

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Julio Cezar Souza de Mello

**SISTEMAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS EM AMBIENTE
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Santa Cruz do Sul

2014

Julio Cezar Souza de Mello

**SISTEMAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS EM AMBIENTE
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Engenharia Civil da
Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosí Cristina Espindola da Silveira

Santa Cruz do Sul

2014

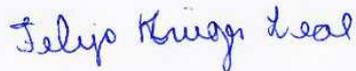
Julio Cezar Souza de Mello

**SISTEMAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS EM AMBIENTE
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Engenharia Civil da
Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro Civil.



Dra. Rosi Cristina Espindola da Silveira
Professora Orientadora – UNISC



Me. Felipe Kruger Leal
Professor examinador – UNISC



Me. Luiz Fernando Dullius Shaefer
Professor examinador - UNISC

Santa Cruz do Sul

2014

*Ao meu filho e esposa,
que aceitaram como seus, os meus objetivos
e compartilharam de todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio nestes cinco anos de caminhada; aos colegas com quem compartilhei este desafio, e aos professores que tornaram ele possível, em especial a prof.^a. orientadora Dra. Rosí Cristina Espindola da Silveira pelo conhecimento e encorajamento na realização deste trabalho.

Também agradeço de forma muito especial a equipe da PREVINSC que nos colocou à disposição toda sua estrutura do centro de treinamento de incêndio onde foram realizados os ensaios deste trabalho.

E aos amigos que contribuíram na construção, transporte, e como voluntários participando dos testes, tornando a pesquisa possível.

Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.

Fernando Teixeira de Andrade

/

RESUMO

As recentes discussões sobre a legislação de prevenção e proteção contra incêndios no Rio Grande do Sul resultou na Lei Complementar (LC) 14.376-2013 publicada no Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul em 27 de dezembro de 2013, tendo sido recentemente atualizada pela LC nº 14.555 de 2 de julho de 2014. Esses debates entorno da prevenção contra incêndios foram motivadores da proposta desse trabalho de analisar a utilização do hidrante e do mangotinho em prédio residencial multifamiliar sob o enfoque da usabilidade, comparando os sistemas de hidrantes e mangotinhos, com o objetivo de identificar a melhor opção de sistema hidráulico de combate a incêndio para este tipo de edificação. O trabalho contextualiza as questões relacionadas a prevenção e segurança contra incêndios no Brasil, apresenta os principais sistemas de combate a incêndio e o detalhamento dos sistemas de hidrante e mangotinho. Apresenta os ensaio realizado para análise da usabilidade dos sistemas de hidrante e mangotinho para o hall de um prédio residencial. O texto resulta em uma melhor compreensão do funcionamento dos sistemas de hidrante e mangotinho, nos permitindo avaliar a importância de ter um sistema simples de ser utilizado como o mangotinho e sua eficiência no combate ao princípio de incêndio. E concluir que sob o enfoque da usabilidade o mangotinho oferece maior agilidade e segurança aos usuários da edificação.

Palavras-chave: Hidrantes; Mangotinho; Segurança; Incêndio; Usabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema tipo 1 mangotinho com tomada de 40mm	13
Figura 2 – Sistema tipo 2 hidrante duplo de 40mm e mangotinho	13
Figura 3 – Edifício Andraus antes e durante o incêndio	19
Figura 4 – Círculo de proteção contra incêndio	22
Figura 5 – Triângulo do fogo	22
Figura 6 – Tetraedro do fogo	23
Figura 7 – Modelos de sprinklers FTR FR	26
Figura 8 – Hidrantes urbanos de coluna	30
Figura 9 – Hidrante de coluna urbano com suas conexões	30
Figura 10 - Esquema de instalação do hidrante de recalque	31
Figura 11 – Tipos de reservatório	35
Figura 12 – Reservatório de incêndio superior com o sistema de abastecimento de água potável.....	36
Figura 13 – Engate rápido para mangueiras de hidrantes	37
Figura 14 – Mangueira para hidrante	38
Figura 15 – esguichos para hidrantes	38
Figura 16 – Dobra inicial para enrolamento aduchado.....	39
Figura 17 – Forma espiral do enrolamento aduchado	40
Figura 18 – Mangotinho enrolado em suporte móvel, tipo carretel	42
Figura 19 – Mangotinho enrolado em forma de oito	42
Figura 20– Tubulação de incêndio	43
Figura 21 – Sistema hidráulico de combate a incêndio	44
Figura 22 – Peças componentes de hidrante de parede	45
Figura 23 – Carretel para mangotinho de 1” pronto para uso	45
Figura 24 – Modelo de isométrico para sistemas sob comando	50
Figura 25 – Fachada do prédio Residencial Andorra	51
Figura 26– Planta baixa do pavimento tipo do Residencial Andorra	53
Figura 27 – Planta baixa hall do pavimento tipo do Residencial Andorra	55
Figura 28 – Modelo final da estrutura do hall	56
Figura 29 – Estrutura do hall sendo montada	56
Figura 30 – Local dos testes	57
Figura 31 – Vão da porta posicionado no modelo do hall construído	58
Figura 32 – Voluntária retirando a mangueira de 15m da caixa	58

Figura 33 – Voluntário conectando mangueira e apagando as chamas	59
Figura 34 – Voluntário apagando as chamas com uso do hidrante	62
Figura 35 – Voluntário utilizando mangotinho	64

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
IAFSS	International Association for Fire Safety Science
RTI	Reserva Técnica de Incêndio
TSIB	Tarifa seguro incêndio do Brasil
PQS	Pó Químico Seco
PREVINSC	Empresa de prevenção e assessoria contra incêndio.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivo	15
1.2	Justificativa.....	15
1.3	Metodologia	15
1.4	Organização do Texto	16
2	PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	17
2.1	Segurança contra incêndio no Brasil	17
2.2	Medidas de segurança contra incêndios	20
2.2.1	Proteção passiva	20
2.2.2	Proteção Ativa	21
2.3	Propagação do fogo.....	22
2.3.1	Fases do incêndio	23
2.4	Meios de extinção do fogo.....	24
2.4.1	Isolamento, com a retirada do material combustível	24
2.4.2	Abafamento, retirada do comburente oxigênio	24
2.4.3	Extinção por resfriamento, com a retirada do calor.....	24
2.4.4	Extinção química, com a quebra da reação química em cadeia	25
2.5	Sistemas de combate a incêndio	25
2.5.1	Sistemas automáticos.....	25
2.5.2	Sistema de combate por extintores portáteis de incêndio	27
2.5.3	Sistema manual de combate a incêndio por comando	28
2.5.3.1	Sistemas sob comando tipo hidrante.....	28
2.5.3.1.1	Hidrantes de coluna	29
2.5.3.1.2	Hidrantes de recalque	30
3	HIDRANTES E MANGOTINHOS	32
3.1	Reservatórios.....	33
3.2	Mangueiras para hidrantes.....	36
3.2.1	Dobramento e acondicionamento das mangueiras.....	39
3.2.2	Mangueiras para mangotinho.....	41
3.3	Tubulações hidráulicas para sistema de hidrante e mangotinhos	42
3.4	Operacionalidade	45
3.5	Dimensionamento de hidrantes e mangotinhos.....	46
4	ANÁLISE DE USABILIDADE DO SISTEMA DE HIDRANTE E MANGOTINHO.....	52

4.1	Características do prédio analisado	52
4.2	Construção do modelo do hall em escala 1:1	55
4.3	Procedimentos dos teste	59
	5 CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	67
	ANEXO A - PESQUISA SOBRE PERCEPÇÕES DO USO DOS	
	SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO	69

1 INTRODUÇÃO

A recente tragédia da Boate Kiss, na cidade de Santa Maria RS, gerou uma grande mobilização social por leis mais rígidas e normas mais específicas para a prevenção e proteção contra incêndios. Imediatamente após o incêndio iniciaram-se as primeiras discussões e mobilizações por parte do poder público para a criação de uma lei mais rigorosa. Esse trabalho resultou na Lei Complementar (LC) 14.376-2013 publicada no Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul em 27 de dezembro de 2013, tendo sido recentemente atualizada pela LC nº 14.555 de 2 de julho de 2014.

Segundo Villaverde (2013), a Lei complementar 14.376,

trata-se de uma lei que é transparente em seu conteúdo, suas exigências e responsabilidades. É criteriosa e rigorosa nas fiscalizações, prazos e sanções. É justa, pois não admite a leniência nem impõe o proibitismo paralisante de projetos e edificações.

Entre as muitas mudanças propostas na nova lei, o Art. 28 determina que as edificações e áreas de risco devam ser classificadas conforme a tabela de anexos “A” constantes na referida Lei, e que segue a seguinte classificação:

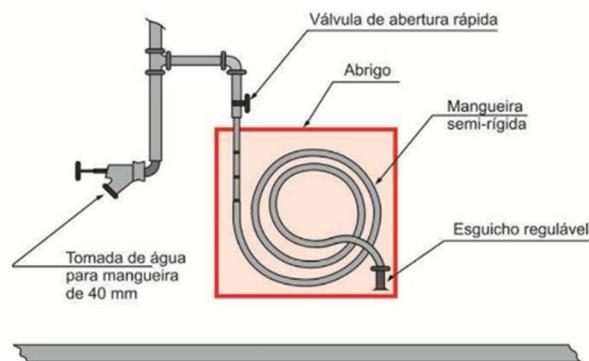
- I – altura;
- II – área total construída;
- III – ocupação e uso;
- IV – capacidade de lotação;
- V – carga de incêndio;

Até então, a classificação das edificações quanto ao uso de hidrantes e mangotinhos era NBR 13714/2000 - Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndios, em seu anexo D Tabela D.1, que classificava prédios residenciais com a divisão A-1 – habitações multifamiliares e indicava o sistema de combate tipo 1 com vazões de 80 l/min e saída com válvula angular para hidrante com mangueira de 40mm 1 1/2” de diâmetro.

Já a nova Lei estadual 14.376/13 classifica as habitações multifamiliares como A-2 e em seu anexo B, tabela 6A de exigências para edificações do grupo A com área superior a 750m² faz referência a instalação de Hidrantes não definindo tipo ou vazão, o que nos leva a buscar em uma norma nacional, no caso a NBR 13714/2000 especificações para hidrante. A NBR 13714/2000, na Tabela 1 tipos de sistema,

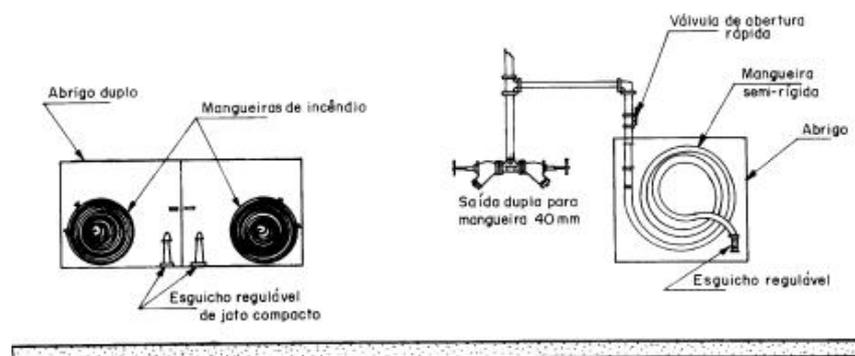
apresenta os tipos 2 e 3 para hidrantes, sendo o tipo 2 com diâmetro de 40mm e comprimento máximo de mangueira de 30m, tendo duas saídas e vazão mínima de 300l/min em cada saída. Já o tipo 3 com diâmetro de 65mm apresenta o mesmo comprimento de mangueira e número de saídas porém com uma vazão de 900l/min em cada saída, sendo o tipo 3 recomendado apenas para grandes estruturas e com alta carga de incêndio, pois a alta pressão do sistema e as dimensões das mangueiras dificultam o uso. Abaixo imagens dos sistemas tipo 1 e 2.

Figura 1 – Sistema tipo 1 mangotinho com tomada de 40mm



Fonte: CBPR, 2012a.

Figura 2 – Sistema tipo 2 hidrante duplo de 40mm e mangotinho



Fonte: ABNT, 2000.

Segundo Brentano,

[...]uma questão tem me preocupado de sobremaneira que é a segurança contra incêndios das edificações de risco mais baixos, principalmente as edificações residenciais coletivas. Este tipo de edificação constitui a grande parte das edificações das cidades de médio a grande porte

[...]Nos últimos anos tenho pesquisado e estudado este assunto e formado uma convicção sobre ele. De que adianta ter uma instalação hidráulica bem projetada e executada, com grande vazão, se ela não é adequada ao perfil dos ocupantes da edificação, que certamente não saberão utilizá-la, principalmente numa situação de pânico? (BRENTANO, s.d.).

Brentano (2004, p. 104-106), nos apresenta ainda uma lista de vantagens da utilização dos mangotinhos em relação aos hidrantes,

- Sua operação é mais simples, mais rápida e mais fácil que a do sistema de hidrantes;
- Permite o combate imediato porque o mangotinho e seu esguicho estão permanentemente acoplados, sempre prontos para serem operados;
- Pode ser operado por somente uma pessoa sem maiores dificuldades, desde que tenha recebido um mínimo de treinamento;
- Com esguicho regulável sua ação sobre o foco do incêndio é mais eficaz;
- Pode ser usado sem estar todo desenrolado;
- Apresenta menos problemas de manutenção e tem durabilidade maior;
- Requer menor reserva de água, menores diâmetros das canalizações e menor ocupação do espaço físico;

Em edificações de uso residencial deve haver sempre uma brigada de incêndio treinada, mas como as ocorrências de incêndio são totalmente aleatórias, quem pode garantir que no momento do sinistro haverá pessoas do grupo de brigadistas aptos a iniciar o combate ao foco de incêndio? O uso de hidrantes requer treinamento e cuidados especiais com a montagem e manuseio das partes e conexões do sistema o que demanda tempo e preparo. Devemos ainda considerar a rotatividade da população de imóveis residenciais de aluguel.

Seria esse o melhor sistema para um cidadão sem treinamento? Considerando que o extintor de incêndio deve ser o primeiro elemento de combate de incêndio e somente quando este não puder extinguir o foco de incêndio devemos acionar os hidrantes. Não deveria o mangotinho pela sua simplicidade de uso ter a preferência no combate do princípio de incêndio em relação ao hidrante?

Brentano é mais radical nesse sentido, como ele mesmo comenta,

Faço um comentário pessoal que pode ser considerado radical de certa forma, mas formei convicção para dizer que as edificações residenciais, para terem uma proteção contra o fogo realmente eficaz, devem ser dotadas exclusivamente de sistemas de mangotinhos (BRENTANO, 2004, p. 105).

