNT e nos regulamentos técnicos publicados no INMETRO, referenciados pela IT do Corpo de Bombeiros.
- A solução técnica de projeto não é valorizada na norma vigente e nem pelas IT's dos Corpos de Bombeiros.

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

Tabela 5 Quadro comparativo entre as ações de inspeção e frequências adotadas na Portaria nº 005/2011 e a NFPA 10

Portaria INMETRO nº 005/2011		NFPA 10	
Ação de Manutenção	Frequência	Ação de Manutenção	Frequência
Inspeção Técnica: Exame periódico ou que antecede à manutenção do extintor, cuja execução requer profissional capacitado, que se realiza no extintor de incêndio por empresa registrada no âmbito do SBAC, sem a desmontagem do equipamento, com a finalidade de verificar se este permanece em condições de operação no tocante aos seus aspectos externos e que serve para definir o nível de manutenção a ser executado neste extintor, caso necessário.	A cada 12 meses	Inspeção Anual: Considera a avaliação visual externa dos componentes do extintor de incêndio, verificando se existem danos físicos óbvios, presença de corrosão ou de bicos das mangueiras obstruídos. Além disto, verifica-se se os quadros de instruções estão em condições e de forma legível. Identifica-se se as instruções de operação estão voltadas para a frente e se existe a etiqueta de controle de inspeção presente e legível. Verifica-se se existe a necessidade das manutenções internas e do teste hidrostático, conforme as frequências estabelecidas pelo fabricante e norma.	A cada 12 meses
Manutenção de primeiro nível: de caráter corretivo, geralmente efetuada no ato da inspeção técnica, que pode ser realizada no local onde o extintor de incêndio está instalado, não havendo necessidade de remoção para a empresa registrada.	A cada 12 meses	Manutenção Externa: de caráter corretivo, realizada no caso de os componentes não sujeitos à pressão permanente estarem danificados, identificados na inspeção anual. O extintor deve estar com a pressurização dentro da faixa aceitável, e não será feita a substituição de seu agente extintor.	A cada 12 meses
Manutenção de segundo nível: de caráter preventivo e corretivo que requer execução de serviços com equipamento e local apropriados, isto é, na empresa registrada.	A cada 12 meses ou ao término do prazo de garantia do extintor	Manutenção interna: de caráter preventivo, envolvendo a despressurização, remoção e recarga do agente extintor, bem como um exame visual interno do extintor, além das demais verificações nos componentes do equipamento.	A cada 6 anos
Manutenção de terceiro nível ou vistoria: Manutenção onde se aplica um processo de revisão total do extintor de incêndio, incluindo a execução de ensaios hidrostáticos, na empresa registrada.	A cada 5 anos	Testes hidrostáticos: contempla a verificação do desempenho das condições do recipiente do extintor de incêndio, quanto a uma determinada pressão de teste hidrostático.	A cada 12 anos

DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

Intervalos de manutenção interna - NFPA 1998 Edition – pág 51.

Table F-5.3.2 Frequency of Internal Maintenance and Hydrostatic Testing of Fire Extinguishers

Type of Extinguisher	Internal Maintenance Interval (Years)	Hydrostatic Testing Interval (Years)
Dry chemical*	6	12
Water, AFFF, FFFP, antifreeze	5	5
Halogenated agent**	6	12
Carbon dioxide	5	5

*Nonrechargeable dry chemical extinguishers do not require a 6-year internal inspection but should be removed from service 12 years after the date of manufacture.

**Nonrechargeable halogenated agent extinguishers do not require an internal inspection but should be removed from service 12 years from the date of manufacture. The extinguishers should be returned to the manufacturer or the manufacturer's designated agent for reclaiming of the halogenated agent.

Tipo de Extintor	Intervalo de manutenção interna (anos)
Pó químico (BC ou ABC)	6 anos
Água pressurizada	5 anos
Espuma mecânica	5 anos
Halogenados	6 anos
Gás carbônico	5 anos

Observa-se que a norma NFPA propõe manutenções internas em períodos de 5 a 6 anos, não havendo recarga a cada ano.

Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio

Inclusões no projeto de revisão da norma ABNT NBR 12693

- ✓ conceito de vida útil e definição da vida útil para os diversos tipos de extintores de incêndio presentes na norma brasileira;
- ✓ prazos de garantia dos extintores em função do tipo de extintor e respectivo agente extintor, ampliando-se os intervalos nas manutenções internas dos equipamentos (manutenções de 2º e 3º níveis), considerando a redução das ações de manutenção, incluindo conceitos definidos por outras normas de referência (ISO, EN, BS, NFPA).

