



ESTUDO DO DESEMPENHO DE MANGUEIRAS DE COMBATE AO INCÊNDIO NO ENSAIO HIDROSTÁTICO

STUDY OF FIRE FIGHTING HOSES PERFORMANCE IN THE HYDROSTATIC TEST

Autor: Eng. Mec. Daline Vieira Alves (daline_vieira@hotmail.com)

Orientador: Prof. Dr. Jacinto Manuel Antunes de Almeida (jasscarnival@gmail.com)

RESUMO

As mangueiras de combate ao incêndio são utilizadas para extinguir ou controlar o incêndio. O presente artigo tem como objetivo avaliar alguns fatores que podem influenciar no desempenho das mangueiras de combate ao incêndio no teste hidrostático, especificamente a idade e o ambiente de conservação, considerando diferentes tipos de pressão. Neste contexto analisou-se o processo de fabricação, os requisitos de manutenção, assim como, os procedimentos de ensaio para o teste hidrostático. A pesquisa foi delimitada às mangueiras do tipo 1 e 2. As mangueiras de tipo 1 destinam-se ao uso residencial, são fabricadas em fibra de poliéster, revestidas internamente com borracha sintética, são de acoplamento rápido e devem suportar a pressão de 12 kgf/cm² no teste hidrostático. As mangueiras do tipo 2, utilizadas em área industrial ou pelo Corpo de Bombeiros, são feitas com o mesmo material das mangueiras do tipo 1, porém, devem suportar a pressão de 17 kgf/cm². Após os estudos de caso e a análise dos resultados obtidos nos testes hidrostáticos realizados em 23 mangueiras, concluiu-se que o ambiente de conservação das mangueiras foi o fator que parece ter reduzido à vida útil das mesmas, indicando que mesmo que o ano de fabricação seja mais antigo, não significa que a mangueira seja mais propensa a reprovar no teste hidrostático.

Palavras-chave: Mangueiras de incêndio, manutenção, teste hidrostático.

ABSTRACT

Fire fighting hoses are used to extinguish or control the fire. This article aims to evaluate some factors that can influence the performance of fire fighting hoses in the hydrostatic test, specifically the age and the conservation environment, considering different types of pressure. In this context, the manufacturing process, the maintenance requirements, as well as the test procedures for the hydrostatic test were analyzed. The survey was limited to type 1 and 2 hoses. Type 1 hoses are intended for residential use, are made of polyester fiber, coated internally with synthetic rubber, are quick-coupling and must withstand a pressure of 12 kgf \ cm² in the hydrostatic test. Type 2 hoses, used in industrial areas or by the Fire Department, are made of the same material as type 1 hoses, however, they must withstand a pressure of 17 kgf \ cm². After the case studies and the analysis of the results obtained in the hydrostatic tests carried out on 23 hoses, it was concluded that the preservation environment of the hoses may have been the factor that seems to have reduced their useful life, indicating that even though the year of manufacture is older, it does not mean that the hose is more likely to fail the hydrostatic test.

Keywords: Fire hoses, maintenance, hydrostatic test.



1 INTRODUÇÃO

A concepção do projeto de proteção e prevenção contra incêndio deve especificar as medidas de proteção e procedimentos de segurança adequados, de forma a permitir a rápida desocupação dos ambientes atingidos e ameaçados por incêndio, garantindo a segurança dos ocupantes (SILVA et al., 2010).

De acordo com Brentano (2007) os sistemas de proteção passiva contra incêndio são aqueles cujos equipamentos não necessitam de operação humana, estão incorporados dentro da edificação e não são removíveis da mesma. Medidas passivas como segurança estrutural, CMAR (controle de materiais de acabamento e revestimento), a compartimentação horizontal e vertical, devem ser previstas na fase do projeto. Os sistemas de proteção ativa, entre os quais, extintores de incêndio, hidrantes e mangotinhos e iluminação de emergência, necessitam de acionamento pelo indivíduo ou acionamento automático e são responsáveis por facilitar o combate ao incêndio e controlar o seu crescimento, porém, a sua eficácia depende não só do projeto, mas também do seu estado de conservação e manutenção.

No Brasil os sistemas de hidrantes e mangotinhos são regidos pela norma NBR 13714 (ABNT, 2000), que especifica os componentes que fazem parte do sistema, entre os quais, as mangueiras de incêndio, assim como, quais devem ser os requisitos mínimos exigíveis. De forma complementar no Rio Grande do Sul os sistemas de hidrantes são regulamentados pela Resolução Técnica de Transição do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (CBMRS, 2020). Já a NBR 11861 (ABNT, 1998) especifica os requisitos e métodos de ensaios e a NBR 12779 (ABNT, 2009) estabelece os requisitos quanto à inspeção, manutenção e cuidados para as mangueiras de incêndio.

De acordo com a NBR 11861 (ABNT, 1998), a escolha do tipo de mangueira deve ser feita em função do local e condições da aplicação, devendo atender a requisitos de pressão de trabalho e de resistência à abrasão entre outros. Para que a mangueira esteja em condições de ser utilizada no combate ao incêndio, é necessário que os cuidados de preservação



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

sejam atendidos e que seja feita a manutenção e inspeção periódica do equipamento. O teste hidrostático, um dos ensaios exigidos pela NBR 12779 (ABNT, 2009), permite avaliar eventuais falhas no funcionamento de mangueiras de incêndio.