1.1 Objetivo

A proposta desse trabalho é analisar a utilização do hidrante e do mangotinho em prédio residencial multifamiliar sob o enfoque da usabilidade, comparando os sistemas de hidrantes e mangotinhos, com o objetivo de identificar a melhor opção de sistema hidráulico de combate a incêndio para este tipo de edificação.

1.2 Justificativa

Com a publicação da nova legislação de prevenção contra incêndio sob a Lei 14.376/13 atualizada pela LC 14.555/14 e da Normativa 001/2014 do Corpo de Bombeiros do RS, cria-se uma grande oportunidade para discussões sobre o uso e o emprego das atuais tecnologias utilizadas no combate a incêndios, bem como sua eficácia quando operados por pessoas sem o devido treinamento ou conhecimento operacional. Em um momento em que nossas normas e leis continuam em processo de revisão e regulamentação, acredito que o estudo sobre o uso de hidrantes e mangotinhos seja relevante no que tange a preservação da vida e do patrimônio em situações de incêndio.

A insuficiência de material que oriente o Engenheiro Civil na escolha do sistema de combate a incêndio sob comando mais apropriado às diferentes estruturas e áreas de risco a proteger, foram norteadoras do interesse pela pesquisa.

A análise contemplará questões como tempo necessário para iniciar o combate ao princípio de incêndio, dificuldades na montagem das conexões e dificuldade no processo de desenrolar a mangueira dentro do hall do prédio analisado.

1.3 Metodologia

A metodologia científica utilizada foi fundamentada na pesquisa bibliográfica e na execução de um experimento prático para análise do uso dos sistemas.

1.4 Organização do Texto

O capítulo 2 contextualiza as questões relacionadas a prevenção e segurança contra incêndios no Brasil estudadas para a fundamentação deste trabalho. Apresenta, também, os principais sistemas de combate a incêndio.

No capítulo 3, são apresentados o funcionamento e detalhamento dos sistemas de hidrante e mangotinho.

O capítulo 4 apresenta o detalhamento do ensaio realizado para análise da usabilidade dos sistemas de hidrante e mangotinho obtidas através de ensaios realizados para um prédio de 10 pavimentos Residencial Andorra situado na rua Machado de Assis, nº 65, em Santa Cruz do Sul.

Finalmente, são apresentadas as conclusões obtidas a partir dos ensaios realizados a luz do referencial teórico.

2 PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

A existência humana pode ser contada entre o antes e o depois da descoberta e manipulação do fogo. Energia que o homem sempre procurou dominar, uma das forças mais destruidoras da natureza, uma energia que é vital para sua existência, mas que também pode ser mortal quando fora de controle. Segundo (SEITO, 2008), o estudo do fogo como ciência tem pouco mais de 20 anos e seu marco foi a criação da *International Association for Fire Safety Science* (IAFSS).

No Brasil a norma ABNT NBR 13860/97 define o fogo como sendo “o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz. O domínio do fogo propiciou um salto para a humanidade, com energia, calor e luz, mas as negligências com o seu poder resultaram em grandes tragédias. E através dessas tragédias o homem foi evoluindo, tanto no que tange o domínio do fogo, como com a compreensão da sua origem, manutenção e extinção. Da mesma forma, através de cada tragédia foi se desenvolvendo uma cultura de prevenção, e se construindo uma consciência de segurança contra incêndios.

Fernandes (2010, p. 11) nos apresenta uma rápida explanação da importância que os países mais desenvolvidos atribuem a segurança contra incêndios:

Em muitos países considerados de primeiro mundo, o ensino em todos os níveis da educação e em todos os períodos escolares recebe pelo menos um dia em que a segurança contra incêndio e pânico é enfocada. No ensino superior existem mais de cinquenta cursos de - graduação e pós-graduação em Engenharia de Segurança Contra Incêndio.

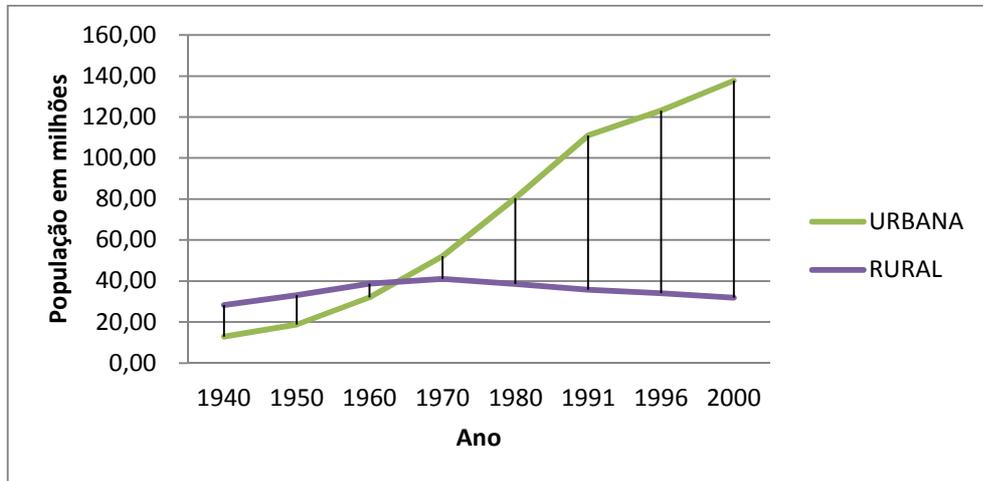
Percebe-se no Brasil a ausência de uma cultura de prevenção onde o prevenir é visto como um gasto dispendioso e não como investimento necessário. Na sequência apresenta-se alguns dados e fatos que contribuiriam para conduzir a uma mudança nesta situação.

2.1 Segurança contra incêndio no Brasil

Segundo Carlo (2008), o Brasil passou de um país rural para uma sociedade urbana, industrial e de serviços em um curto espaço de tempo, esse fator além de uma grande explosão populacional, em que em pouco mais de 60 anos a população

quadriplicou, passando de 41.236.215 em 1940 para 169.610.693 habitantes em 2000, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – População brasileira urbana e rural 1940-2000



Fonte: IBGE.

Esse crescimento conduziu para o desenvolvimento industrial e urbano de forma vertiginosa e com muito pouco controle no processo de urbanização e segurança das edificações. O que impacta em um aumento dos riscos de incêndio e como não poderia ser diferente, apenas percebemos nossas fragilidades e deficiências depois que passamos por situações críticas. Foi necessário que vivêssemos as tragédias dos edifícios Andraus 1972 e Joelma 1974 em São Paulo para que no Brasil surgisse uma preocupação mais efetiva na prevenção e no combate a incêndios. Já, no Rio Grande do Sul, essa preocupação surgiu após o incêndio das Lojas Renner em Porto Alegre e, mais recentemente da Boate Kiss em Santa Maria, que trouxe novamente o clamor popular por uma legislação mais eficiente.

Na Figura 3 apresenta-se uma composição de fotos do edifício Andraus antes e durante o incêndio que consumiu completamente o prédio levando a morte 16 pessoas e deixando mais de 300 feridos.

Figura 3 – Edifício Andraus antes e durante o incêndio - 1972



Fonte: (NEGRISOLO, 2011, p. 14).

Segundo Negrisola (2011), antes da década de 70 as questões de incêndio no Brasil eram vistas mais como um “problema” de responsabilidade do Corpo de Bombeiros, e as regulamentações eram muito simples. Basicamente tratavam do dimensionamento da largura das saídas de emergência e escadas. Muito pouco se incorporou das tragédias com incêndios históricos, como os incêndios apresentados por (SILVA, 2014, p. 15-21),

- Teatro Iroquois em Chicago, dezembro de 1903 – 600 vítimas;
- Opera Rhoads em Boyertown, Pensilvânia, janeiro de 1908 – 170 vítimas;
- Lake View Elementary School em Cleveland, Ohio, março de 1908 – 174 vítimas;
- Triangle Shirtwaist Company, Nova York, março de 1911 – 146 vítimas.

Toda avaliação de risco era feita com base na questão patrimonial tendo como fonte reguladora a Tarifa Seguro Incêndio do Brasil (TSIB)¹. No Rio Grande do Sul ainda foi utilizada até a promulgação da Lei 14376-13.

Segundo Negrisola (2011), a ausência de normas e leis no Brasil sobre as questões de segurança contra incêndios era como se estivéssemos imunes aos incêndios que aqui ainda não haviam ocorrido, outra questão que ele nos traz é que

¹ TSIB é a tarifa de seguro incêndio do Brasil, tabelada pelo Instituto de Resseguros do Brasil órgão estatal fundado em 1939 como empresa de economia mista, transformou-se em empresa privada a partir de 1º de outubro de 2013. Fonte: < <http://www.irbbrasilre.com/conheca-o-irb/sobre-o-irb-brasil-re/>>.

havia uma ideia de que segurança contra incêndio estava ligado tão somente a existência de hidrantes e extintores nos espaços construídos.

2.2 Medidas de segurança contra incêndios

Atualmente as atividades de segurança contra incêndio envolvem milhares de pessoas em todas as esferas como o planejamento de leis e normas mais rígidas, os equipamentos de segurança e combate, os treinamentos, os materiais e componentes dos sistemas construtivos, que cada vez mais precisam passar por ensaios laboratoriais de resistência ao fogo antes de serem empregados pela indústria da construção civil.

É de fundamental importância que a segurança contra incêndio seja percebida e analisada desde o planejamento urbano das cidades, para que possa dar condições aos planos de prevenção das indústrias, prédios comerciais, residenciais, de reunião de público atendendo de maneira adequada e satisfatória aos padrões atuais de arquitetura e urbanização.

“Incêndio se apaga no projeto!”, Essa frase apresentada por Neto (1995), nos dá um indicativo da importância do projeto no planejamento das medidas de prevenção e combate a incêndio, tais medidas não podem ser apenas quantificadas pela área do projeto. Precisam ser pensadas e planejadas de modo a contribuir de forma efetiva no momento de um sinistro.

O projeto arquitetônico deve viabilizar a instalação e passagem dos diferentes sistemas de prevenção e combate a incêndios existentes. Segundo Brentano (2004), o projeto de uma edificação necessita ser analisada sob dois aspectos: a proteção passiva e a proteção ativa.

2.2.1 Proteção passiva

As proteções passivas são todas aquelas que se destinam a proteção contra o incêndio e sua propagação, são medidas que fazem parte do edifício e devem ser previstas no projeto arquitetônico com o objetivo de evitar, proteger de um incêndio e permitir a fuga dos ocupantes da edificação com segurança.

Segundo Brentano (2013, p. 11) as principais medidas de proteção passiva que devem ser adotadas são:

- Afastamento entre edificações;
- Segurança estrutural das edificações;
- Compartimentações horizontais e verticais;
- Controle da fumaça de incêndio;
- Controle dos materiais de revestimento e acabamento;
- Controle das possíveis fontes de incêndio;
- Saídas de emergência;
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- Brigada de incêndio;
- Acesso das viaturas do corpo de bombeiros junto à edificação.

2.2.2 Proteção Ativa

Segundo Brentano (2004) o sistema de proteção ativa envolve todas as formas de detecção, de alarme e de controle do crescimento do fogo até a chegada do corpo de bombeiros. É composto por equipamentos e instalações que dependem de uma ação para o seu funcionamento, podem ser por comando manual ou automático.

Estão entre os principais sistemas de proteção ativa:

- Sistema de detecção e alarme automáticos de incêndio – NBR-9441;
- Sistema de iluminação de emergência – NBR-10898;
- Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - NBR 13434
- Sistema de alarme manual de incêndio (botões) - NBR - 9441;
- Sistemas de extinção automática de incêndio (sprinklers) - NBR - 10897;
- Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndios – NBR-13714;
- Sistemas de proteção por extintores de incêndio - NBR-12693.

Brentano (2013), indica como sendo objetivo da segurança contra incêndio três fatores: A proteção a vida humana; A proteção do patrimônio; A continuidade do processo produtivo. E nos apresenta o círculo de proteção contra incêndios, onde a eficácia de um projeto de segurança contra incêndio está ligada a integração de três fatores que precisam se completar, sendo eles, o projeto, os equipamentos, e o treinamento das equipes de brigada de incêndio, como ilustrado na figura 4.

Figura 4 – Círculo de proteção contra incêndio



Fonte: Brentano (2013).

2.3 Propagação do fogo

No Brasil a norma ABNT NBR 13860/97 – Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio, define o fogo como sendo “o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz”.

O fogo é uma manifestação de combustão rápida com emissão de luz e calor. Segundo Seito (2008), inicialmente, foi criada a teoria do "Triângulo do Fogo" que explica a extinção do fogo pela retirada do combustível, do comburente ou do calor. Dessa forma somente existiria a continuidade do fogo com a coexistência dos três elementos: Combustível aquilo que queima, comburente entidade que permite a queima, como o oxigênio, e o calor.

A Figura 5 ilustra o triângulo do fogo.

Figura 5 – Triângulo do fogo



Fonte: < <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/fogo.htm> >

Atualmente a teoria mais aceita é a do tetraedro do fogo, que segundo Seito (2008, p. 36), com a descoberta do agente extintor “halon” foi necessário mudar a teoria do triângulo. Na teoria do tetraedro de fogo temos a necessidade da existência de quatro elementos para a manutenção da chama conforme figura 6, são eles: o combustível, o comburente, o calor e a reação em cadeia.

Figura 6 – Tetraedro do fogo



Fonte: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Rea%C3%A7%C3%A3o_em_cadeia >

2.3.1 Fases do incêndio

São quatro as fases de um incêndio como descritas abaixo:

Ignição: É a fase inicial do fogo, e a sua origem, vai depender de fatores, como o tipo de combustível, a quantidade de comburente e a fonte de calor que pode ser uma vela, um curto circuito ou mesmo uma explosão.

Propagação: Nesse estágio o fogo se propaga pelos objetos e ambientes da edificação através da condução, convecção ou radiação.

Reação em cadeia: Fase em que o calor liberado pelo incêndio faz com que objetos próximos entrem em combustão, essa reação é contínua enquanto houver combustível e comburente.

Redução do fogo: Momento onde o calor dissipado pelo incêndio não é suficiente para realimentar a combustão, levando o fogo a perder 'força' e se extinguir.

Segundo Silva, (2014, p. 35), os principais fatores que influenciam a severidade de um incêndio são:

- Atividade desenvolvida no edifício;
- Forma do edifício;
- Condições de ventilação;
- Propriedades térmicas dos materiais constituintes das paredes e do teto;
- Sistemas de segurança contra incêndios.