Projetos de Capacitação

Tema do projeto:

**IMPLANTAÇÃO DE MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE
VAZAMENTO EM EXTINTORES DE INCÊNDIO COM TECNOLOGIA DO
VÁCUO**

Código do projeto: 5004.18.A

Objetivo

- Implantar capacitação laboratorial e metodologia de ensaio visando determinar taxas de vazamento (micro vazamentos) do gás propelente de extintores de incêndio portáteis de pó químico por meio da tecnologia do vácuo.
- Estabelecer taxas de vazamento típicas e identificar os principais fatores que podem promover a ocorrência de micro vazamentos capazes de provocar a despressurização destes equipamentos, a ponto de limitar sua vida útil e comprometer a capacidade extintora (capacidade de apagar determinado tipo e tamanho de fogo).

Metas

- Realizar medições das taxas de vazamentos em extintores de incêndio portáteis de 1, 2, 4 e 6 kg com a nova capacitação laboratorial a ser implantada, com a mesma qualidade metrológica, buscando a determinação de taxas de vazamento da ordem de 10^{-5} mbar, utilizando equipamentos que custam 1/3 do valor dos equipamentos atualmente empregados na indústria.

Nota: Hoje os detectores de vazamento do tipo espectrômetro de massa trabalham com detecção de gás Hélio, que é inserido juntamente com o gás propelente do extintor de incêndio (nitrogênio) antes do envase do extintor.

Equipe do Projeto

IPT / LSFEx

- Deives Junior de Paula, Mestre - Pesquisador
- Antonio Fernando Berto , Mestre – Pesquisador
- Luiz Fernando Batista, Mestre – Assistente Pesquisa

LTV (Laboratório de Tecnologia do Vácuo) – FATEC

- Francisco Tadeu Degasperi, Doutor – Professor LTV
- Mauricio Mattos – estudante do curso de Tecnologia do Vácuo na FATEC/SP
- Guilherme Getsch – estudante do curso de Tecnologia do Vácuo na FATEC/SP

Nota: A equipe da FATEC participará da 1ª e 2ª. etapa do trabalho

Andamento do projeto

Etapa 1: Estudo, definição e validação do método de medição dos vazamentos

1.1 Estudo e detalhamento do método de medição de micro vazamento em extintores de incêndio portáteis com uso da tecnologia do vácuo

- 1.1.1 Levantamento bibliográfico específico: **concluído**;
- 1.1.1 Estudo dos parâmetros e modelagem matemática do fenômeno: **concluído**;
- 1.1.3 Definição da metodologia apropriada para medição das taxas de vazamento dentro da proposta do projeto: **concluído**
- 1.1.4 Elaboração da proposta de arranjo experimental: **concluído**

Andamento do projeto

Etapa 1: Estudo, definição e validação do método de medição dos vazamentos (continuação)

1.2 Validação do método de medição

- 1.2.1 Montagem do arranjo experimental para realização dos ensaios:
(em andamento: confecção e ajustes da câmara de ensaio para extintores de 1 e de 2 kg)
- 1.2.2 Definição dos corpos de prova para ensaio **(concluído)**
- 1.2.3 Aquisição dos corpos de prova para ensaio pelo IPT **(a realizar)**
- 1.2.4 Realização dos ensaios **(previsão: julho/2018)**

Andamento do projeto

Etapa 1: Estudo, definição e validação do método de medição dos vazamentos (continuação)

1.3 Análise dos resultados obtidos nas etapas 1.1 e 1.2, de forma a subsidiar o ajuste da especificação técnica para a aquisição da câmara de vácuo, da bombas de vácuo e dos sensores para medição de vazamento com uso da tecnologia do vácuo

1.3.1 Análise dos resultados obtidos nos ensaios realizados no item 1.2

1.3.2 Definição do sistema de bombeamento e método de medição dos vazamentos

1.3.3 Elaboração de especificação para aquisição do sistema de bombeamento e medição em vácuo

AGUARDANDO CONCLUSÃO DA SUB ETAPA 1.2

Andamento do projeto

Etapa 2: Implantação da capacitação laboratorial do IPT

- Aquisição, instalação e colocação em operação dos equipamentos especificados no IPT
- Execução de ensaios de medição de micro vazamentos em extintores de incêndios portáteis de pó químico amostrados no mercado, considerando extintores de 1, 2 e 4 kg de carga nominal

APÓS FINALIZAÇÃO DA ETAPA 1

Andamento do projeto

Critérios normativos vigentes (ABNT NBR 15808)

Para a fabricação do produto, exige-se no processo de certificação de extintores de incêndio o ensaio de vazamento.