O Anexo A da NBR 12779 (ABNT, 2009) especifica que a mangueira deve ser armazenada em local ou compartimento seco e ventilado, protegido da incidência direta da radiação solar e de ambientes agressivos, mas nem sempre as mangueiras se encontram armazenadas ou mantidas adequadamente, conforme especifica a norma, o que pode comprometer o seu desempenho. Ao longo da experiência, a pesquisadora tem observado que, em alguns casos, as mangueiras com características idênticas, mas de fabricação mais recentes e armazenadas sob condições distintas, podem falhar no teste hidrostático.

O objetivo geral da pesquisa consiste no estudo do desempenho de mangueiras de combate ao incêndio no teste hidrostático. Como objetivos específicos se propõe verificar, através de estudos de caso e realização de ensaios, as condições de manutenção e conservação e avaliar quais fatores foram mais significativos para o desempenho das mangueiras nos testes hidrostáticos: idade (desgaste natural) ou condições de armazenamento. Os ensaios foram delimitados a mangueiras do tipo 1 (residencial) e tipo 2 (industrial). A pesquisa justifica-se pela necessidade de evidenciar a importância da manutenção periódica dos sistemas de prevenção e combate ao incêndio, de forma a garantir a segurança.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mangueiras de combate ao incêndio

A mangueira de incêndio é constituída por um duto flexível, dotado de uniões. Segundo a NBR 13714 (ABNT, 2000, p.8) as mangueiras de incêndio para uso de hidrantes devem atender aos requisitos da NBR 11861 (ABNT, 1998) e as semirrígidas para uso de mangotinhos devem atender às condições da EN 694 (BS, 2014). Conforme a NBR 11861 (ABNT, 1998), que especifica requisitos e métodos de ensaio para mangueiras de incêndio de diâmetros nominais de 40 mm e 65 mm destinadas ao uso em hidrantes, o tubo interno deve ser fabricado em borracha, plástico ou outro material flexível e dotado de reforço



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

têxtil. As empresas que fabricam as mangueiras de incêndio devem ser certificadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e na identificação da mangueira deve constar o nome e/ou marca e certificação do fabricante, o tipo de mangueira, mês e ano de fabricação. A figura 1 ilustra a certificação colocada na extremidade da mangueira.

Figura 1 – Identificação do fabricante na mangueira



Fonte: Autor (2020)

As mangueiras de combate ao incêndio são classificadas pela NBR 11861(ABNT, 1998) de acordo com o uso a que se destinam, especificamente, mangueiras do tipo 1 (residencial), tipo 2 (comercial e industrial ou Corpo de Bombeiros), tipo 3 (área naval e industrial ou Corpo de Bombeiros, onde é desejável uma maior resistência à abrasão), tipo 4 (área industrial, onde é desejável uma maior resistência à abrasão) e tipo 5 (área industrial, onde é desejável maior resistência à abrasão e a superfícies quentes). A mangueira do tipo 1 deve ser construída com reforço têxtil e é utilizada para pressão de trabalho de 10kgf/cm² (figura 2).

Figura 2 - Mangueira do tipo 1



Fonte: Kidde (2020)



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

As mangueiras do tipo 2 devem ser construídas com reforço têxtil e utilizadas para pressão de trabalho superior, de 14kgf/cm^2 (figura 3).

Figura 3 - Mangueira do tipo 2



Fonte: Superflex (2020)

As mangueiras do tipo 3 são construídas com dois reforços têxteis sobrepostos, de forma a garantir a resistência à abrasão, e são utilizadas para pressão de trabalho de 15kgf/cm^2 (figura 4).

Figura 4 - Mangueira do tipo 3



Fonte: Bucka (2020)

Nas mangueiras do tipo 4 (figura 5a) o reforço têxtil deve ser acrescido de uma película externa de plástico e são utilizadas para pressão de trabalho de 14kgf/cm^2 ; nas mangueiras do tipo 5 (figura 5b), o reforço têxtil deve ser revestido de borracha e também são utilizadas em pressão de trabalho de 14kgf/cm^2 .



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

Figura 5 – Mangueiras a) tipo 4 e b) tipo 5.



Fonte: Bucka (2020)

O quadro 1 resume os tipos de mangueiras de incêndio, suas características principais e respectivas aplicações.

Quadro 1 - Tipos de mangueiras e aplicações

Mangueira	Aplicação	Diâmetro	Pressão de trabalho	Descrição
Tipo 1	Destina-se a edifícios de ocupação residencial.	40 mm (1½")	100 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil.
Tipo 2	Destina-se a edifícios comerciais ou industriais.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil.
Tipo 3	Destina-se à área naval ou industrial.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	150 mca	Mangueira flexível, de borracha, com reforço têxtil duplo sobrepostos.
Tipo 4	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma maior resistência à abrasão.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de PVC + borracha.
Tipo 5	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma alta resistência à abrasão e a superfícies quentes.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de borracha.
Semirrígida	Destina-se à edificações que utilizam mangotinhos.	25 mm (1")	150 mca	Mangueira semirrígida, de borracha, com um reforço têxtil.