Um momento crítico que precisa ser evitado é o instante em que o fogo sai de controle. Esse momento é internacionalmente conhecido com *flashover*. Ainda, segundo Silva, (2004), esse instante é facilmente percebido, pois além do rápido crescimento do incêndio, em que o ambiente inteiro é envolvido pelas chamas,

podem ocorrer explosões, rompimento de janelas e torna-se difícil o controle bem sucedido do incêndio, além de serem grandes as perdas do conteúdo da edificação.

2.4 Meios de extinção do fogo

A partir do momento em que conhecemos o processo pelo qual o fogo se propaga e se mantém, podemos definir meios de extingui-lo.

Segundo Brentano (2008, p. 42), o método escolhido para a extinção do fogo deve estar de acordo com o componente que queremos neutralizar. Dessa forma, a extinção pode ser por isolamento, abafamento, extinção por resfriamento e extinção química. Analisamos a seguir cada um desses processos.

2.4.1 Isolamento, com a retirada do material combustível

Em alguns tipos de incêndio é possível isolar o material combustível. Em incêndios florestais é comum utilizar tratores para derrubar árvores e criar um canal de separação entre o incêndio e a floresta. Em incêndios de combustíveis a chama ocorre na parte superior do líquido, permitindo que este seja drenado, extinguindo o fogo pela ausência do combustível.

Segundo Brentano (2008), em edificações a neutralização do combustível é difícil senão impossível.

2.4.2 Abafamento, retirada do comburente oxigênio

Quando abafamos o fogo impedimos que o oxigênio participe da reação, eliminando-o. O processo de compartimentação nas edificações pode ser muito importante para isolar o fogo em uma determinada região facilitando a sua extinção pela baixa concentração de oxigênio.

2.4.3 Extinção por resfriamento, com a retirada do calor

Neste caso utiliza-se um agente extintor para retirar calor do fogo e do material em combustão. Brentano (2004) nos diz que, quando o material em combustão não é mais capaz de gerar gases e vapores capaz de se misturar ao oxigênio para

realimentar a mistura inflamável, então o fogo começa a ser controlado até a sua extinção.

O principal agente extintor por meio de resfriamento utilizado no combate a incêndios é a água.

2.4.4 Extinção química, com a quebra da reação química em cadeia

Funciona pela quebra molecular do agente extintor em reação com a mistura inflamável, formando outra mistura não inflamável e interrompendo a reação química em cadeia.

2.5 Sistemas de combate a incêndio

Uma vez conhecidos o funcionamento do fogo e seus agentes extintores, podemos determinar qual o melhor sistema utilizar para o combate e a extinção do incêndio. Detectado um princípio de incêndio este deve ser prontamente combatido por um ou mais sistemas de combate.

Os principais sistemas de combate a incêndio podem ser divididos em duas categorias, sistemas automáticos e sistemas sob comando manual.

2.5.1 Sistemas automáticos

São todos os sistemas que funcionam automaticamente no momento do incêndio sem a necessidade de intervenção humana e que podem ser acionados pelo calor do fogo ou pela fumaça.

O sistema automático mais conhecido é o sistema denominado de sprinklers ou chuveiros automáticos.

São constituídos por uma rede de dispositivos uniformemente distribuídos nos ambientes que devem ser protegidos e que fazem a aspersão da água sobre o foco de incêndio, com determinada densidade e área de cobertura em função da pressão, do tipo de dispositivo e do orifício de passagem da água. (BRENTANO, 2004, p. 45).

O sistema de chuveiros automáticos é um sistema fixo de combate a incêndio e caracteriza-se por entrar em operação automaticamente, quando ativado por um foco de incêndio. Segundo (OLIVEIRA; GONÇALVES; GUIMARÃES, 2008, p. 239), a eficácia do sistema de sprinklers, é reconhecida devido a rápida ação para controlar e extinguir um foco de incêndio em seu estágio inicial. Em grandes áreas industriais sem compartimentação, os sprinklers funcionam como tal agindo na área específica do foco de incêndio e evitando sua propagação.

Um dos mais recente modelo de sprinkler na data dessa pesquisa é o modelo RTR FR, modelo tipo resposta rápida ou *fastresponse*. O modelo possui certificado da ABNT, com bulbo de 3mm e acionamento de 3 a 5 vezes mais rápido que o bulbo padrão de 5mm e sensível diminuição na propagação de fumaça atendendo as futuras instalações de sprinklers com tubulação de CPVC e apresentando custos menores que os produtos importados. (JATO SISTEMA, s.d.).

Na Figura 7 podemos observar o modelo RTR FR.

Figura – 7 Modelos de sprinklers FTR FR



Fonte <<http://www.jatosistema.com.br>>.

Na Tabela 1 se verifica as cores das ampolas referente as temperaturas de acionamento dos chuveiros automáticos, indicados na NBR-10897/2013.

TABELA 1 – Limites de temperatura, classificação e código de cores dos chuveiros automáticos

Máxima Temperatura no Teto (°C)	Limites de Temperatura (°C)	Classificação da Temperatura	Código de Cores	Cor do Líquido do Bulbo de Vidro
38	57 – 77	ORDINÁRIO	INCOLOR OU PRETO	VERMELHO OU LARANJA
66	79 – 107	INTERMEDIÁRIO	BRANCO	AMARELO OU VERDE
107	121 – 149	ALTO	AZUL	AZUL
149	163 – 191	EXTRA ALTO	VERMELHO	ROXO
191	204 – 246	EXTRA EXTRA ALTO	VERDE	PRETO
246	260 – 302	ULTRA ALTO	LARANJA	PRETO
329	343	ULTRA ALTO	LARANJA	PRETO

Fonte: ABNT (2003).

Outro sistema automático, são os sistemas por agentes limpos, halogenados ou gases inertes, que atuam diretamente no foco do incêndio e com ação combinada de redução da temperatura e abafamento, apagam os focos de incêndio sem causar danos as pessoas, equipamentos e a camada de ozônio.

O gás Ecaro FE-25 produzido pela Dupont, absorve o calor das chamas em nível molecular e inibe a reação de combustão entre combustível e o comburente e é considerado como um agente extintor limpo (Revista Incêndio n. 105). Podendo ser usados em equipamentos de informática, em espaços confinados de motores e na presença de pessoas.

2.5.2 Sistema de combate por extintores portáteis de incêndio

Os extintores de incêndio são os primeiros instrumentos de combate a incêndio nas edificações, e entre suas principais características estão: a portabilidade, a facilidade de uso e manejo e tem como objetivo o combate ao princípio de incêndio.

Segundo Carlo, Almiron e Pereira (2008) estão entre os fatores que determinam sua eficiência o tipo de agente extintor, o alcance, a duração da descarga, a forma de descarga e a operacionalidade.

Os agentes extintores mais comuns encontrados são: Água Pressurizada (AP), Gás Carbônico (CO₂), e Pó Químico Seco (PQS). Cada tipo de extintor está associado a uma classe de incêndio para o qual é mais eficiente. A figura 8 apresenta o modelo de extintor a base de água pressurizada.

Os extintores de água pressurizada são utilizados para incêndios da classe A e apagam o fogo por resfriamento. A classe A é compreendida pelos materiais que durante a queima deixam resíduos, papel, madeira, tecido entre outros.

Os extintores de gás carbônico CO₂ são utilizados para os incêndios das classes “B e C”, podendo também ser utilizados para incêndios da classe “A” porém com menor eficiência. Sua ação de extinção deve-se a rápida substituição do oxigênio do ar, e dessa maneira, inibe a propagação do fogo. Deve ser utilizado, em equipamentos energizados, computadores entre outros sistemas sensíveis a água.

Os extintores PQS são adequados as classes “B e C” e apresentam baixa eficiência para a classe “A”, mas já existem extintores do tipo “ABC” que atendem as três categorias de incêndio.

Já os incêndios da classe “D” precisam ser extintos por abafamento com a utilização de pós especiais que se fundem ao metal, tais como o cloreto de sódio e o cloreto de bário e ocorrem em materiais piro fosfóricos e metais como o magnésio.

2.5.3 Sistema manual de combate a incêndio por comando

Segundo Brentano (2004), os sistemas sob comando são constituídos por pontos de tomada de água localizados em pontos estratégicos da edificação dividindo-se em sistema de hidrantes e mangotinhos. Caracterizam-se ainda por serem operados através de mangueiras. Os sistemas utilizam principalmente a água como agente extintor, podendo ainda lançar a espuma mecânica.

Segundo Oliveira; Guimarães e Gonçalves (2008), os sistemas de hidrantes e mangotinhos são sistemas fixos de combate a incêndio que funcionam sob comando e liberam água sob o foco de incêndio em vazão compatível com o risco do local.

Por serem os sistema exigidos para edificações multifamiliares com mais de 12m de altura e área superior a 750m² os sistemas de hidrante e mangotinho serão objeto principal deste estudo e passarão a serem melhor detalhados a partir do capítulo 3.

2.5.3.1 Sistemas sob comando tipo hidrante

Segundo a norma NBR 13714/2000 hidrantes são pontos de tomada de água onde há uma (simples) ou duas (duplo) saídas contendo válvulas angulares com seus respectivos adaptadores, tampões, mangueiras de incêndio e demais acessórios.

Os principais tipos de hidrantes que temos são de coluna tipo I (barbará), podem ser de parede geralmente encontrados em prédios e podem ser de recalque do tipo que ficam sob a calçada posicionados em um ângulo de 45°, os quais são utilizados pelo corpo de bombeiros para pressurizar e alimentar a rede do prédio ou em casos onde não existam hidrantes de coluna urbanos para abastecer o caminhão.

2.5.3.1.1 Hidrantes de coluna

No Rio Grande do Sul a IN-001/2014 do corpo de bombeiros determina que os hidrantes urbanos sejam exclusivamente de coluna, devendo atender as exigências da NBR 5667-80 da ABNT, e, nas áreas de grande densidade de prédios e áreas de grande risco, o raio de ação de cada hidrante não deve ser de 150m (cento e cinquenta metros), nas áreas de pequena densidade o raio de ação deve ser de 300m (trezentos metros), a vazão mínima será de 1000 l/min e a pressão mínima de 150 kPa (aproximadamente 1,5 Kgf/cm²).

Da mesma forma, orientam os corpos de bombeiros do Paraná através da NPT034/2011 e do Corpo de Bombeiros do estado de São Paulo pela IT-34 – Hidrante urbano. Na norma de São Paulo nota-se uma distinção das vazões mínimas entre loteamentos industriais 2000l/min e nos loteamentos urbanos entre 1000l e 2000l/min.

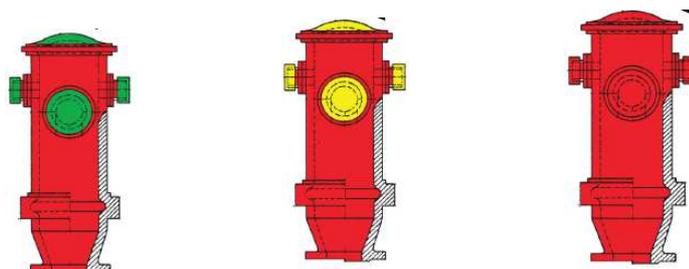
Esse tipo de hidrante é comumente encontrado nas ruas e avenidas que permitem a conexão de mangueiras e mangotes para o combate a incêndio. Sua abertura é feita através de um registro de gaveta, cujo comando é colocado ao lado do hidrante.

Segundo a NPT034/2011, os capacetes e os tampões dos hidrantes devem ser pintados segundo o seguinte esquema de cores e vazões.

- a) Hidrante com vazão maior do que 2.000 L/min na cor verde;
- b) Hidrante com vazão entre 1.000 L e 2.000 L/min na cor amarela;
- c) Hidrante com vazão menor do que 1.000 L/min na cor vermelha.

Como apresentado na Figura 8.

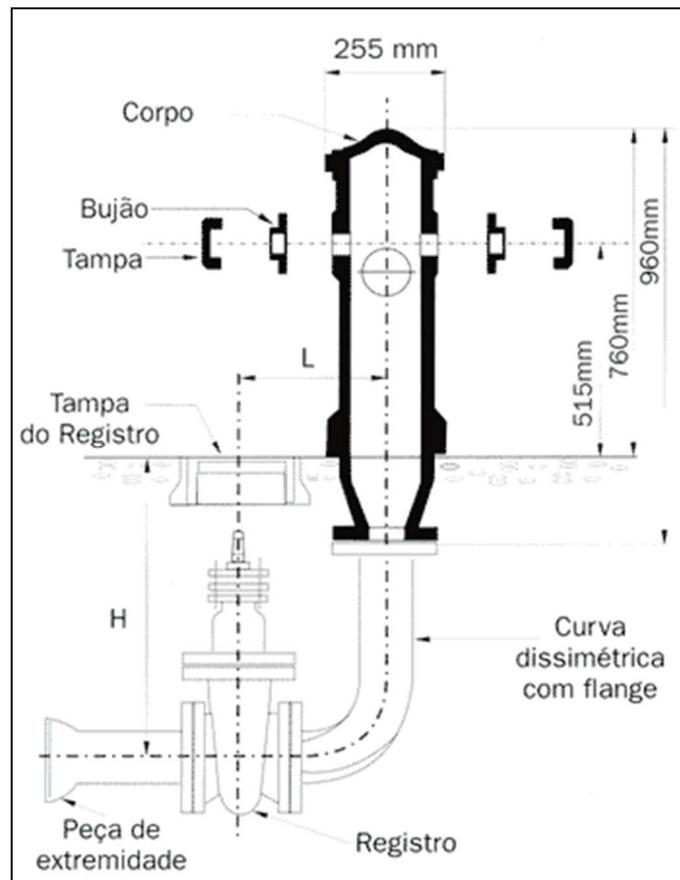
Figura 8 – Hidrantes urbanos de coluna



Fonte: CBPR (2011).

A Figura 9 ilustra o sistema do hidrante de coluna.

Figura 9 – Hidrante de coluna urbano com suas conexões

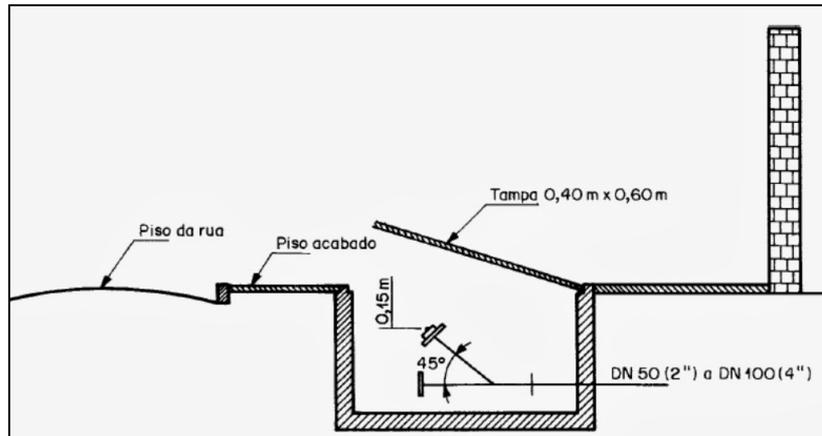


Fonte: CONEXO.