A citada norma de produto ABNT NBR 15808 (Extintores de incêndio portáteis – Requisitos e métodos de ensaio), no item 8.8.1 estabelece para o ensaio de vazamento: *“Cada extintor de incêndio tipo pressurização direta, após ser submetido ao ensaio de C.8.1, não pode apresentar vazamento à taxa maior que a correspondente à perda de pressão em dois anos, da PNC (pressão normal de carregamento) à mínima pressão da faixa de operação.”.*

O critério adotado nessa norma considera a perda de pressão em dois anos, não trazendo uma abordagem considerando extintores com 5 anos de garantia.

Resultados obtidos – Jun/2018

Modelagem matemática dos vazamentos (conforme ABNT NBR 15808)

$$Pp = \frac{\Delta p}{\Delta t} \left[\frac{mbar}{s} \right]$$

$$\Delta p = PNC - Pmin \quad [mbar]$$

$$\Delta t = 63072000 \text{ s} \quad (\text{equivalente a 2 anos})$$

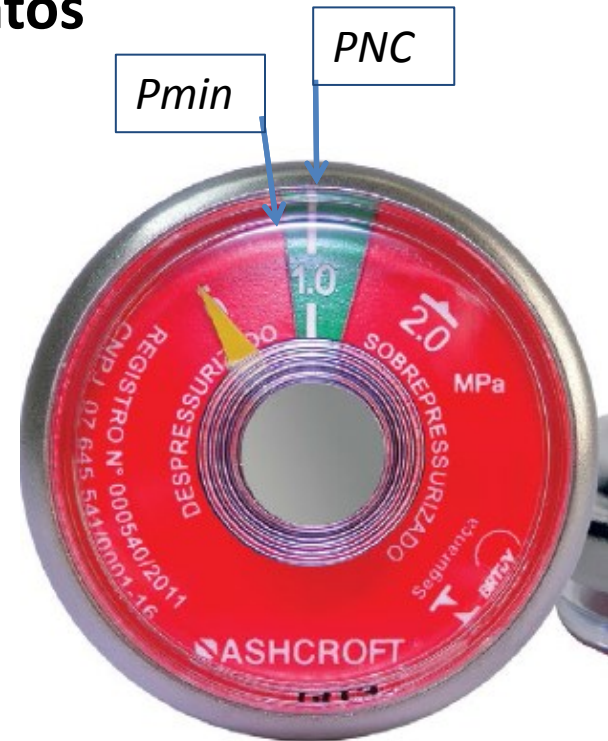
Pp : Perda de pressão admitida para o extintor de 2 anos

PNC : Pressão normal de carregamento

$Pmin$: Faixa mínima da pressão de operação (corresponde a 0,95% da PNC)

Δp : Faixa de perda de pressão

Δt : Período de tempo



Resultados obtidos – Jun/2018

Modelagem matemática dos vazamentos (ABNT NBR 15808)

Perda de pressão em 2 anos

$$PNC = 1,0 \text{ MPa}$$

$$P_{min} = 0,95 \text{ MPa} \text{ (-5\% da PNC)}$$

$$\Delta p = 0,05 \text{ MPa} = 498,75 \text{ mbar}$$

$$\Delta t = 63072000 \text{ s (2 anos)}$$

$$Pp = \frac{498,75}{63072000} = 7,91 \times 10^{-6} \text{ mbar/s}$$

Perda de pressão em 5 anos

$$PNC = 1,0 \text{ MPa}$$

$$P_{min} = 0,95 \text{ MPa} \text{ (-5\% da PNC)}$$

$$\Delta p = 0,05 \text{ MPa} = 498,75 \text{ mbar}$$

$$\Delta t = 157680000 \text{ s (5 anos)}$$

$$Pp = \frac{498,75}{157680000} = 3,16 \times 10^{-6} \text{ mbar/s}$$

Resultados obtidos – Jun/2018

Modelagem matemática dos vazamentos (*Throughput*) utilizando a tecnologia do vácuo