Adota-se: 1 MPa = 10 bar = 10 kgf/cm² = 100 mca = 145 psi

Fonte: IN N° 007 CBMSC (2017)

A Instrução Técnica n° 22 do Corpo de Bombeiros do estado de São Paulo (CBMSP, 2018) especifica, entre outros parâmetros, os diâmetros nominais e comprimentos das mangueiras de incêndio, adequados para cada sistema, especificamente, mangotinhos (classificado como tipo 1) e hidrantes (tipos 2 a 5). O diâmetro nominal de 40mm é utilizado em sistemas de hidrantes com vazões mínimas entre 150 e 300L/min e o diâmetro de 65mm é utilizado em sistemas de hidrantes com vazões mínimas de 300 e 600 L/min, conforme ilustra o quadro 2.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

Quadro 2 – Mangueiras para sistemas de mangotinhos (1) e hidrantes (2 a 5)

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (L/min)	Pressão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento (m)			
1	25	25	30	simples	100	80
2	40	40	30	simples	150	30
3	40	40	30	simples	200	40
4	40	40	30	simples	300	65
	65	65	30	simples	300	30
5	65	65	30	duplo	600	60

Fonte: IT N° 22 CBMSP (2018)

2.2 Armazenamento

A forma como uma mangueira é armazenada e manuseada pode afetar o seu desempenho. De acordo com a NBR 13714 (ABNT, 2000), os sistemas de hidrantes (tipo 2 e 3, no quadro 3) devem estar armazenados em abrigo.

Quadro 3 - Componentes hidrante

Materiais	Tipos de sistemas		
	1	2	3
Abrigo(s)	Sim	Sim	Sim
Mangueira(s) de incêndio	Não	Sim	Sim
Chaves para hidrantes, engate rápido	Não	Sim	Sim
Esguicho(s)	Sim	Sim	Sim
Mangueira semi-rígida	Sim	Sim ¹⁾	Não

¹⁾ Somente nos casos especificados em D.4.

Fonte: ABNT NBR 13714 (2000)

De acordo com a NBR 13714 (ABNT, 2000, p.3) abrigo é definido como “compartimento, embutido ou aparente, dotado de porta, destinado a armazenar mangueiras, esguichos, carretéis e outros equipamentos de combate a incêndio, capaz de proteger contra intempéries e danos diversos”.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

Já a IT nº 22 (CBMSP, 2018) especifica que no sistema de tipo 1 (mangotinhos) não é obrigatório haver abrigo, conforme ilustra o quadro 4.

Quadro 4 – Componentes para sistemas de mangotinhos e hidrantes

Materiais	Tipos de sistemas				
	1	2	3	4	5
Abrigo(s)	Opcional	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueria(s) de incêndio	Não	Tipo 1 (residencial) ou Tipo 2 (demais ocupações)	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5
Chaves para hidrantes, engate	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Esguicho(s)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueria semirrígida	Sim	Não	Não	Não	Não

Fonte: IT Nº 22 CBMSP (2018)

A NBR 12779 (ABNT, 2009) especifica que, de acordo com o tipo de utilização, as mangueiras devem ser acondicionadas em ziguezague em pé ou deitadas sob superfície não abrasiva e dentro das caixas de hidrantes devem ser aduchadas, ou seja, enroladas, formando uma espiral a partir da dobra em direção a extremidade (figura 6). Já as semirrígidas devem ser condicionadas em carretéis axiais, permitindo facilidade e agilidade para sua utilização.

Figura 6 - Formas de condicionamento mangueira no abrigo



Figura D.2 — Forma ziguezague em pé



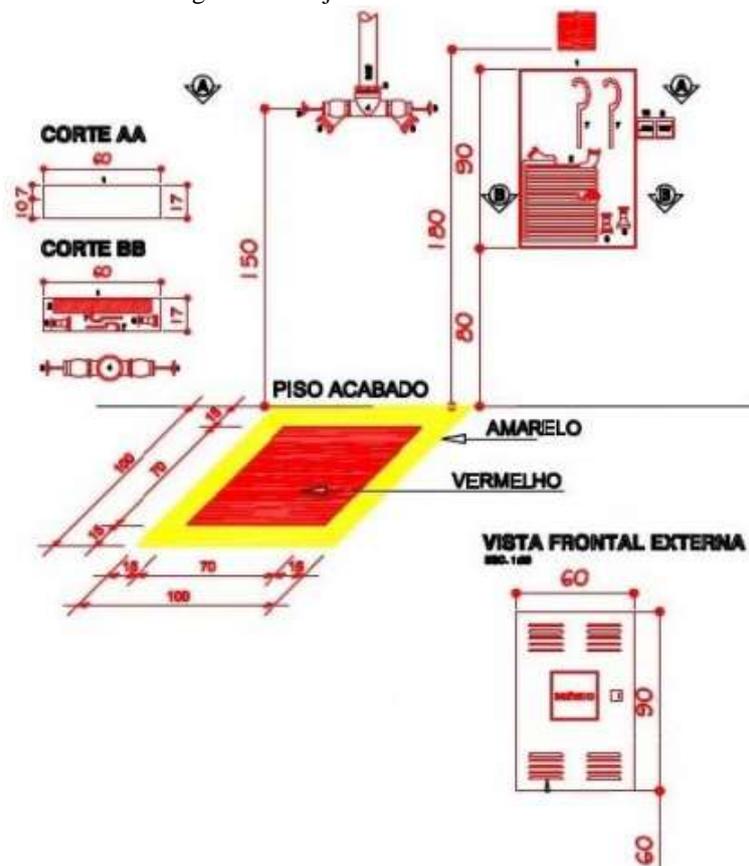
Figura D.3 — Forma espiral

Fonte: ABNT NBR 12779 (2009)