2.5.3.1.2 Hidrantes de recalque

São geralmente dispositivos que ficam abaixo do nível das calçadas posicionados com um ângulo de 45° , possuem sistema de engate rápido e devem possuir tampa de ferro pintadas em vermelho e identificadas com a palavra incêndio.

Figura 10 - Esquema de instalação do hidrante de recalque



Fonte: ABNT (2000).

Segundo Brentano (2004), os hidrantes de recalque tem por função abastecer os hidrantes e mangotinhos da edificação, quando esgotada a reserva técnica de incêndio, através do recalque do caminhão de bombeiros. Ainda segundo Brentano, a NBR 13714/2000 não recomenda a instalação de válvula de retenção, após a válvula de bloqueio, para permitir que o hidrante de recalque seja usado para combater incêndios nas edificações vizinhas usando sua reserva de incêndio.

Passa-se ao detalhamento dos sistemas de hidrante e mangotinho.

3 HIDRANTES E MANGOTINHOS

Segundo (OLIVEIRA; GONÇALVES; GUIMARÃES, 2008, p. 233),

A água é o mais completo dos agentes extintores. A sua importância é reconhecida, pois mesmo que não leve à extinção completa do incêndio auxilia no isolamento de riscos e facilita a aproximação dos bombeiros ao fogo para o emprego de outros agentes extintores.

Os hidrantes e mangotinhos são considerados sistemas sob comando, porque dependem da ação humana para funcionar. Estes sistemas são formados por uma rede de canalização, fixa em geral externa as paredes da edificação com o objetivo de conduzir a água do reservatório até o ponto onde o fogo deve ser combatido. (BRENTANO, 2004).

Ainda segundo Brentano (2004 p. 47), podemos definir os sistemas sob comando como,

[...]formado por uma rede de canalização e abrigos ou caixas de incêndio, que contêm tomadas de incêndio com uma ou duas saídas de água, válvulas de bloqueio, mangueiras de incêndio, esguichos e outros equipamentos, instalados em pontos estratégicos da edificação, a partir dos quais seus ocupantes fazem manualmente o combate ao foco de incêndio[...]

Fazem parte de um sistema de hidrantes:

- O reservatório;
- As bombas de recalque quando o reservatório for inferior e a bomba jockey para manter o sistema pressurizado;
- As tubulações;
- Os hidrantes e mangotinhos e suas partes constituintes que serão detalhadas.

Os sistemas de hidrantes e mangotinhos são os sistemas hidráulicos mais usuais nas edificações com área superior a 750m², e são divididos em três tipos pela NBR 13714/2000 conforme indicados pela Tabela 1 - tipos de sistemas, e aplicados segundo a classificação das edificações definidas pela Tabela D.1 – Classificação dos edifícios e aplicabilidade dos sistemas, do anexo D da referida norma.

A tabela 2 a baixo apresenta a classificação dos tipos de sistemas de hidrantes e mangotinhos.

Tabela 2 - Tipos de sistemas de hidrantes e mangotinhos

Sistema	Tipo	Mangueiras		Esguicho		Número de saídas	Vazão l/min
		Diâmetro mm	Comprimento máximo m	Tipo de jato	Diâmetro mm		
Mangotinhos	1	25 ou 32	30	Regulável	-	1	80 ou 100
Hidrantes	2	40	30	Regulável ou compacto	16	2	300
Hidrantes	3	65	30	Regulável ou compacto	25	2	900

Fonte: ABNT (2000).

A escolha do sistema é baseada na classificação da edificação que na NBR 13714/2000 define como A-1 habitações multifamiliares indicando o tipo 1 como o sistema a atender estas edificações.

As principais características que devem ser levadas em conta no dimensionamento dos hidrantes e mangotinhos são:

- Tipo de reservatório;
- Comprimento das mangueiras;
- Diâmetro das mangueiras;
- Tipo e diâmetro do esguicho;
- Diâmetro da rede de tubulação.

3.1 Reservatórios

Os reservatórios podem ser classificados como superior ou inferior e o volume é definido pela vazão do tipo de hidrante indicado pela norma 13714/2000 e o tempo de funcionamento que é de uma hora para os tipos 1 e 2 e meia hora para o tipo 3. Para hidrantes do tipo 2 com vazão de 300l/min a reserva técnica de incêndio (RTI) mínima deverá ter 36000l. É importante ressaltar que a norma determina o uso simultâneo de no mínimo dois hidrantes e que a vazão mínima deve atender os hidrantes ou mangotinhos menos favoráveis, aqueles que dispõem de menor pressão.

Segundo Brentano (2004, p. 54), volume mínimo da RTI deve ser determinado pela fórmula:

$$v = Q \cdot t \quad (1)$$

Onde: v= volume da RTI, em litros;

Q= vazão de duas saídas de água com uso simultâneo, em l/min;

t= tempo mínimo de descarga a plena carga;

- 60 minutos para o tipo 1 e 2;
- 30 minutos para o tipo 3.

Aplicando-se a equação (1) aos diversos tipos de sistemas encontra-se os seguintes volumes para a reserva técnica de incêndio:

Tabela 3 – Vazões, tempos de descarga das mangueiras de incêndio e volumes mínimos da RTI segundo a NBR 13714/2000

Sistema	Tipo	Vazão	Número de mangueiras X	Tempo de descarga	Reserva técnica de incêndio	
		l/min			min	litros
Mangotinho	1	80	2 x	60	9600	9,6
		100	2 x	60	12000	12,0
Hidrante	2	300	2 x	60	36000	36,0
Hidrante	3	900	2 x	30	54000	54,0

Fonte: (BRENTANO, 2004, p. 54).

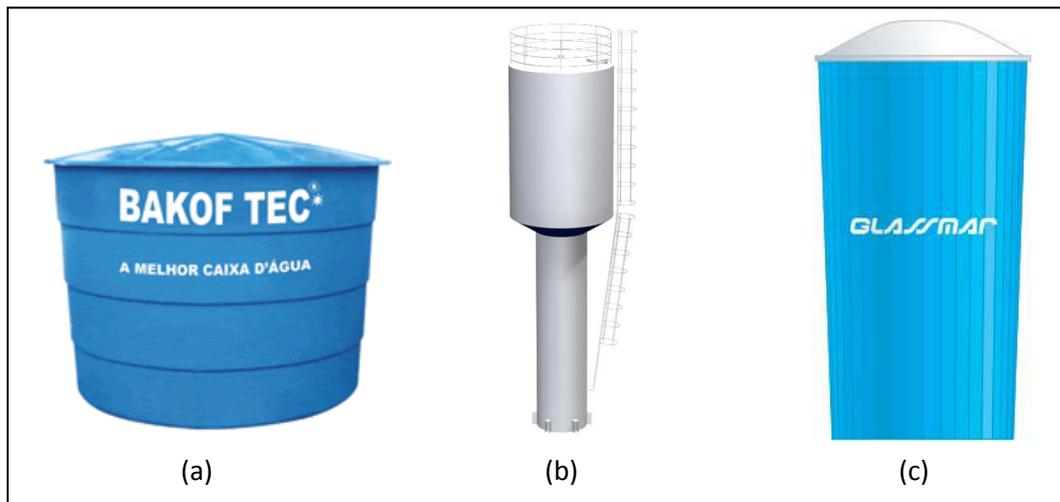
Cabe ressaltar que a NBR 13714/2000 autoriza as edificações protegidas por sistema tipo 1, a substituir o sistema de mangotinho por um sistema de hidrante alternativo conforme definido no item D.7 da norma. Devendo este sistema de hidrante alternativo entre outras características apresentar:

- Mangueira de incêndio com diâmetro de 40mm;
- Esguichos de jato compacto de 13mm ou regulável;
- Vazão mínima de 130 l/min no esguicho mais desfavorável hidraulicamente, considerando o funcionamento de:
 - Um hidrante quando instalado um hidrante;
 - Dois hidrantes quando instalados dois, três ou quatro hidrantes;
 - Três hidrantes quando instalados cinco ou seis hidrantes;
 - Quatro hidrantes quando instalados mais de seis hidrantes.

- A reserva de incêndio deve ser determinada para um período mínimo de 60 min.

Muitos são os tipos de reservatório, de modo que sempre encontraremos uma opção adequada a demanda requerida e as características do projeto. A Figura 11 apresenta algumas das opções de reservatórios entre elas o modelo cônico, o modelo taça e o modelo tradicional de fibra de vidro amplamente encontrado no mercado.

Figura 11 – Tipos de reservatório



Fonte: (a) Disponível em: <<http://www.bakof.com.br/>>. Acesso em: 12 julho 2014.
 (b) Disponível em: <<http://www.glassmar.com.br/>>. Acesso em: 12 julho 2014.
 (c) Disponível em: <<http://www.acquametal.com.br/taca.html>>. Acesso em: 12 julho 2014.

Segundo Brentano (2004), os reservatórios de fibra de vidro que não são resistentes ao fogo devem ser utilizados para reservatórios subterrâneos, ou quando fora do solo devem ficar em local afastado ou devidamente protegido por barreiras incombustíveis ou resistentes ao fogo por pelo menos duas horas.

Preferencialmente os reservatórios devem ser de concreto armado ou metálicos, como o caso dos reservatórios tipo taça apresentado na Figura 11.

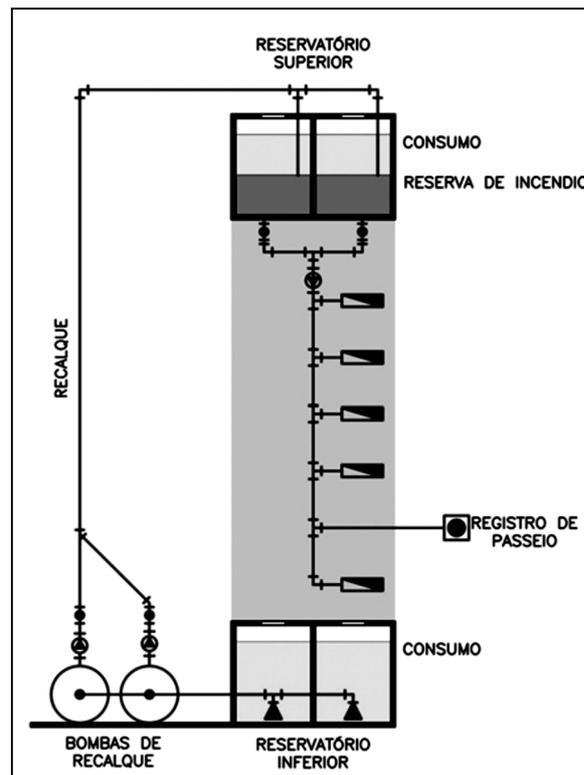
Quando construídos em concreto armado, deve-se tomar a precaução de construir o reservatório de forma compartimentada, de modo a permitir que se possa realizar a limpeza ou manutenção em uma parte do reservatório enquanto outra continue em operação.

Os reservatórios de incêndio podem ser de uso exclusivo ou compartilhados com a água de consumo do prédio. Quando a reserva de incêndio (RI) for de uso

compartilhado o volume da RI deve ser mantida inalterada, não podendo ser usada para o consumo do prédio.

A Figura 12 apresenta um reservatório superior com RTI compartilhado.

Figura 12 – Reservatório de incêndio superior com o sistema de abastecimento de água potável



Fonte: (SEITO, 2008, p. 235).

3.2 Mangueiras para hidrantes

Segundo Brentano (2004, p. 81), as mangueiras são,

condutos flexíveis utilizados para conduzir água, constituídos internamente por um tubo flexível, fabricado com borracha vulcanizada, de plástico ou composto de borracha/plástico flexível, de superfície interna lisa, isenta de ondulações e corrugações, revestido externamente com tecido de fibra vegetal natural (algodão, rami, etc.) ou sintética ("nylon"), esse mais resistente à umidade, que constitui o reforço têxtil.

O comprimento máximo das mangueiras é de 30 metros para hidrantes no interior da edificação e de 60 metros quando usada externamente, e são encontradas nas medidas de 15, 20 e 30m. Geralmente são usadas mangueiras de

15m nas caixa de incêndio e quando necessários mantém-se duas mangueiras com seus respectivos encaixes de modo que possam ser unidas atingindo uma distância de 30 metros de modo a alcançar todos os pontos da edificação.

Segundo a NBR 13714-2000,

o comprimento total das mangueiras que servem cada saída a um ponto de hidrante ou mangotinho deve ser suficiente para vencer todos os desvios e obstáculos que existem, considerando também toda a influência que a ocupação final é capaz de exercer, não excedendo os limites estabelecidos na tabela 1. Para sistemas de hidrantes, deve-se preferencialmente utilizar lances de mangueiras de 15 m.

Os encaixes entre as mangueiras, assim como da mangueira com o hidrante, são do tipo engate rápido e funcionam com a própria pressão da água, pois quanto maior a pressão maior o aperto entre os engates.

Na Figura 13 temos um engate rápido do tipo storz com adaptador de 1 ½” em latão fundido.

Figura 13 – Engate rápido para mangueiras de hidrantes



Fonte: Disponível em: < <http://www.bucka.com.br/hidrantes/acessorios/>>. Acesso em agosto de 2014.

As mangueiras para hidrantes são normatizadas pela NBR 12779/2004 – Mangueiras de incêndio inspeção, manutenção e cuidados e pela NBR 11861/1998 de onde Brentano (2004, p. 82), nos apresenta a Tabela 4 com os tipos de mangueiras.

Tabela 4 – Tipos de Mangueira de hidrante segundo a NBR 11861/1998

Tipo	Pressão máxima		Características	Utilização
	Kpa	mca		
1	980	100	-	Edifícios Residenciais
2	1370	140	-	Edifícios comerciais e industriais
3	1470	150	Boa resistência à abrasão	Instalações industriais

4	1370	140	Boa resistência à abrasão	Instalações industriais
5	1370	140	Boa resistência à abrasão e a superfícies quentes	Instalações industriais

Fonte: (BRENTANO, 2004, p. 82).

Os diâmetros podem ser de 25 ou 32mm para os mangotinhos e de 40 ou 65mm para os hidrantes. Já o diâmetro de 65 é utilizado para o tipo 3 com vazão de 900l/min, e segundo Brentano (2004, p. 50), “devem ser manejadas somente por membros de brigadas de incêndio profissional ou do corpo de bombeiros.”