$$Q_V = V \cdot \frac{\Delta p}{\Delta t} \left[mbar \cdot \frac{l}{s} \right]$$

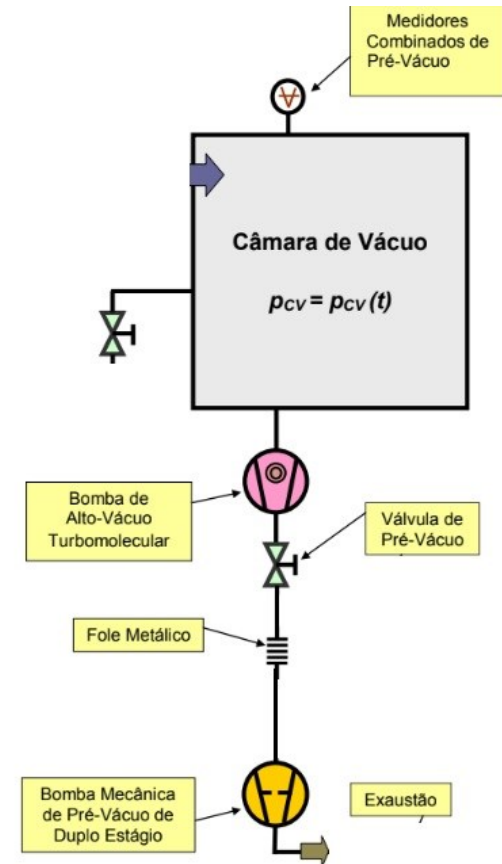
$$\Delta p = P_f - P_i [mbar]$$

Q_v : *Throughput* (vazamento) – mbar.l/s

V : volume disponível para o gás no interior da câmara, em litros.

Δp : Perda de pressão, em mbar

Δt : Período de tempo em que foi avaliado o vazamento, em segundos

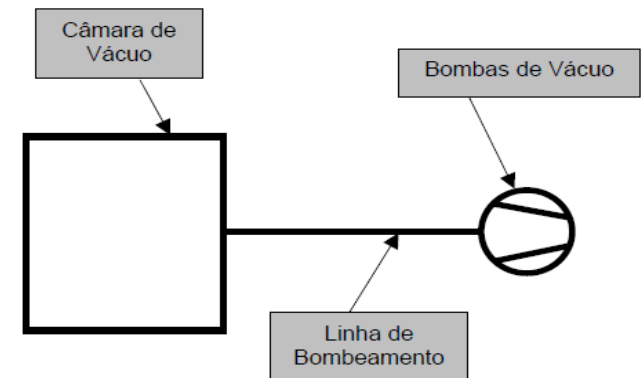


Resultados obtidos – Jun/2018

Experimentos realizados no LTV/FATEC e IPT

Considerando um sistema de vácuo e as várias fontes de gases e vapores presentes na câmara de vácuo, as fontes de gases e vapores possíveis estão listadas a seguir:

- vazamento real;
- vazamento virtual;
- vaporização;
- sublimação;
- degaseificação;
- permeação;
- fonte gasosa da bomba de vácuo;
- **gases e vapores de processo, e;**
- **injeção controlada de gases e vapores.**



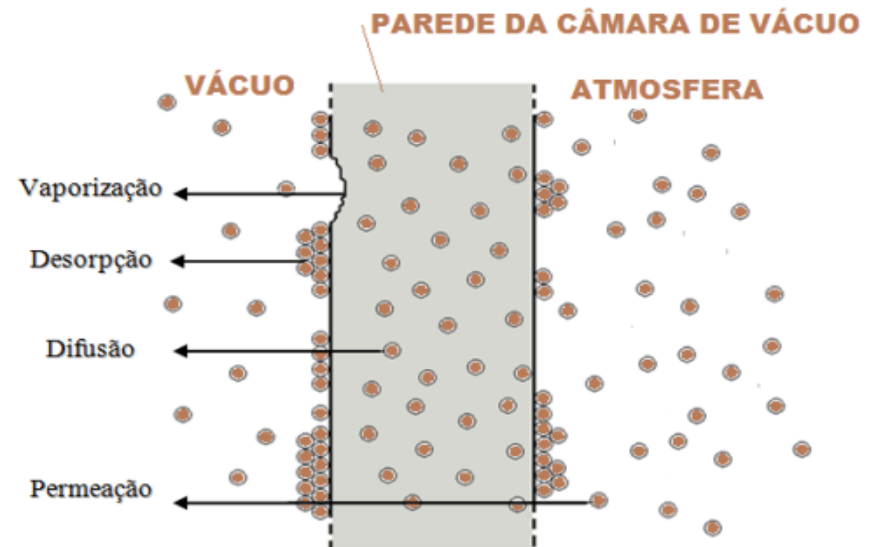
A ação das bombas de vácuo fará com que uma quantidade de gases e vapores seja removida da câmara de vácuo num certo intervalo de tempo.