Os pontos de hidrantes ou de mangotinhos devem ser sinalizados conforme a NBR 16820 (ABNT, 2020), de modo a permitir sua rápida localização. Para edificações com movimentação de cargas deve ser instalada sinalização de piso junto ao sistema de hidrantes com a finalidade de evitar qualquer dano que possa comprometer o sistema (sinalização em vermelho e amarelo, na figura7).

Figura 7 – Projeto de sistema de hidrantes



Fonte: Sales (2016)

2.3 Manutenção e Inspeção

De acordo com a NBR 12779 (ABNT, 2009), a mangueira quando submetida a uma inspeção não deverá apresentar fissuras e defeitos. Se apresentar algum destes defeitos a mangueira não estará apta para ser submetida ao teste hidrostático, pois pode comprometer a segurança dos colaboradores que irão executar o teste. Independentemente do tipo, as



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

mangueiras devem ser inspecionadas, no mínimo, a cada 6 meses e a manutenção deve ser realizada anualmente (quadro 5).

Quadro 5- Frequência de inspeção e manutenção

TIPO DE MANGUEIRA	APLICAÇÃO	INSPEÇÃO (MESES)	MANUTENÇÃO (MESES)
1	EDIFÍCIOS DE OCUPAÇÃO RESIDENCIAL	6	12
2	EDIFÍCIOS COMERCIAIS, INDUSTRIAIS OU CORPO DE BOMBEIROS.	6	12
3	ÁREA NAVAL, INDUSTRIAL OU CORPO DE BOMBEIROS.	6	12
4	ÁREA INDUSTRIAL	6	12
5	ÁREA INDUSTRIAL	6	12

Fonte: ABNT NBR 12779 (2009)

Toda mangueira aprovada no teste deve ser identificada através de uma etiqueta plástica numerada (tipo lacre), presa na extremidade, próximo à união, contendo informações sobre o mês e ano em deverá ser realizado o próximo teste hidrostático e a numeração do lacre para identificação da mangueira, conforme especifica a NBR 12779 (figura 8).

Figura 8- Lacre das mangueiras



Fonte: Autor (2020)

A inspeção e manutenção preventiva objetivam garantir as condições normais de funcionamento dos sistemas de hidrantes e os relatórios de inspeção e manutenção permitem certificar as mangueiras como aprovadas ou condenadas.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

De acordo com a NBR 11861(ABNT, 1998), no momento da inspeção (figura 9) deve-se estender a mangueira e inspecionar se a mesma apresenta desgaste por abrasão e/ou fios rompidos no reforço têxtil da mesma, presença de manchas na superfície causadas por produtos químicos, desprendimento do revestimento externo, deslizamento das uniões, dificuldade de acoplar as uniões, ausência de vedação da borracha, defeitos nas uniões devido a mau uso e ausência de identificação do fabricante e de inspeção; no caso de ausência ou ilegibilidade da identificação do fabricante, a mangueira deve ser encaminhada para a manutenção e deve ser realizado o teste hidrostático com pressões de ensaio de fábrica, de 21kgf/cm^2 e 28kgf/cm^2 , respectivamente para mangueiras do tipo 1 e do tipo 2.

Figura 9- Manutenção da mangueira



Fonte: Autor (2020)

De acordo com a NBR 12779 (ABNT, 2009), após a inspeção e/ou manutenção, deve ser emitido um certificado que ateste a aprovação da mangueira. Pode ser aceito um único certificado aprovando diversas mangueiras, desde que cada uma delas esteja relacionada no certificado. Para mangueiras novas pode ser aceito o certificado de ensaio hidrostático do fabricante. A figura 10 apresenta o modelo de certificado, onde devem constar informações como diâmetro da mangueira, tipo de mangueira, numeração do lacre, ano de fabricação, data da próxima inspeção e manutenção, quantas mangueiras reprovaram, quantas aprovaram e se os componentes da mangueira, como uniões, estão em condições de uso.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