Apresenta-se abaixo a Figura 14 da mangueira utilizadas nos ensaios desta pesquisa.

Figura 14 – Mangueira para hidrante



Fonte: Do autor.

Quanto aos esguichos, eles podem ser do tipo jato compacto ou regulável. Os mangotinhos usam sempre jato do tipo regulável, já para os hidrantes o esguicho pode ser compacto com seção de 16mm ou 25mm ou regulável.

O esguicho regulável permite combater o foco de incêndio com jato, neblina ou névoa e por isso é mais eficiente no processo de extinguir e controlar as chamas. Na Figura 15 são apresentados os esguichos regulável e o esguicho compacto.

Figura 15 – esguichos para hidrantes



Fonte: Disponível em: <<http://instaltecnologia.com.br/normas/h7.jpg>>. Acesso em: 19 julho 2014.

3.2.1 Dobramento e acondicionamento das mangueiras

As mangueiras de hidrantes precisam ser bem acondicionadas e enroladas, de modo a facilitar o processo do seu manuseio e desenrolar durante uma operação de uso. Considerando que em uma situação real de incêndio existirão outros agentes complicadores da situação, tais como fumaça, correria, medo, nervosismo, entre outros, precisamos ter um cuidado especial com o acondicionamento das mangueiras nas caixas de incêndio.

Segundo a NBR 12779/2004, as mangueiras devem ser enroladas de acordo com um dos seguintes métodos:

- forma ziguezague deitada: a mangueira em forma ziguezague deve ser apoiada por um de seus vincos sobre superfície não abrasiva. Podem ser acoplados vários lances para formação de linha pronta;
- forma ziguezague em pé: a mangueira em forma ziguezague deve ser posicionada na vertical sobre ela própria;
- forma espiral: consiste em enrolar a mangueira a partir de uma de suas extremidades, sobre ela mesma, formando uma espiral. Esta forma só deve ser utilizada para armazenamento em estoque;
- forma aduchada: consiste em enrolar a mangueira previamente dobrada contra ela mesma, formando uma espiral a partir da dobra em direção às extremidades. Recomenda-se esta forma de acondicionamento nas caixas de hidrantes.

Nas Figuras 16 e 17 apresenta-se a forma recomendada pela norma para o acondicionamento das mangueiras nas caixas de incêndio.

Figura 16 – Dobra inicial para enrolamento aduchado

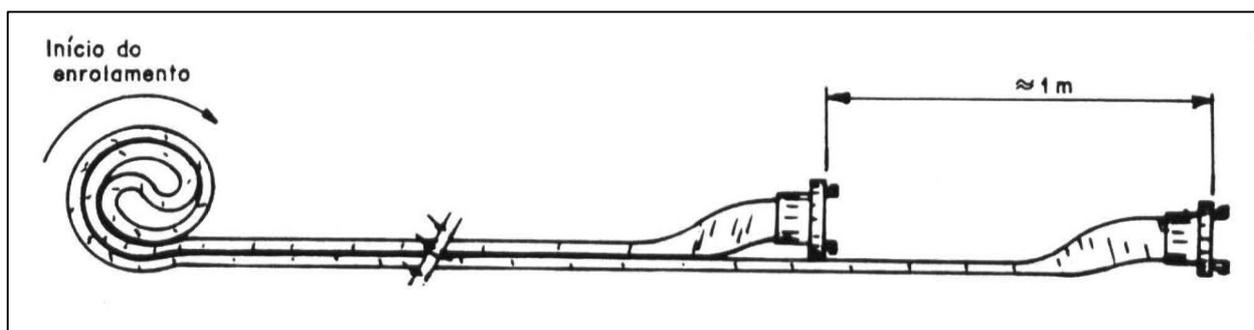
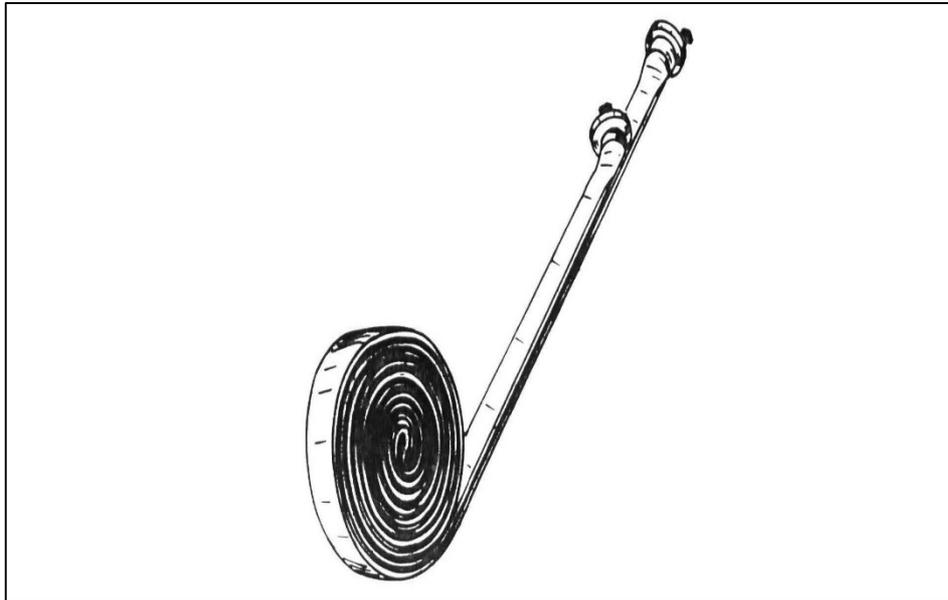


Figura 17 – Forma espiral do enrolamento aduchado



Fonte: ABNT (2009).

Segundo Brentano (2004, p. 84), “Os sistemas sob comando são instalações hidráulicas manuais destinadas a serem utilizadas pelos ocupantes das edificações para dar o primeiro combate aos princípios de incêndios, até a chegada do corpo de bombeiros.”

De modo que a maneira como as mangueiras são enroladas e acondicionadas nas caixas de incêndios são determinantes para a agilidade e rapidez com que se coloca em operação um hidrante.

Segundo Brentano (2004, p. 84),

O espaço disponível e adequado para desenrolar a mangueira de hidrante também **merece grande atenção**, porque a maioria dos saguões dos pavimentos dos edifícios, principalmente os residenciais, apresentam **espaços bastante restritos e insuficientes**. (Grifos do autor).

Uma opção para facilitar o uso dos hidrantes seria manter a mangueira permanentemente acoplada a válvula angular. O que segundo Brentano (2004, p. 84), “essa sistemática pode ocasionar o apodrecimento da mangueira precocemente quando houver vazamento da válvula angular.”

3.3 Mangueiras para mangotinho

Segundo Brentano (2004, p. 85), os mangotinhos são mangueiras semirrígidas de borracha reforçada capazes de resistir às pressões elevadas, dotados de esguicho próprio e permanentemente conectados, não permitindo deformações em sua seção quando enrolados.

Brentano (2004) nos apresenta ainda, as principais características da mangueira do mangotinho:

- São utilizados em lances de 20 ou 30 metros;
- Apresentam diâmetros internos de 25mm (1") e 32mm (1 1/4"), sendo o diâmetro de 25mm o mais utilizado;
- As pressões de serviço obtidas por gravidade ou por sistema de bombas, devem ser:
 - Mínima: 100 Kpa (10 mca ou 1,0Kgf/m²);
 - Máxima: 1,000Mpa (100 mca ou 10,0Kgf/m²)
- São dotados de esguicho próprio regulável, de jato compacto à neblina;
- Estão permanentemente acoplados às válvulas de abertura rápida.
- Volume mínimo de RTI de 9600 e 12000 litros de acordo com as vazões do tipo 1 apresentadas anteriormente na Tabela 3.

Brentano (2004, p.85), diz, "Uma das grandes vantagens do mangotinho sobre o hidrante é que pode ser colocado em operação sem necessidade de acoplamentos ou outras manobras especiais."

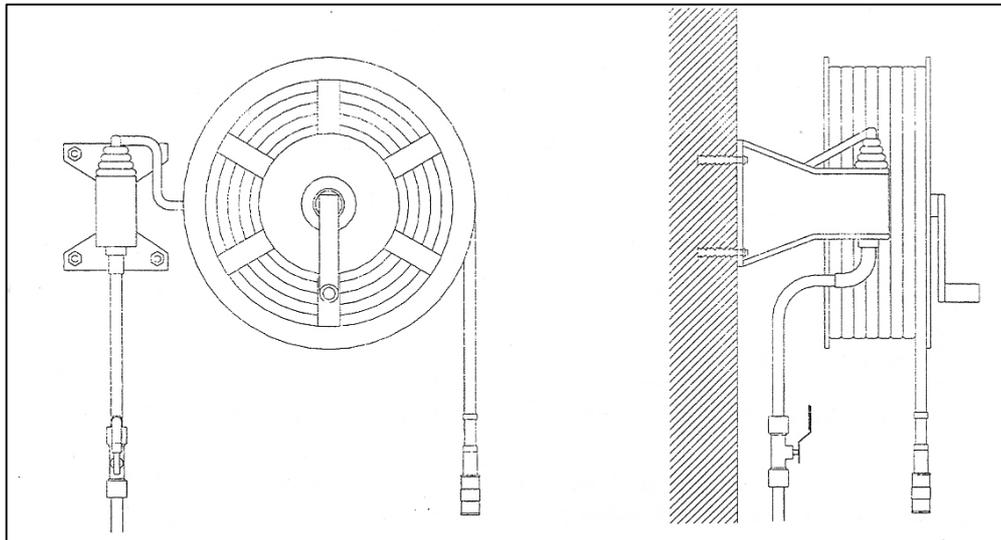
3.3.1 Acondicionamento

Como os mangotinhos são mangueiras semirrígidas, isto é, não podem ser dobradas, elas devem ser enroladas. Geralmente, devido ao custo do carretel, são enroladas em forma de oito e mantidas em caixas de incêndio do mesmo tipo dos hidrantes.

Também podem ser enroladas em suporte tipo carretel. Esse pode ser fixo ou móvel, quando pode girar entorno do seu eixo e articulado com dobradiças que permitem seu giro lateral, ficando perpendicular à parede. O Uso do carretel é a forma ideal para os mangotinhos, pois agiliza muito seu funcionamento já

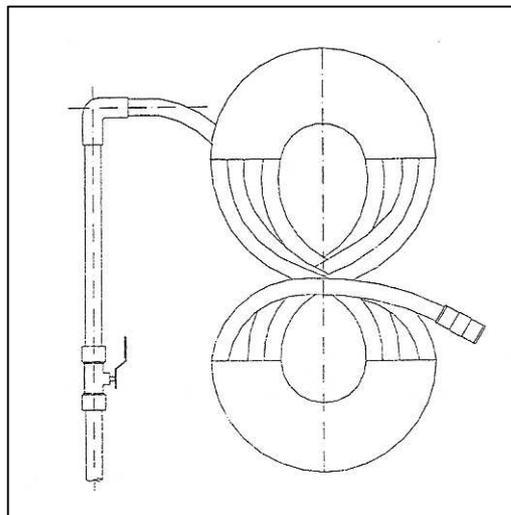
simplificado, permitindo também que seja desenrolado apenas o comprimento necessário para o combate ao incêndio. Nas Figuras 18 e 19 podemos observar as duas formas de acondicionamento do mangotinho.

Figura 18 – Mangotinho enrolado em suporte móvel, tipo carretel



Fonte: (BRENTANO, 2004, p. 85).

Figura 19 – Mangotinho enrolado em forma de oito



Fonte: (BRENTANO, 2004, p. 86).

3.3 Tubulações hidráulicas para sistema de hidrante e mangotinhos

A rede de tubulação de incêndio deve ter diâmetro mínimo de 65mm, embora a norma NBR 13714/2000 permita o diâmetro de 50mm para o sistema de mangotinhos desde que comprovada a eficiência do sistema. Para isso será

necessário realizar os cálculos de pressão e vazão tomando cuidado para não ultrapassar a velocidade máxima de escoamento na tubulação que segundo a NBR 13714/2000 não deve ser superior a 5m/s.

As tubulações constituem os barriletes e as colunas de incêndio. O barrilete é constituído das canalizações que saem do reservatório superior alimentando as colunas de incêndios. Já as colunas de incêndio são as canalizações verticais que conduzem a água do reservatório inferior ou superior até o ponto dos hidrantes ou mangotinhos. (BRENTANO).

As tubulações de incêndio em geral são de cobre, ferro fundido ou aço galvanizado e pintadas de vermelho, sempre aparentes, conforme apresentado na Figura 20 a seguir.

Figura 20 – Tubulação de incêndio

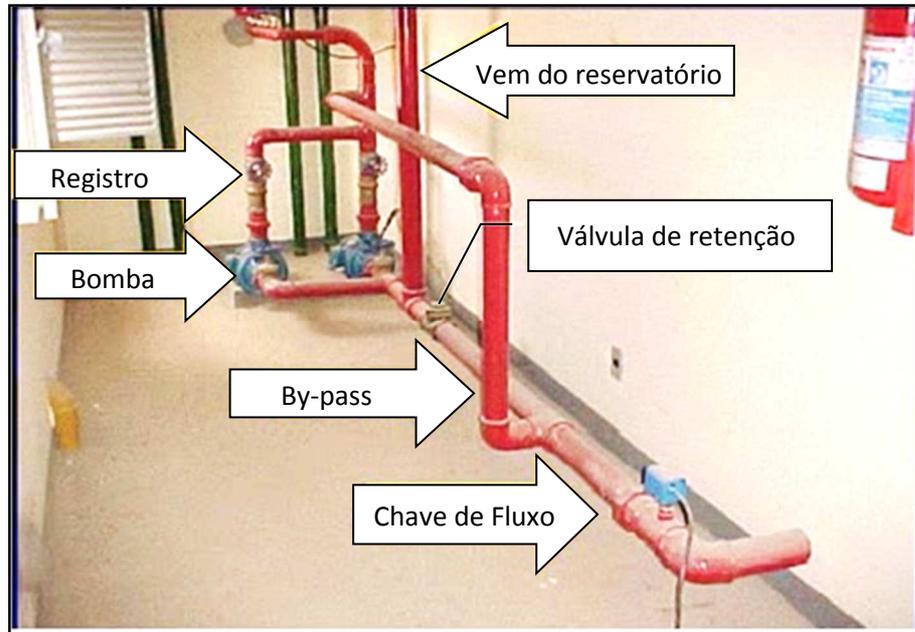


Fonte: Do autor.