Resultados obtidos – Jun/2018

Experimentos realizados no LTV/FATEC e IPT - Permeação

A figura ao lado apresenta de forma sucinta, as fontes de gases e vapores com origem nas paredes e internos à câmara de vácuo.

A dinâmica destas fontes de gases tratadas a partir de primeiros princípios não é um assunto simples, sendo assunto da física de superfícies.



Resultados obtidos – Jun/2018

Experimentos realizados no LTV/FATEC e IPT



Câmara utilizada no ensaio



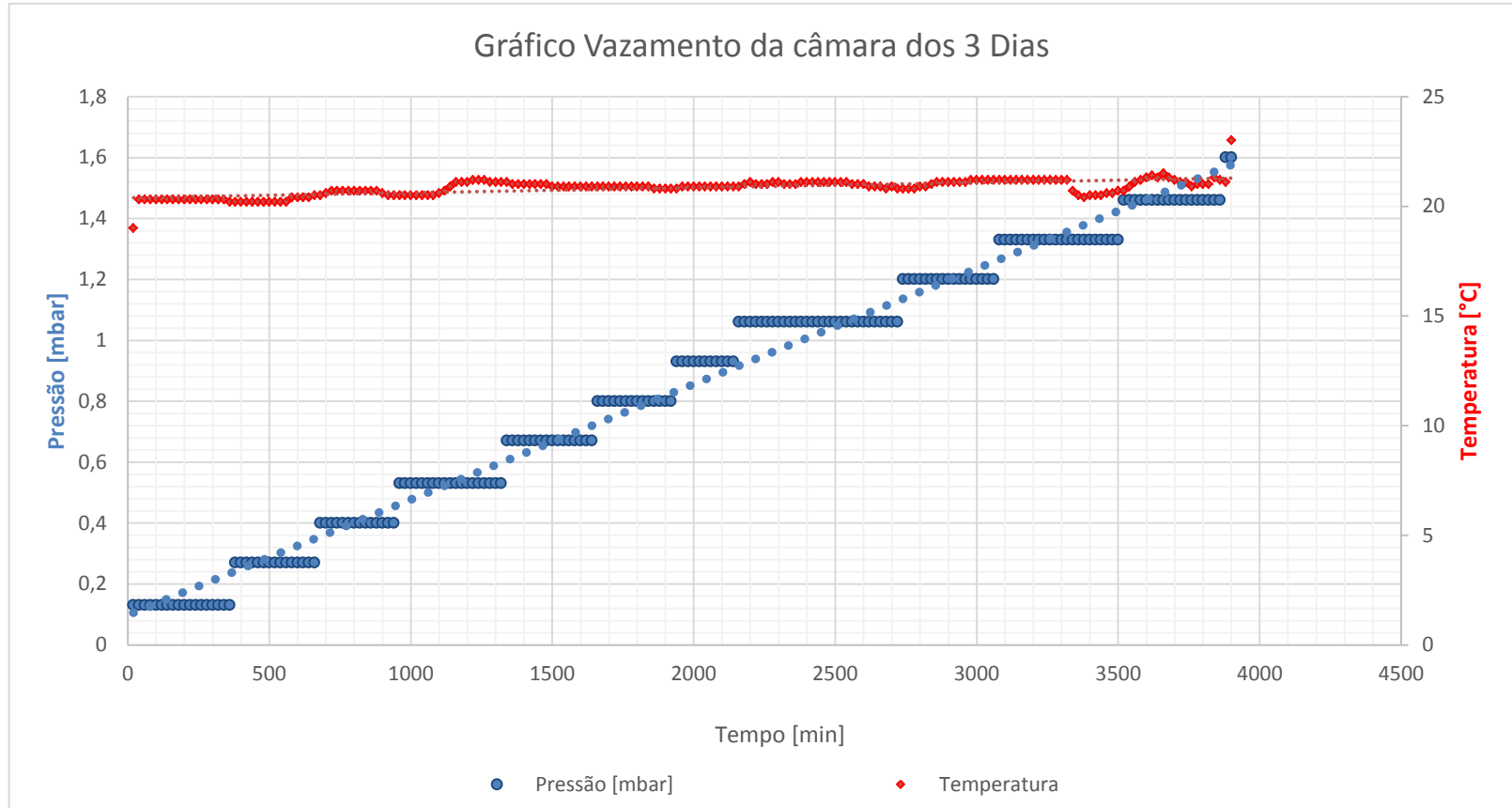
Medidor de pressão com membrana capacitiva