Figura 10 - Modelo de certificado de inspeção e manutenção

EMPRESA CAPACITADA		CERTIFICADO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE MANGUEIRAS DE INCÊNDIO - NBR 12779																
		ENDEREÇO								ENDEREÇO								
Declaro que as mangueiras de extintor abaco relacionadas foram inspecionadas e/ou mantidas conforme NBR 12779 e que elas obtiveram aprovação / conformação de acordo com o resultado apresentado. Este certificado deve ser mantido pelo usuário até a próxima inspeção / manutenção.																		
DADOS GERAIS										INSPEÇÃO				MANUTENÇÃO				
ITEM	IDENTIFICAÇÃO	MANUFATURANTE / MARCA	INDICAÇÃO (NBR)	DIÂMETRO (mm)	COMPRIMENTO (m)	TIPO	INDICAÇÃO (NBR)	PREÇO (R\$)	DATA DE ÚLTIMA INSPEÇÃO	DATA DA ÚLTIMA MANUTENÇÃO	COMPRIMENTO (m)	DIÂMETRO (mm)	TIPO	INDICAÇÃO (NBR)	PREÇO (R\$)	DATA DE ÚLTIMA INSPEÇÃO	DATA DA ÚLTIMA MANUTENÇÃO	
001	200.200.112	ABC INCORPORADO	ABC INCORPORADO	40	10	2	07/08	1000	15/07/04	15/07/04	10,20	40	2	A	40	15/07/04	15/07/04	
002	180.310.000	ABC INCORPORADO	ABC INCORPORADO	65	10	4	10/00	1000	15/07/04	15/07/04	15,10	65	4	A	100	15/07/04	15/07/04	
003	240.180.201	ABC INCORPORADO	ABC INCORPORADO	65	10	2	12/07	1000	15/07/04	15/07/04	14,80	65	2	A	30	15/07/04	15/07/04	
004	240.180.302	ABC INCORPORADO	ABC INCORPORADO	40	10	1	11/02	1170	15/07/04	15/07/04	15,10	40	1	A	30	15/07/04	15/07/04	
005	240.180.203	ABC INCORPORADO	ABC INCORPORADO	40	10	1	10/02	1170	N	N	15,10	40	1	A	30	15/07/04	15/07/04	
006	240.180.204	ABC INCORPORADO	ABC INCORPORADO	65	10	2	09/09	1000	N	N	13,00	65	2	A	30	15/07/04	15/07/04	
007	180.400.101	SEM MARCA	SEM MARCA	65	10	NC	NC	2740	15/07/04	15/07/04	15,00	65	1	A	40	15/07/04	15/07/04	
008	010.000.001	SEM MARCA	ABC INCORPORADO	40	10	NC	NC	3000	15/07/04	15/07/04	14,00	40	1	A	30	15/07/04	15/07/04	
Legenda: A (Aprovado) R (Reservado) S (Sem) N (Não) C (Constatado) NC (Não Consta)																		
QTIM	DESCRIÇÃO DA PEÇA SUBSTITUÍDA								QTIM	DESCRIÇÃO DA PEÇA SUBSTITUÍDA								Data de Emissão: 15.1.07.00

Fonte: ABNT NBR 12779 (2009)

Além do certificado, a empresa responsável pela manutenção deve providenciar as instruções ao cliente sobre os cuidados de preservação da mangueira, especificamente, evitar contato com cantos vivos (pode causar fissuras na mangueira), evitar contato direto com fogo ou superfícies quentes, arrastar as mangueiras vazias sobre o piso (pode causar fissuras no vinco), evitar queda de uniões, nunca guardar a mangueira molhada (pode quebrar as fibras), não utilizar a mangueira para outros fins a não ser para o combate ao incêndio, evitar torção ou passar por cima da mangueira, realizar a limpeza da mesma, assim como das caixas de hidrante.

Após a manutenção, a mangueira deve ser armazenada em seu respectivo abrigo, que deve permanecer seco, limpo e ventilado, protegido das incidências solares, de atmosferas agressivas ou produtos químicos.



2.4 Métodos de ensaio

Segundo a NBR 11861 (ABNT, 1998), as mangueiras de combate ao incêndio devem ser submetidas ao ensaio hidrostático, ensaio de perda de carga, ensaio de ruptura, ensaio de resistência à abrasão e ensaio de envelhecimento de reforço têxtil, entre outros, sendo que para mangueiras de tipo 5 é requerido também ensaio de envelhecimento acelerado.

Durante a realização do teste hidrostático, se as mangueiras não estiverem bem acopladas à máquina de ensaio ou algum de seus componentes estiver com defeito, no momento em que o ensaio for realizado a mangueira pode estourar sem antes mesmo de ser introduzida a pressão de ensaio, pois o ar que se restringe na mangueira pode acabar projetando algum de seus componentes ou causar um chicoteamento no indivíduo.

A aparelhagem necessária para a execução do teste hidrostático deve incluir uma pista ou bancada de no mínimo 17m, sem obstáculos que possam interferir no teste e danificar a mangueira. A mangueira deve ser estendida em linha reta sobre a bancada ou pista, acoplando as extremidades na máquina e nas válvulas. Deve iniciar-se o preenchimento da mangueira com água, abrindo lentamente a válvula de alívio para a mangueira estabilizar inicialmente em uma pressão de 2kgf/cm². Seguidamente deve retirar-se o ar através das válvulas e logo após iniciar-se a pressurização das mangueiras até à pressão de teste, através das bombas de baixa e alta pressão. Após, deve-se verificar se a pressão decresceu no manômetro ou se a mangueira apresenta fissuras em sua estrutura. As pressões de teste variam de acordo com cada tipo de mangueira (quadro 6).