Alguns dos componentes das colunas de incêndio são as válvulas de bloqueio e retenção, bomba de reforço para quando não há pressão suficiente pela gravidade, manômetros para medir a pressão da água, alarmes audiovisuais automáticos que indiquem o funcionamento de qualquer um dos hidrantes, caixas de

incêndio em cada ponto de tomada de água. A Figura 21 apresenta parte de um sistema hidráulico de incêndio.

Figura 21 – Sistema hidráulico de combate a incêndio



Fonte: < <http://bombeiroswaldo.blogspot.com.br/2012/>>.

Chave de Fluxo: Atua no controle do fluxo de água na tubulação atuando como um dispositivo complementar de segurança e proteção do sistema para ligar e/ou desligar alarmes, motores, bombas d'água.

By-pass: derivação na rede hidráulica de incêndio que garante o funcionamento do sistema de hidrantes por gravidade.

Válvula de retenção: conexão destinada a permitir o fluxo de água apenas em um sentido.

Registro: conexão destinada ao fechamento do fluxo de água da canalização do sistema de hidrante de parede, geralmente localizado próximo ao reservatório de água, permite o fechamento do fluxo para manutenção das bombas.

Bomba de pressurização: equipamento destinado a fornecer ao sistema de hidrantes de parede a pressão necessária para o combate ao incêndio.

3.4 Operacionalidade

As dificuldades de se colocar um sistema de hidrante em operação, pelas exigências operacionais do processo de desenrolar da mangueira pelo hall dos prédios, muitas vezes, com dimensões bastante reduzidas, além do peso das mangueiras cheias e da pressão do esguicho, constituem condições que retardam o início do combate ao incêndio. Apresenta-se abaixo a Figura 22 com as principais partes do sistema de hidrantes e na Figura 23 o sistema de mangotinho em carretel.

Figura 22 – peças componentes de hidrante de parede



Fonte: Disponível em: <http://www.unifogo.com.br/>. Acesso em: maio 2014.
 Legenda: Da esquerda para a direita, mangueira tipo 1 com adaptadores storz, adaptador storz, registro globo para hidrante, esguicho regulável, chave storz.

Figura 23 – Carretel para mangotinho de 1” pronto para uso



Fonte: Do autor.

Enquanto que o uso do sistema de mangotinho se apresenta pronto para o combate, com registro de abertura rápida, estrutura menos robusta e mais ágil, onde

se quer é necessário o desenrolar completo da mangueira e qualquer pessoa com um mínimo de conhecimento pode operar, se constitui um excelente sistema para o combate ao foco inicial de incêndio em prédios residenciais multifamiliares.

Por outro lado, a vazão dos sistemas de mangotinhos é de 80 ou 100 litros por minuto contra 300 litros para hidrantes tipo 1 com mangueiras de 40mm e 900 litros para hidrantes tipo 2 com mangueiras de 65mm conforme NBR 13714/2000, o que pode ser determinante na capacidade de extinguir o foco de incêndio. A Figura 23 apresenta o mangotinho com carretel e mangueira de 30m.

3.5 Dimensionamento de sistemas sob comando - hidrantes e mangotinhos

Segundo a NBR 13714-2000, em seu item 5.3.1 nos diz que, em qualquer edificação, o dimensionamento deve consistir na determinação do caminhamento das tubulações, dos diâmetros, dos acessórios e dos suportes, necessários e suficientes para garantir o funcionamento dos sistemas previstos na Norma.

A distribuição dos hidrantes e mangotinhos deve ser feita de tal forma que qualquer parte da edificação a ser protegida possa ser alcançada por um sistema tipo 1 ou dois sistemas tipo 2 ou 3, considerando o comprimento das mangueiras e desconsiderando o alcance dos jatos de água.

Sempre deve ser considerado para dimensionamento o uso simultâneo dos dois jatos de água mais desfavoráveis hidraulicamente, ou seja, com a menor pressão no esguicho, os quais em edifícios residenciais encontram-se nos dois últimos pavimentos e em indústrias nos pontos mais distantes.

a) Cálculos hidráulicos

Os cálculos hidráulicos das tubulações devem ser executados por uma das seguintes equações:

a.1) Colebrook “fórmula universal” da perda de carga

$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

onde:

hf : é a perda de carga, em metros de coluna d'água;

f : é o fator de atrito;

L : é o comprimento virtual da tubulação (tubos + conexões), em metros;

D: é o diâmetro interno, em metros;

V: é a velocidade do fluido, em metros por segundo;

g: é a aceleração da gravidade, em metros por segundo, por segundo;

a.2) Hazen Williams

$$J = 605 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times d^{-4,87} \times 10^5 \quad (3)$$

onde:

J é a perda de carga por atrito, em quilopascals por metro;

Q é a vazão, em litros por minuto;

C é o fator de Hazen Williams conforme tabela 5;

d é o diâmetro interno do tubo, em milímetros.

A velocidade da água no tubo de sucção das bombas de incêndio não deve ser superior a 4 m/s, e na tubulação a 5m/s a qual deve ser calculada pela equação:

$$V = Q/A \quad (4)$$

onde:

V é a velocidade da água, em metros por segundo;

Q é a vazão de água, em metros cúbicos por segundo;

A é a área interna da tubulação, em metros quadrados.

Tabela 5 – Fator “C” de Hazen Williams

Material da canalização	Coeficiente de atrito Fator “C”		
	Canalizações		
	Novas	+ 10anos	+ 20anos
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100	-	-
Ferro fundido ou dúctil com revestimento de cimento	140	120	105
Ferro fundido ou dúctil com revestimento de asfalto	140	-	-
Ferro fundido com revestimento de epóxi	140	130	120
Aço preto (para sistemas de canalização seca)	100	-	-
Aço preto (para sistemas de canalização molhada)	120	-	-
Aço Galvanizado	120	100	-
Cobre	150	135	130
PVC, poliuretano, fibra de vidro com epóxi	150	135	130
Mangueira de incêndio	140	-	-

Fonte: BRENTANO (2004, p. 251).

b) Reserva de incêndio

O dimensionamento da reserva de incêndio deve ser realizado para atender um determinado tempo de combate inicial. Depois desse tempo o corpo de bombeiros é que atuará no combate.

O volume mínimo da reserva de incêndio deve ser obtido pela fórmula abaixo:

$$V = Q \times t \quad (5)$$

Onde:

- Q: é a vazão de duas saídas do sistema aplicado, conforme a tabela 2 apresentada anteriormente, em litros por minuto;
- t: é o tempo de 60 min para sistemas dos tipos 1 e 2, e de 30 min para sistema do tipo 3;
- V: é o volume da reserva, em litros.

Para a determinação do tipo de sistema a ser adotado deve-se classificar a edificação conforme o grupo e ocupação definidos na tabela D. 1 do anexo D da NBR 13714-2000. E somente as edificações com área construída superior a 750m² e/ou altura superior a 12m devem ser protegidas por sistema de hidrante ou mangotinhos.

c) Sistema moto-bomba

As bombas hidráulicas podem tanto ser de recalque como de reforço, para quando não se tem pressão suficiente por gravidade. As bombas hidráulicas são de acionamento automático, toda vez que qualquer hidrante seja aberto a bomba deve entrar em funcionamento. Podendo também ter seu acionamento manual.

Os cálculos de potência do conjunto motor-bomba devem ser realizados a partir do conhecimento da altura manométrica, da vazão requerida e do rendimento da bomba, e pode ser obtida pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot h_{mt}}{75 \cdot \eta} \quad (6)$$

Onde:

- N = Potência motriz em CV;
- γ = Peso específico da água – 1000 Kgf/m³;
- Q = Vazão da bomba em m³/s;
- h_{mt} = Altura manométrica total em m;

η = rendimento do grupo motor-bomba.

Os sistemas de bombas hidráulicas são de grande importância para o funcionamento correto dos hidrantes e mangotinho, e para que se atenda as demandas de vazões preconizadas na NBR 13714/2000.

3.5.1 Procedimentos para dimensionamento de hidrante e mangotinhos

Para o dimensionamento dos sistemas sob comando de hidrantes e mangotinhos deve-se seguir o seguinte roteiro de procedimentos.

3.5.1.1 Determinar o tipo de sistema

Fundamentado na lei 14376/2013, na instrução normativa 001/14 do CBMRS, e na NBR 13714/2000. A escolha do sistema deve atender as características da edificação e área de risco a ser protegida.

3.5.1.2 Critérios de projeto

Estudo da arquitetura da edificação e das áreas de risco para elaboração do projeto isométrico, buscando sempre o melhor posicionamento para a tubulação e os pontos de hidrante e/ou mangotinhos levando em consideração critérios como segurança, viabilidade técnica e estrutural menor perda de carga e economia.

3.5.1.3 Critérios de cálculo

Definição do método adotado para dimensionamento das perdas de carga pelas fórmulas de Colebrook ou Hazen-Williams, apresentadas anteriormente nas equações 2 e 3 respectivamente. Segundo Pereira (2013, p.65),

a instalação hidráulica de hidrantes e mangotinhos dispõe de vários componentes em que se aplicam fórmulas hidráulicas, para o seu cálculo, como vazão em esguichos, potência de bomba, perda de carga distribuída (tubos), perda de carga localizada (válvulas e conexões, perda de carga distribuída (mangueira) e velocidade de escoamento da água (interior da tubulação).

O cálculo hidráulico define-se principalmente pelo cálculo das perdas de carga ao longo do sistema sob comando adotado.

Para o cálculo da vazão do esguicho, utiliza-se da fórmula geral para orifícios pequenos conforme apresentado na equação 7.

$$Q = Cd \cdot A \cdot \sqrt{2gH} \quad (7)$$

Onde: Q: vazão na boca do requinte, em metro cúbico por segundo (m³/s);

Cd: coeficiente de descarga entre 0,96 e 0,98;

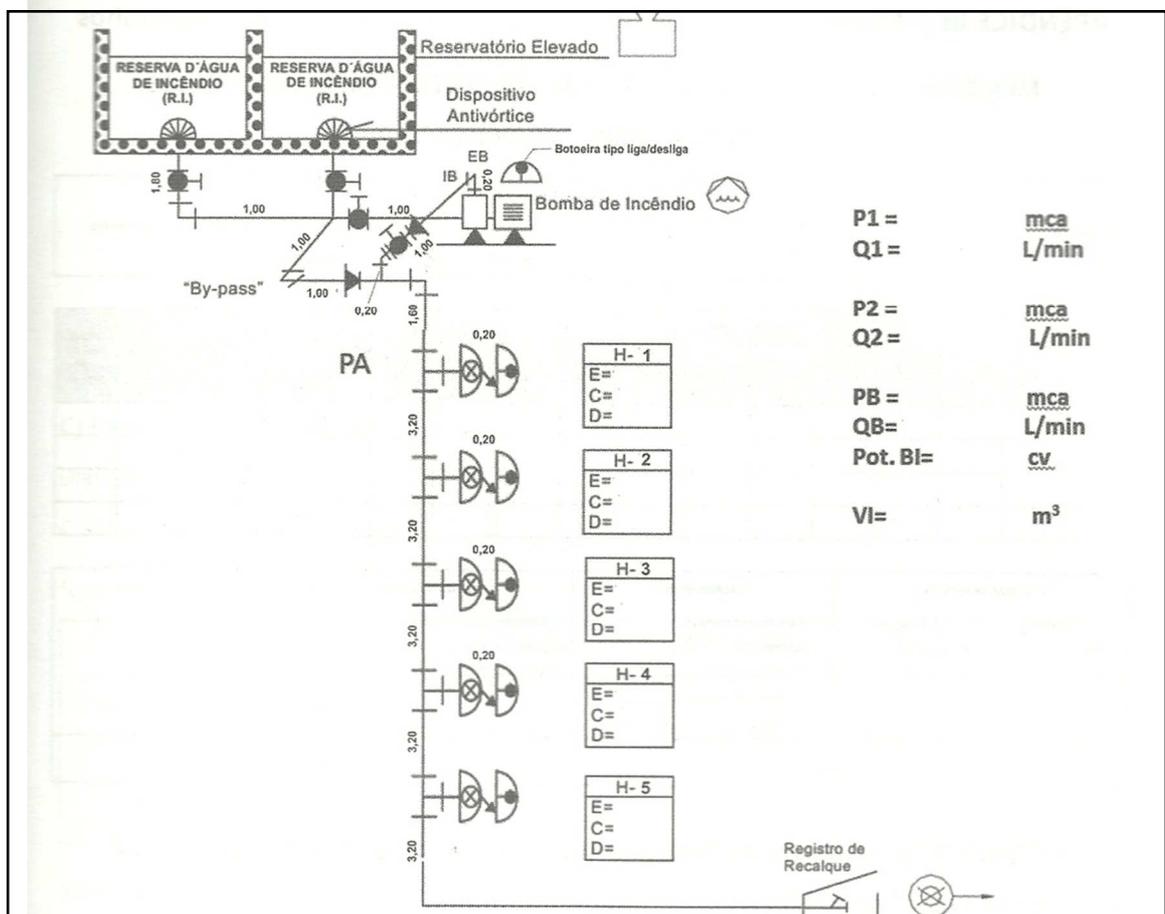
A: área do bocal, em metro quadrado (m²);

G: aceleração da gravidade em metros por segundo ao quadrado (m/s²);

H: pressão dinâmica mínima na boca do requinte, em metros de coluna d'água (mca).

Na Figura 24 apresenta-se um modelo de isométrico para tubulação dos sistemas sob comando de hidrante e mangotinho. O isométrico é de fundamental importância para todo o processo de cálculo das perdas de carga.

Figura 24 – Modelo de isométrico para sistemas sob comando



Fonte: PEREIRA (2013, p.101).

Os procedimentos de cálculo são de grande importância para o correto funcionamento do sistema e atendimento as normas vigentes.

Após a determinação das perdas de cargas e definição das pressões e vazões requeridas no final do sistema determina-se a potência da bomba de incêndio, através da equação 6 anteriormente explicada.

4 ANÁLISE DE USABILIDADE DO SISTEMA DE HIDRANTE E MANGOTINHO

Para a análise da usabilidade dos sistemas de hidrante e mangotinho foi proposto inicialmente a escolha de um prédio residencial que apresentasse no seu Plano de Prevenção e Proteção contra Incêndio - PPCI a instalação de hidrante. A partir do qual foi proposta a construção em escala real do hall desse prédio para simulação dos procedimentos de uso dos sistemas de combate a incêndio.

Para que os procedimentos se aproximassem da realidade, o máximo possível, foi preciso encontrar um local onde existisse os dois sistemas hidráulicos de combate a incêndio por comando, hidrante e mangotinho, instalados lado a lado em ambiente que permitisse a instalação do hall construído.