Bomba de vácuo com palhetas / turbomolecular

Resultados obtidos – Jun/2018

Medição do *troughput* (vazamento) - 3 dias corridos



Resultados obtidos – Jun/2018

Experimentos realizados no LTV/FATEC e IPT

Período	t [s]	P [mbar]	T [°C]
09/jun	0	0,13	20,1
11/jun	234000	1,6	21,1
Q[mbar.l/s]	Δt [s]	$\Delta P/\Delta t$ [mbar/s]	V [l]
4,52E-04	234000	6,28205E-06	72

- Pressão atmosférica inicial: 939 mbar (09/06/2018)
- Realizado o vácuo da ordem de 10^{-1} mbar no dia 09/06/2018.
- Valor da perda de pressão medida ($\Delta p/\Delta t$) é compatível com o que temos que medir nos vazamentos provenientes do extintor. Relação é linear.
- Valor do throughput (Q) a ser obtido é em função do volume disponível no interior da câmara descontado do volume ocupado pelo extintor.

Resultados obtidos – Jun/2018

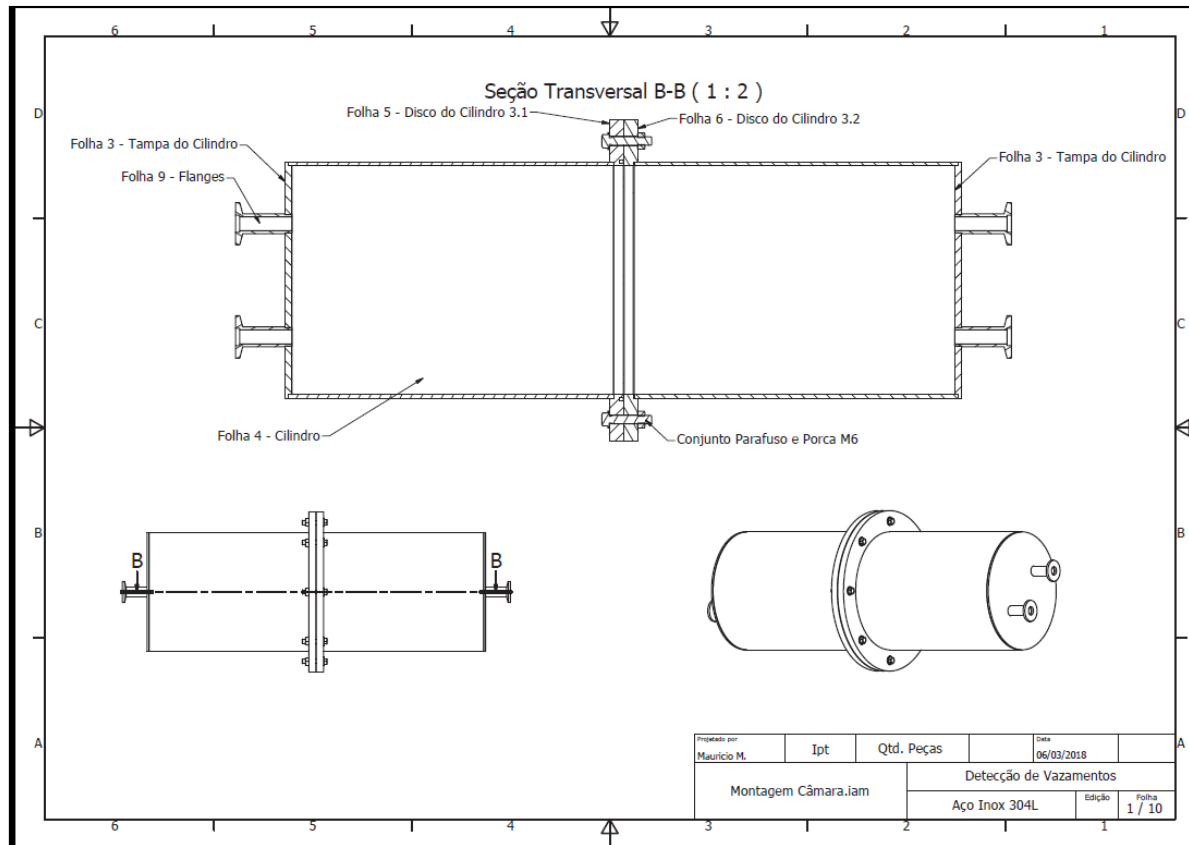
Experimentos realizados no LTV/FATEC e IPT

Periodo	t [s]	P [mbar]	T [°C]
11/jun	234000	1,6	20,3
15/jun	565200	3,06	21,1
Q[mbar.l/s]	Δt [s]	$\Delta P/\Delta t$ [mbar/s]	V [l]
3,17E-04	331200	4,40821E-06	72

- Uma das variáveis importantes é a duração do ensaio, para estabilização do vazamento em determinado periodo de avaliação. Estamos avaliando o período e suas implicações (5 a 7 dias).