Quadro 6- Pressão de teste das mangueiras

Tipo de mangueira	Pressão de ensaio kPa (kgf/cm ²)
1	1 170 (12)
2, 4 e 5	1 665 (17)
3	1 765 (18)

Fonte: ABNT NBR 12779 (2009)



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

Logo após, deve-se verificar a existência de vazamentos ao longo da mangueira; se não houver vazamentos, deve-se aliviar a pressão e realizar-se a secagem da mangueira.

Caso algumas das peças da mangueira como uniões apresentem deformações no engate ou vazamento na vedação de borracha, as mesmas podem ser substituídas por peças originais. A limpeza da mangueira deve ocorrer a seco apenas com uma escova com cerdas macias onde o escovamento da mangueira deve ser realizado cruzado, no sentido da trama e do urdume.

As mangueiras reprovadas no teste hidrostático deverão ter escrito em sua superfície, de forma indelével, **CONDENADA**, conforme NBR 12779(ABNT, 2009), e devem ser descartadas.

3 DESENVOLVIMENTO

Como metodologia da pesquisa, após a revisão da literatura, foram estudados 3 casos, para análise do desempenho de mangueiras de incêndio do tipo 1 e do tipo 2 no ensaio hidrostático. Foram avaliadas as condições de manutenção das mangueiras de incêndio, incluindo inspeções e ensaios realizados anteriormente e foram analisados os resultados obtidos nos ensaios realizados pela autora. Após a análise dos resultados, foram feitas as considerações finais. Os resultados detalhados dos ensaios e respectivos certificados são apresentados nos apêndices.

3.1 Estudo de caso 1

O primeiro estudo de caso é referente a uma edificação industrial com mangueiras de incêndio do tipo 2, de diâmetro nominal 1 1/2" (40mm), em 4 lances de 15m, totalizando 60m. A edificação possui PPCI aprovado e alvará de Prevenção contra incêndio até 2022. O programa de manutenção dos equipamentos de combate ao incêndio é habitualmente realizado por empresa contratada e supervisionada pela contratante. No momento da inspeção as mangueiras encontravam-se armazenadas diretamente no piso da edificação, sem qualquer proteção. As mangueiras foram inspecionadas previamente de acordo com a NBR 12779 (ABNT, 2009) e não apresentavam visualmente falhas ou sinais de desgaste.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

O ensaio hidrostático foi realizado em 3 mangueiras idênticas, porém com anos de fabricação distintos, especificamente, 2018, 2013 e 1998 (figura 11).

Figura 11-Mangueiras inspecionadas - tipo 2 (2018,2013 e 1997)



Fonte: Autor (2020)

O ensaio iniciou conectando-se uma das extremidades das mangueiras à máquina de teste e a outra extremidade aos conectores com válvulas do outro lado da linha, para que o fluxo ocorresse em forma de círculo, voltando a água para a máquina (figura 12).

Figura 12- Mangueiras conectadas na extremidade da máquina



Fonte: Autor (2020)



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

Logo após realizou-se a verificação da abertura das válvulas e se iniciou o teste, ligando a bomba de enchimento para que a água pudesse percorrer cada uma das três mangueiras e retornar à máquina; após verificar que as mangueiras estavam enrijecidas com o fluido, abriu-se a válvula de alívio para retirada total de ar das mangueiras e entrada somente de água no visor da máquina (figura 13).

Figura 13- Mangueira enrijecida e visor da máquina de ensaios



Fonte: Autor (2020)

Em seguida foi aplicada a pressão de 17kgf/cm^2 (figura 14), indicada para mangueiras do tipo 2, através das bombas de baixa e alta pressão (está última só é utilizada no caso de ser necessário melhorar o rendimento da máquina).

Figura 14 - Pressão de teste para mangueira tipo 2



Fonte: Autor (2020)



Logo após desligou-se a máquina de ensaios e se realizou a inspeção visual para verificação de vazamentos na mangueira. A mangueira de ano de fabricação de 2018 foi a única que apresentou vazamento, devido a um furo, sendo julgada e identificada como condenada. A presença do furo (figura 15) pode indicar o manuseio incorreto da mangueira ou ser devido ao mau acondicionamento da mesma.

Figura 15– Mangueira condenada devido a vazamento em furo (2018)



Fonte: Autor (2020)

As mangueiras de 2013 e 2017 não apresentaram falhas no teste, sendo consideradas como aprovadas (figura 16).

Figura 16- Mangueiras aprovadas (2013 e 1997)



Fonte: Autor (2020)

Após a realização do ensaio hidrostático foi emitido o certificado, informando as características das mangueiras testadas (tipo de mangueira, diâmetro, fabricante e ano de fabricação), o resultado do ensaio e a localização do dano na mangueira condenada (2018).

3.2 Estudo de caso 2 - Residencial

O segundo estudo de caso refere-se a uma edificação residencial, com sistema de hidrantes e mangueiras do tipo 1, de diâmetro nominal 1 1/2" (40mm), com 2 lances de 15m, totalizando 30m. A edificação possui PPCI aprovado, porém o alvará está em fase de tramitação. Inicialmente os abrigos e as mangueiras foram inspecionados visualmente,



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

encontrando-se em condições regulares, conforme especificado em norma (figura 17). Além do bom estado de conservação, a edificação não apresentava ambientes agressivos à integridade da mangueira.