O local escolhido para o desenvolvimento da simulação, foi o Centro de Treinamentos de Combate a incêndio da Previnsc, em Santa Cruz do Sul. Para a realização dos ensaios foi utilizado a estrutura da empresa que é credenciada pelo corpo de bombeiros do Rio Grande do Sul para a formação de brigadas de incêndio e que possui uma excelente estrutura operacional para a realização dos testes, como a instalação de hidrante e mangotinho, além de uma estrutura conhecida como “maracanã”, que é uma estrutura de concreto, em forma circular para produzir um foco de incêndio controlado e que pode ser iniciado e extinguido a distância. A Previnsc atua, também, no desenvolvimento de projetos de prevenção contra incêndios, além da instalação e manutenção de equipamentos de combate a incêndio.

4.1 Características do prédio analisado

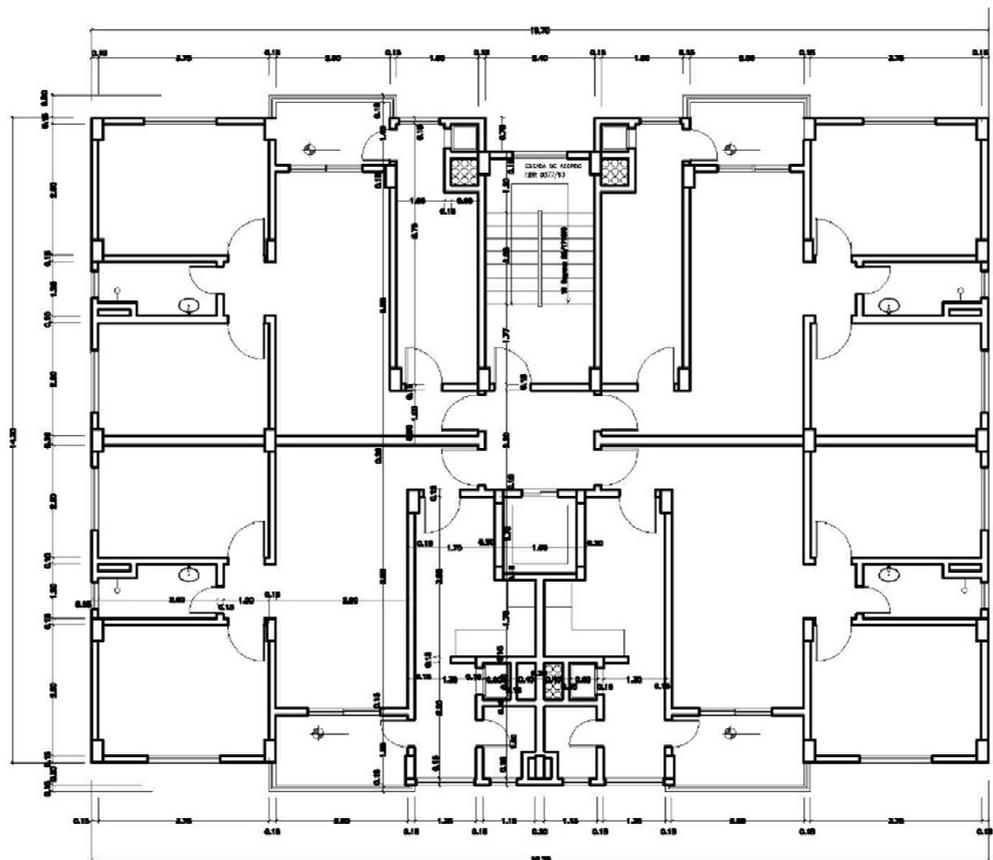
O prédio analisado foi o Residencial Andorra, situado na rua Machado de Assis, nº 65 em Santa Cruz do Sul. O prédio apresenta em sua estrutura arquitetônica 10 pavimentos, sendo o térreo com garagens, salão de festas e hall de acesso principal; 8 pavimentos tipo com 4 apartamentos cada; e 1 pavimento de cobertura com dois apartamentos. O Prédio foi construído em estrutura de concreto armado com paredes em alvenaria de bloco cerâmico. Nas Figuras 25 e 26 podem ser vistos a fachada do prédio e o pavimento tipo respectivamente.

Figura 25 – Fachada do prédio Residencial Andorra



Fonte: Do autor.

Figura 26– Planta baixa do pavimento tipo do Residencial Andorra



RESIDENCIAL ANDORRA
PLANTA BAIXA PAV. TIPO

Fonte: Bule Construtora (2005).

O prédio apresenta a seguinte classificação para o Projeto de Prevenção contra Incêndio – PrPCI, segundo a Lei 14376/2013 atualizada pela LC 14.555/14.

- Classificação da edificação e áreas de risco quanto a ocupação: A2
- Classificação da edificação quanto à altura: Tipo V – $23,00\text{m} < H < 30,00\text{m}$
- Classificação da edificação quanto a área construída: Maior que 750m^2
- Classificação da edificação quanto a carga de incêndio: Baixa até 300Mj/m^2

Para as características da edificação apresentadas acima a Tabela 6A da lei 14376/2013 faz as seguintes exigências:

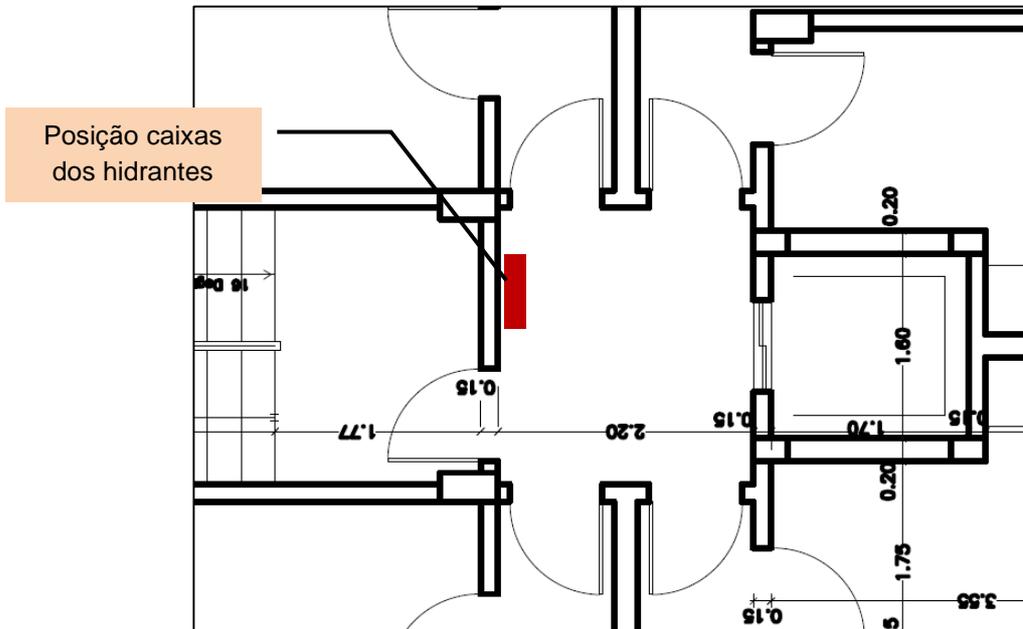
- Acesso a viatura;
- Segurança estrutural contra incêndio;
- Compartimentação vertical (Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça somente nos átrios);
- Controle de materiais de acabamento;
- Saídas de emergência;
- Brigada de incêndio;
- Iluminação de emergência;
- Alarme de incêndio (Pode ser substituído pelo sistema de interfone, desde que cada apartamento possua um ramal ligado à central, que deve ficar numa portaria com vigilância humana 24 horas e tenha uma fonte autônoma, com duração mínima de 60 min.);
- Sinalização de emergência;
- Extintores;
- **Hidrante.**

Dentre as exigências apresentadas acima, o sistema de hidrante é o objeto principal deste trabalho, passando a ser detalhado suas características para o prédio estudado.

Os sistemas de comando dos hidrantes estão localizados no hall de cada pavimento, junto da parede que dá acesso a escada que é protegida por porta corta-fogo. A caixa do hidrante é embutida na alvenaria melhorando a circulação no hall, que apresenta dimensões bastantes reduzidas, sendo $2,20\text{m}$ entre as saídas do elevador e escada e $2,40\text{m}$ entre as saídas dos apartamentos, apresentando uma

área de apenas 5,28m². Conforme Figura 27 percebe-se que isto é uma tendência arquitetônica dos atuais empreendimentos, onde as áreas de uso comum apresentam dimensões bastante diminutas.

Figura 27 – Planta baixa hall do pavimento tipo do Residencial Andorra



Fonte: Bule Construtora (2005).

A partir do levantamento arquitetônico do prédio e com as dimensões do hall e as respectivas posições de saída para escada, elevador e entrada dos apartamentos, iniciou-se a construção da estrutura que representaria esse espaço nos ensaios.

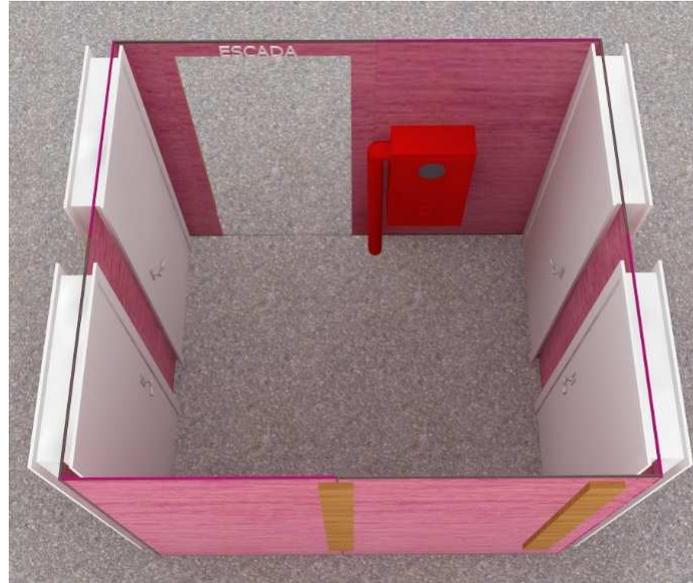
4.2 Construção do modelo do hall em escala 1:1

Para a construção do modelo do hall em escala real foi pesquisado materiais e meios de montagem, para que pudesse ser viabilizado sua construção de maneira prática, rápida e limpa. De modo a causar a menor interferência e impacto possível no local dos testes.

Foi escolhido a utilização de chapas de tapume com 8mm de espessura e dimensões de 210x120cm (hxl), para as emendas foram utilizadas sarrafos de madeira de eucalipto 10x2,5cm, aparafusadas com polca e arruelas devido a fragilidade do material ao aperto.

Antes da construção foi desenvolvido um modelo 3D, como mostra a Figura 28, para que orientasse a execução da estrutura. A Figura 28 apresenta um dos modelos criados para a execução da estrutura do hall.

Figura 28 – Modelo final da estrutura do hall



Fonte: Do autor.

Na sequência a Figura 39 mostra a estrutura sendo construída.

Figura 29 – Estrutura do hall sendo montada



Fonte: Do autor.

Como no local dos testes na sede da Previnsc o hidrante e o mangotinho estavam instalados junto a um muro, como pode ser observado na Figura 30, foi montado para a estrutura de tapume apenas 3 paredes, representando as paredes laterais de 2,20m e a parede de fundo onde fica o elevador 2,40m.

Figura 30 – Local dos testes



Fonte: Do autor.

Duas questões referentes as diferenças entre a realidade do prédio estudado e a situação de simulação construída foi o fato da caixa de mangueira do hidrante não estar do lado da saída d'água e sim aproximadamente 1,5m da posição que deveria estar instalada, estando está ocupada pela caixa do mangotinho. Esse distanciamento entre as caixas e a saída d'água resultou que a caixa da mangueira no modelo construído ficasse fixada muito próximo da porta que daria acesso a um dos apartamentos. Outra consideração, em relação ao ambiente real do prédio e o cenário montado para os testes, e que no prédio o hidrante está instalado junto da parede da escada, o que permitiria ao usuário descer ou subir um vão para conseguir desenrolar a mangueira. Como o hidrante dos testes estava instalado junto a parede do muro não havia essa possibilidade.

Por esses motivos não foi colocada porta na estrutura, deixando-se o vão desta aberto nas medidas de 80x210cm, conforme pode-se observar na Figura 31, o que facilitou a saída do hall pelo ambiente ser plano e o espaço para esticar a mangueira amplo, reduzindo o tempo de início do combate. Pois se tivesse que descer dois lances de escada dificultaria muito o uso do sistema.

Figura 31 – Vão da porta posicionado no modelo do hall construído



Fonte: Do autor.

A estrutura foi encostada junto ao muro de maneira que contivesse em seu interior os sistemas de hidrante e mangotinho. Sendo objetivo principal desse experimento verificar a dificuldade em desenrolar a mangueira de 15m dentro do espaço confinado do hall e o tempo de montagem das conexões de mangueira e esguicho até a abertura do registro da água por usuários sem treinamento. Na Figura 32 observa-se uma das voluntárias retirando a mangueira de 15m da caixa para posteriormente realizar as conexões e desenrolar a mangueira.

Figura 32 – Voluntária retirando a mangueira de 15m da caixa



Fonte: Do autor.

4.3 Procedimentos dos teste

A partir do momento que a estrutura estava instalada e posicionada para os testes, os seguintes procedimentos foram realizados.

Individualmente os voluntários precisavam retirar a mangueira da caixa, desenrolar dentro do hall ou fora e realizar as conexões para posteriormente ligar a água. Como os sistemas de hidrante devem ser operados por duas pessoas, sendo uma no controle da mangueira e outra para o acionamento do registro d'água e por questões de segurança dos voluntários a abertura do registro da água foi feito por outra pessoa. Embora em situações reais nem sempre isso seja possível, necessitando que a mesma pessoa que desenrole a mangueira abra o registro d'água.

Na Figura 33 apresenta-se um dos voluntários conectando a mangueira e em seguida apagando as chamas.

Figura 33 – Voluntário conectando mangueira e apagando as chamas



Fonte: Do autor.

Foram tabuladas as seguintes informações de cada um dos 7 voluntários, sexo, idade, se possuía algum treinamento de incêndio, tempo correspondente para iniciar o combate ao incêndio com o hidrante e tempo para início do combate com o mangotinho.

Abaixo apresenta-se na tabela 3 os dados obtidos com os testes do hidrante e do mangotinho para o tempo de acionamento do esguicho onde a amostra de voluntários contou com 4 homens e 3 mulheres com facha etária entre 13 e 57 anos.