Resultados obtidos – Jun/2018

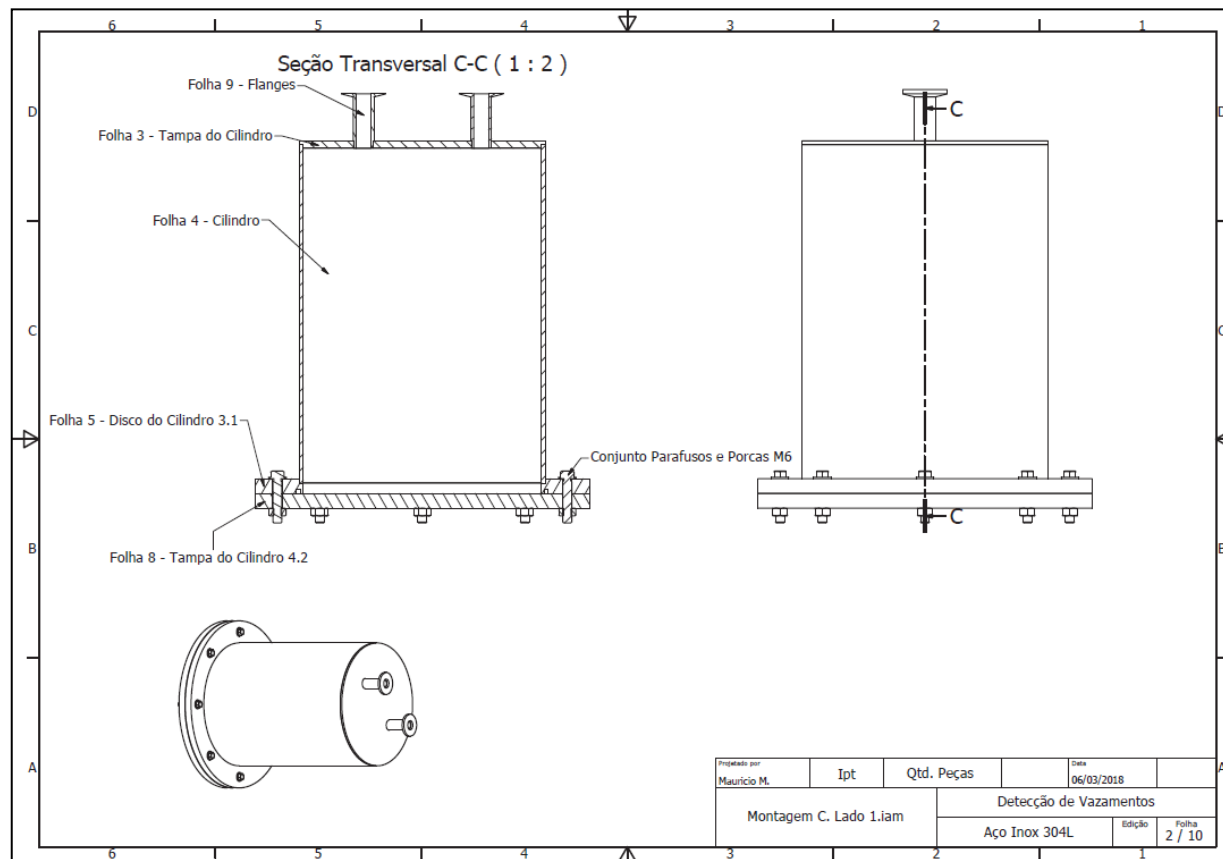
Projeto de câmara desenvolvida entre LTV/FATEC e IPT
Considerando extintores de 1, 2 e 4 kg de pó químico ABC