Figura 17- Abrigo Mangueiras



Fonte: Autor (2020)

As mangueiras inspecionadas são idênticas, mas com diferentes anos de fabricação, de 1997, 2004 e 2008 (figura 18).

Figura 18- Mangueiras 1997,2004 e 2008, respectivamente



Fonte: Autor (2020)



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

As 3 mangueiras foram submetidas ao ensaio hidrostático, utilizando pressão de 12kgf/cm^2 , indicada para mangueiras do tipo 1, não apresentando fissuras, nem vazamentos durante o ensaio. Todas as mangueiras foram aprovadas, incluindo a mais antiga, de 1997.

3.3 ESTUDO DE CASO 3 INDUSTRIAL

O estudo de caso 3 refere-se a uma edificação industrial (W), com mangueiras do tipo 2, de diâmetro nominal de $1\frac{1}{2}$ " (40mm) e 2 lances de 15m, totalizando 30m. As mangueiras são similares, porém com diferentes anos de fabricação, especificamente, 2013, 2014 e 2015. As mangueiras encontravam-se armazenadas em abrigos (figura 19) e, de acordo com o plano de inspeção, elas são inspecionadas e mantidas a cada 6 meses: na inspeção as mangueiras são estendidas na pista e é realizada a inspeção visual; durante a manutenção são realizadas lubrificações no hidrante e nas caixas de abrigo das mangueiras, assim como, é feita a limpeza das mesmas.

Figura 19- Abrigo das mangueiras



Fonte: Autor (2020)



Neste estudo de caso, foi ensaiado um lote com 17 mangueiras, utilizando pressão de 17kgf/cm^2 , indicada para mangueiras do tipo 2, sendo que todas as mangueiras foram aprovadas no ensaio hidrostático.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando o caso 1 (industrial), considera-se que, sendo a mangueira reprovada no ensaio hidrostático a mais recente (2018), a reprovação se deveu possivelmente aos seguintes fatores ou à combinação destes: mau acondicionamento/armazenamento falta de manutenção e/ou manuseio incorreto.

No estudo de caso 2 (residencial) todas as 3 mangueiras foram aprovadas no ensaio, independentemente da idade, ou seja, o armazenamento e manutenções realizadas de acordo com as especificações regulamentares parecem ter sido importantes para o bom desempenho do equipamento.

No estudo de caso 3 (industrial) a conservação das mangueiras nos abrigos e o plano de inspeção/manutenção adequado parecem ter sido importantes para o bom desempenho das 17 mangueiras submetidas ao ensaio hidrostático.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo estudar o desempenho de mangueiras de combate ao incêndio no ensaio hidrostático e alguns fatores que pudessem influenciar o seu desempenho. Foram realizados ensaios com 3 mangueiras do tipo 1 e 20 mangueiras do tipo 2, de idades e meios de conservação distintos. Os resultados indicam que o ano de fabricação (desgaste natural) não afetou o desempenho das mangueiras nos testes hidrostáticos e que o fator condicionante para a reprovação das mangueiras, nos casos estudados, pode ter sido o estado de conservação e manutenção ou o manuseio incorreto.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

O estudo evidencia que não basta ter o PPCI aprovado para garantir a segurança na edificação e que a manutenção preventiva das medidas de proteção é essencial para garantir o desempenho das mesmas em situação de incêndio.

Como sugestão de trabalhos futuros propõe-se a ampliação dos estudos de caso para diferentes condições de manutenção e diferentes tipos de mangueiras, assim como, pesquisas que avaliem o estado de manutenção das medidas de proteção instaladas em edificações com PPCI aprovados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11861**: Mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1998.

_____. NBR 12779. Mangueira de incêndio - Inspeção, manutenção e cuidados. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR 13714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

_____. NBR 16820: Sistemas de sinalização de emergência — Projeto, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. Porto Alegre: T Edições, 2007.

CELESTINO, Francisco Ferigolo. **Prevenção de incêndio**. Porto Alegre, RS: Sulina, 1977.

DINIZ, Harley F. **Equipamentos pneumáticos**. São Paulo. 1981.

GONÇALVES, P. A.B. **Elaboração de treinamento de prevenção e noção de combate à incêndio para crianças com simulado de evacuação**. Curitiba, p. 1-49, 2017.

ISTRUÇÃO TÉCNICA Nº 22(IT). **Polícia militar do estado de São Paulo. IT Nº 22**. São Paulo. 2018.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 007(IT). **Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IT Nº 007.** Santa Catarina. 2017

LUGON, André et el. SCIER: **Segurança Contra Incêndio em Edificações.** 2 ed. São Paulo: Firek Segurança Contra Incêndio e UNICAMP- FEC.2018. Disponível em: <<http://www.firek.com.br/scier>>. Acesso em: 1 out.2020.

LEI FEDERAL 13425. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113425.htm>. Acesso em: 05 de outubro 2020

Matos, C. F.; Galembeck, F.; Zarbin, A. J. G. **Nanocompósitos Multifuncionais de Látex de Borracha Natural e Nanoestruturas de Carbono.** Rev. Virtual Quim, **2017**, 9 (1), 73-96. Data de publicação na Web: 22 de novembro de 2016. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq_s bq.org.br/pdf/AldoNoPrelo.pdf>. Acesso em 06 de outubro de 2020.

MATTEDI, D. L. **Estudo da prescritividade das normas técnicas brasileiras de segurança contra incêndio.** Minas Gerais, n. 12, p. 265-271, 2011.

NETO, Manoel Altivo da luz. **Novos desafios em saúde e segurança do trabalho.** Belo Horizonte: Secgrac e Gráfica Limitada, 2001.

RODRIGUES, E.E.C. **Sistema de gestão da segurança contra incêndio e pânico nas edificações: Fundamentação para uma regulamentação.** Tese (Doutorado em Engenharia de Segurança Contra Incêndio) - Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.336,2016.

SALES, S. S. **Desempenho do sistema de proteção e combate a incêndios por hidrantes: avaliação das condições de operação do sistema.** Curitiba. 2016.

SILVA, V. P.; VARGAS, M. R.; ONO, R. **Prevenção Contra Incêndio no Projeto de Arquitetura.** Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010.



Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndios

www.ufrgs.br/esci
(2020)

APÊNDICES

APÊNDICE I- CERTIFICADO MANGUEIRAS ESTUDO DE CASO 1

EMPRESA CAPACITADA		CERTIFICADO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE MANGUEIRAS DE INCÊNDIO - NBR 12779/2009																								
		USUÁRIO: Declaramos que as mangueiras de incêndio abaixo relacionadas foram e/ou mantidas conforme NBR 12779 e que elas obtiveram aprovação/condenação de acordo com o resultado apresentado. Este certificado deve ser mantido pelo usuário até a próxima inspeção/manutenção.																								
Item	Localização	Marca do Duto Flexível	Marca da União	Diâmetro (polegada)	Comprimento Nominal (m)	Tipo	Mês/Ano fabricação	Pressão Ensaio (kgf/cm ²)	Data Próxima Inspeção	Data Próxima Manutenção	Comprimento Real (m)	INSPEÇÃO			MANUTENÇÃO						Resultado Final					
												Categoria Teste e Revestimento	União	Comprimento Luva Empatamento (mm)	Vedação de Borracha	Marcação	Ensaio Hidrostático	Reempacotamento	Comprimento Final (m)	Substituição de União		Substituição de Vedação	Substituição de Anéis	Limpeza	Secagem	
1		Resmat	Storz	1 1.2	15	2	03.18	17			15	A	R	R	38	R	R	R	N	15	N	N	N	S	S	R
2		maxtec	Storz	1 1.2	15	2	04.13	17	09.20	03.21	15	A	A	38	A	A	A	N	15	N	N	N	S	S	A	
3		maxtec	Storz	1 1.2	15	2	04.97	17	09.20	03.21	15	A	A	38	A	A	A	N	15	N	N	N	S	S	A	
		Legenda: A (Aprovado) R (Reprovado) S (Sim) N (Não) C (Condenada) NC (Não Consta)																								
Qtde. Aprovada		Descrição da peça Substituída										Qtde. Reprovada		Descrição da peça Substituída				Data execução								
2		Mangueira nº 1 REPROVADA, pois estava com fissura										1						03.03.2020								

Fonte: Autor (2020)

APÊNDICE II- CERTIFICADO MANGUEIRAS ESTUDO DE CASO 2

EMPRESA CAPACITADA		CERTIFICADO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE MANGUEIRAS DE INCÊNDIO - NBR 12779/2009																							
		USUÁRIO: Declaramos que as mangueiras de incêndio abaixo relacionadas foram e/ou mantidas conforme NBR 12779 e que elas obtiveram aprovação/condenação de acordo com o resultado apresentado. Este certificado deve ser mantido pelo usuário até a próxima inspeção/manutenção.																							
Item	Localização	Marca do Duto Flexível	Marca da União	Diâmetro (polegada)	Comprimento Nominal (m)	Tipo	Mês/Ano fabricação	Pressão Ensaio (kgf/cm ²)	Data Próxima Inspeção	Data Próxima Manutenção	Comprimento Real (m)	INSPEÇÃO			MANUTENÇÃO						Resultado Final				
												Categoria Teste e Revestimento	União	Comprimento Luva Empatamento (mm)	Vedação de Borracha	Marcação	Ensaio Hidrostático	Reempacotamento	Comprimento Final (m)	Substituição de União		Substituição de Vedação	Substituição de Anéis	Limpeza	Secagem
1		Resmat	Storz	1 1.2	15	1	02.97	12	11.20	05.21	15	A	A	38	A	A	A	N	15	N	N	N	S	S	A
2		kidde	Storz	1 1.2	15	1	04.04	12	11.20	05.21	15	A	A	38	A	A	A	N	15	N	N	N	S	S	A
3		predyflex	Storz	1 1.2	15	1	03.08	12	11.20	05.21	15	A	A	38	A	A	A	N	15	N	N	N	S	S	A
		Legenda: A (Aprovado) R (Reprovado) S (Sim) N (Não) C (Condenada) NC (Não Consta)																							
Qtde. Aprovada		Descrição da peça Substituída										Qtde. Reprovada		Descrição da peça Substituída				Data execução							
3												0						05.05.2020							

Fonte: Autor (2020)