Resultados obtidos – Jun/2018

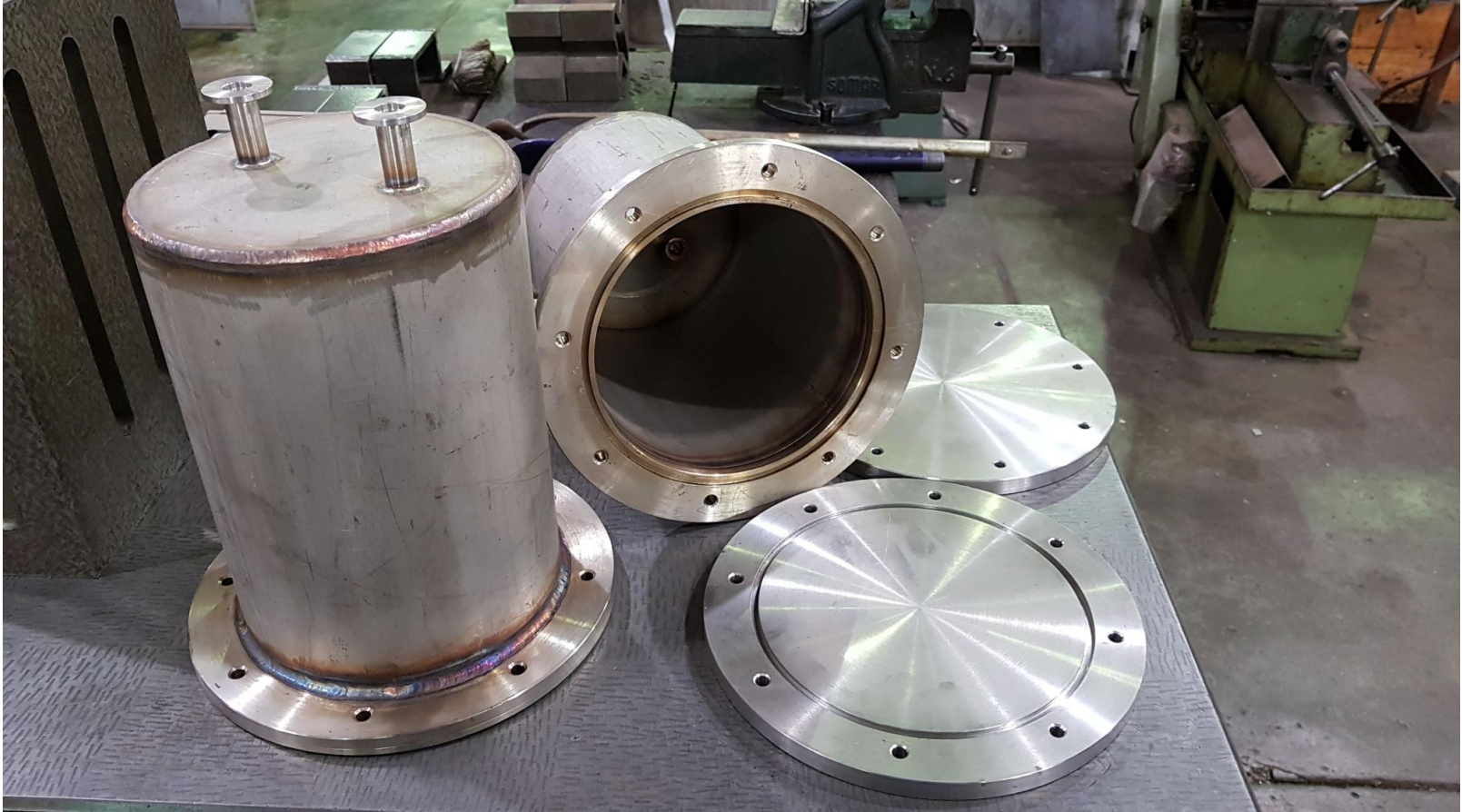
Projeto de câmara desenvolvida entre LTV/FATEC e IPT

Considerando extintores de 1, 2 e 4 kg de pó químico ABC



Resultados obtidos – Jun/2018

Confecção da câmara de vácuo no IPT



Próximas ações

- Realização dos ensaios considerando a câmara de ensaios projetada e com os extintores de incêndio de pó químico ABC de 1 e 2 kg de carga nominal.
- Análise dos resultados obtidos nas etapas 1.1 e 1.2, de forma a subsidiar o ajuste da especificação técnica para a aquisição da câmara de vácuo, da bombas de vácuo e dos sensores para medição de vazamento com uso da tecnologia do vácuo
- Aquisição, instalação e colocação em operação dos equipamentos especificados no IPT
- Execução de ensaios de medição de micro vazamentos em extintores de incêndios portáteis de pó químico amostrados no mercado

Seu desafio é nosso.

Eng. Me. Deives Junior de Paula
Laboratório de Segurança ao Fogo e a
Explosões - LSFEx

(11) 3767-4557 / dpaula@ipt.br

Website do LSFEx: <http://www.ipt.br/LSFEx>