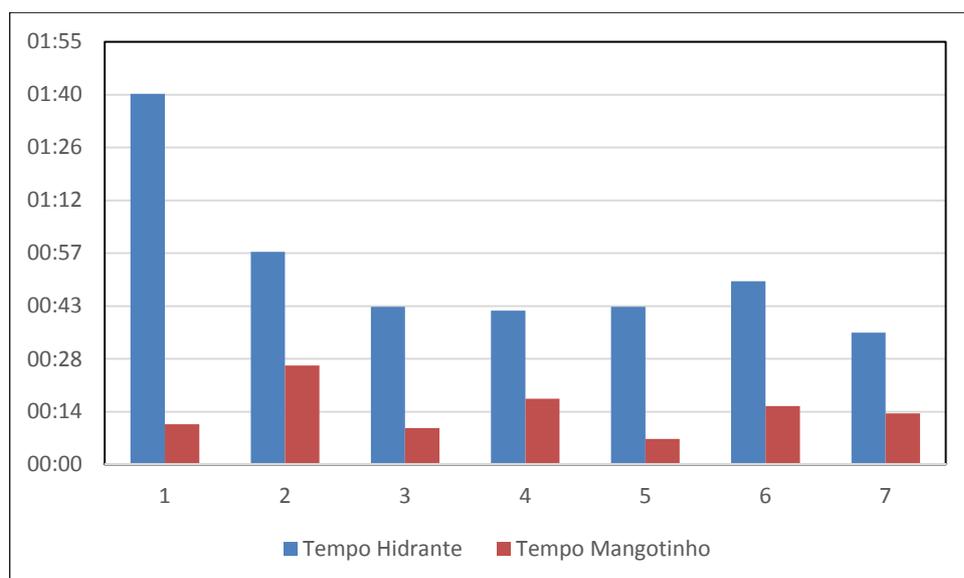
Tabela 3 – Dados de tempo de uso do hidrante e mangotinho

Sexo Voluntário(a)	Idade Voluntário(a)	Possui algum treinamento de incêndio?	Tempo Hidrante	Tempo Mangotinho
M	28	Não	1:41	0:11
M	57	Não	0:58	0:27
F	29	Sim	0:43	0:10
M	16	Não	0:42	0:18
M	34	Não	0:43	0:07
F	13	Não	0:50	0:16
F	26	Não	0:36	0:14

Fonte: Do autor.

Observa-se pelos números apresentados acima, na coluna “tempo hidrante”, uma grande diferença entre o primeiro voluntário a realizar os testes e os demais. Essa diferença deve-se principalmente pelo fato dos demais voluntários terem assistido a realização do teste e trocado informações durante o evento. De maneira que se percebe claramente que a medida que os testes iam ocorrendo, os tempos também se reduziam, como pode ser observado no gráfico 2.

Gráfico 2 – Tempo de uso do hidrante e mangotinho



Fonte: Do autor.

Além dos dados quantitativos da amostra de tempo apresentados na tabela 3, foi solicitado aos voluntários que respondessem algumas questões referente a suas impressões de uso dos dois sistemas para que se pudesse entender as principais dificuldades do uso desses sistemas. Esse questionário está apresentado na sua íntegra no anexo A e tem suas respostas tabuladas abaixo.

Questões referentes ao uso do hidrante:

1. Como você classifica a forma de conectar os equipamentos, como a mangueira, o adaptador Storz, o esguicho regulável?

Muito Difícil	Difícil	Fácil	Muito Fácil
[]	[4]	[3]	[]

2. Como você classifica o processo de desenrolar a mangueira dentro do espaço confinado do hall do prédio?

Muito Difícil	Difícil	Fácil	Muito Fácil
[]	[6]	[1]	[]

3. Qual o seu grau de segurança com o uso do hidrante?

Muito inseguro	Inseguro	Seguro	Muito seguro
[]	[1]	[6]	[]

4. Como você avalia sua possibilidade de extinguir um princípio de incêndio com o uso do Hidrante?

Muito improvável	Improvável	Provável	Muito provável
[]	[]	[7]	[]

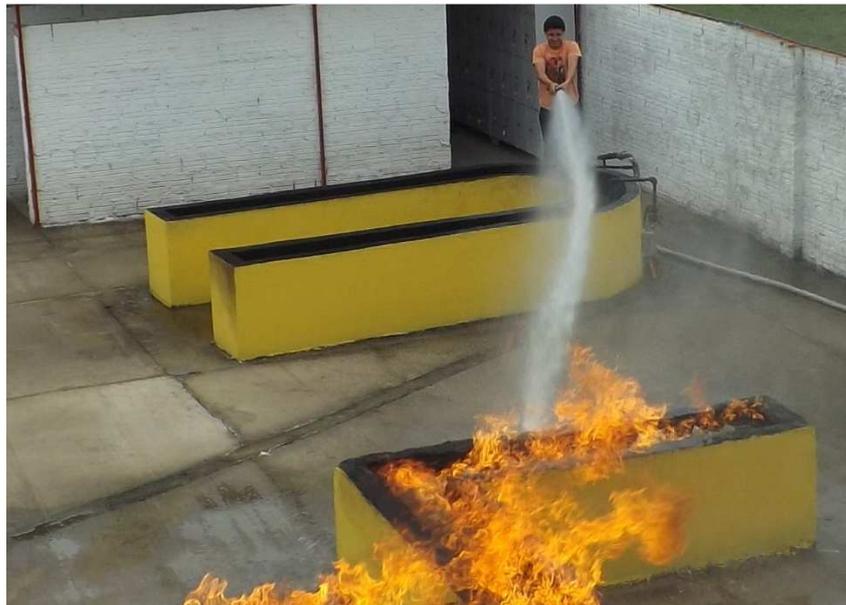
Sobre a questão 1 como você classifica a forma de conectar os equipamentos, como a mangueira, o adaptador storz, o esguicho regulável? Percebeu-se durante a observação dos testes que foi a etapa que demandou maior tempo durante o processo de uso do hidrante. Para a questão 2 sobre o desenrolar da mangueira dentro do hall tivemos 6 respostas para a opção difícil e 1 para fácil, o que percebe-se e confirma-se a grande dificuldade em manusear uma mangueira de 15m que é a menor possível dentro de um espaço tão pequeno. Quanto ao voluntário que marcou a opção fácil, acredita-se que este tenha tido a compreensão do processo como um

todo, pois ao sair de dentro do hall havia espaço amplo para correr com a mangueira, fato que contribuiu para um tempo de início do combate ficar no geral abaixo de um minuto.

Sobre a questão 3 referente a sentir-se seguro com o uso do hidrante, a grande maioria considerou-se seguro com o uso e relataram que com algum treinamento poderiam rapidamente combater um princípio de incêndio. Assim como a questão 7, todos consideraram provável de se combater um princípio de incêndio. Observa-se, também, nos comentários dos voluntários sobre o grande volume de água na saída da mangueira do hidrante, já que nenhum deles havia manuseado um equipamento nem visto em funcionamento.

Na Figura 34 abaixo pode se ver um dos voluntários utilizando o hidrante para apagar as chamas.

Figura 34 – Voluntário apagando as chamas com uso do hidrante



Fonte: Do autor.

As mesmas questões foram levantadas a respeito do uso do mangotinho, com exceção da questão 1 do hidrante, pois o mangotinho não apresenta partes a se conectarem ele já está pronto para o uso.

Passamos a análise das respostas para o uso do mangotinho, para o questionário apresentado no Anexo A.

1. Como você classifica o processo de desenrolar o mangotinho dentro do espaço confinado do hall do prédio?

Muito Difícil	Difícil	Fácil	Muito Fácil
[]	[]	[3]	[4]

2. Qual o seu grau de segurança com o uso do mangotinho?

Muito inseguro	Inseguro	Seguro	Muito seguro
[]	[]	[5]	[2]

3. Como você avalia sua possibilidade de extinguir um princípio de incêndio com o uso do mangotinho?

Muito improvável	Improvável	Provável	Muito provável
[]	[]	[1]	[6]

Ao analisar a questão do desenrolar a mangueira para iniciar o combate ao foco de incêndio percebeu-se uma grande facilidade dos usuários, principalmente pelo fato de a mangueira do mangotinho ser uma mangueira semirrígida, que não necessita ser desenrolada totalmente, o que agiliza muito o tempo de resposta para o combate ao foco de incêndio, ao contrário da mangueira do hidrante que precisa ser totalmente desenrolada.

Quanto à segurança no uso do mangotinho 100% dos entrevistados disseram se sentir seguro ou muito seguros com o uso. As principais questões relatadas pelos voluntários, principalmente as mulheres, diz respeito ao peso da mangueira e a força necessária para segurar e direcionar o jato d'água durante o uso do hidrante, o que não ocorre com o mangotinho.

Sobre a possibilidade de extinguir um princípio de incêndio todos consideraram provável ou muito provável, o que de certo modo demonstra a segurança, agilidade e confiança dos usuários principalmente na simplicidade do sistema.

Como o sistema de mangotinho do local não possuía carretel percebeu-se que o processo de enrolar a mangueira corretamente é fundamental para que na hora do uso torne-se simples removê-la da caixa. A seguir, na Figura 35, apresenta-se um dos voluntários utilizando o mangotinho parcialmente desenrolado.

Figura 35 – Voluntário utilizando mangotinho



Fonte: Do autor.

A partir desses ensaios pode-se perceber um comparativo das características mais relevantes entre hidrantes e mangotinhos.

Sistema com Hidrantes:

- São mais pesados;
- Requerem espaço para o desenrolar da mangueira;
- Precisam de conexão da mangueira e do esguicho;
- Registro de abertura mais pesado para abrir;
- Maior vazão em l/min.

Sistema de Mangotinho:

- São mais leves;
- Estão prontos para o uso, não requerem nenhuma conexão;
- Não precisam ser totalmente desenrolados, o que permite o uso em espaços menores;
- Registro de fácil abertura;
- Vazão Menor;
- Proporciona maior segurança aos usuários.

5 CONCLUSÃO

As questões referentes a segurança da vida e do patrimônio, no contexto da prevenção, proteção e combate ao incêndio, deverão sempre estar na pauta das discussões do Poder Público, Corpo de Bombeiros e entidades de classe como o CREA. A engenharia possui papel importante no que tange às questões relacionadas a projeto, tecnologia, construção, normas e leis que vão ao encontro à preservação da vida e do patrimônio e precisam estar atualizadas a nossa realidade urbana e social.

Observa-se, na pesquisa bibliográfica, a importância da adequação dos sistemas de combate a incêndio às edificações, mas também às pessoas que irão operar esses sistemas.

Durante o período da pesquisa desse trabalho, a Lei 14.376 principal instrumento que norteia os projetos e processos de fiscalização de prevenção a incêndios no Rio Grande do Sul passou por muitas discussões e modificações resultando na atualização até a Lei Complementar 14.555 de 2 de julho de 2014.

Dentro do contexto dos hidrantes e mangotinhos percebe-se ainda uma ausência de clareza, pois a nossa lei refere-se apenas ao termo hidrante, deixando para a Norma NBR 13714/2000 a incumbência de definir o tipo e suas características. E no caso das edificações residenciais a própria NBR 13714/2000 permite-se a substituição do sistema de mangotinho, por um sistema alternativo de hidrante com vazão de 130l/min. O que leva o construtor a adotar o sistema alternativo por questões de custo. De modo a nos levar a refletir se a própria norma, não carrega traços do antigo sistema de resseguros, que avaliava os riscos pela preservação do patrimônio quando nos apresenta um viés que nos conduz a execução de sistemas que priorizam alternativas econômicas, ao invés de priorizar a vida através de sistemas, como o mangotinho que se apresentou muito simples de ser utilizado.

A partir dos estudos realizados, foi possível entre o objetivo proposto de analisar a utilização do hidrante e do mangotinho em prédio residencial multifamiliar sob o enfoque da usabilidade, comparando os sistemas sob comando, com o objetivo de identificar a melhor opção de sistema hidráulico de combate a incêndio, também:

- Conhecer as leis e normas que regulamentam o uso, instalação e aplicação dos sistemas de combate a incêndio sob comando;
- Compreender melhor o funcionamento dos sistemas de hidrante e mangotinho;
- Avaliar a importância de um sistema simples de ser utilizado como o mangotinho e sua eficiência no combate ao princípio de incêndio;
- Concluir que sob o enfoque da usabilidade o mangotinho ofereceu maior agilidade e segurança aos usuários da edificação e que não apenas as grandes reservas de água, vazões e diâmetros de tubulação são preponderantes na segurança da edificação, mas que o sistema como um todo precisa estar adequado ao usuários para que seu funcionamento seja eficiente no momento em que for solicitado.

Sugere-se como etapas a serem desenvolvidas como continuidade deste trabalho:

- Avaliação de custos detalhada dos sistemas de hidrante e mangotinho;
- Avaliação da eficiência através de ensaios com controle da carga de incêndio;

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL. *Compilação Legislativa: Segurança contra incêndio em edifícios*. Carnaxide – Portugal: Europress, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13860:1997. Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro, 1997. (Confirmada em 02/07//2014).

_____. NBR 10897:2003. Glossário Proteção contra incêndios por chuveiros automáticos. Rio de Janeiro, 2003. (Corrigida pela NBR 10897/2014).

_____. NBR 13714:2000. Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000. (Confirmada em 02/07//2014).

_____. NBR 5667:1980. Hidrantes urbanos de incêndio. Rio de Janeiro, 1980. (Corrigida NBR 5667/2006). (Confirmada em 09/05//2011)

_____. NBR 12779:2009. Mangueiras de incêndio - Inspeção, manutenção e cuidados. Rio de Janeiro, 2004. (Confirmada em 28/07//2014).

_____. NBR 11861:1998. Mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1998. (Confirmada em 02/07//2014).

BRENTANO, Telmo. *Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações*. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

_____. *Sistema de mangotinhos x sistema de hidrantes*. s.d. Disponível em: <<http://www.telmobrentano.com.br/artigos.php?id=4>>. Acesso em: abril de 2014.

_____. *Palestra Assembleia Legislativa do RS*. 2013. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repdcp_m505/ComEspContraIncendio/1%C2%AA%20AP_%202013.pdf>. Acesso em: abril de 2014.

BULE CONSTRUTORA. Projeto Arquitetônico Residencial Andorra. 2005.

CARLO, Ualfrido Del. A segurança contra incêndio no Brasil. In: SEITO, Alexandre Itiu; et al. (Coord.). *A Segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

CONEXO. Desenvolvido pela empresa conexo. Empresa brasileira voltada para a fabricação de tubos e conexões. Disponível em: <http://www.conexobrasil.com.br/imagens/produtos/20_hidrante_de_coluna.gif>. Acesso em: maio de 2014.

Corpo de Bombeiro do Paraná – CBPR. NPT034/2011. Hidrante Urbano. 2011. Disponível em: <http://www.bombeiroscascavel.com.br/downloads/novocodigo/NPT_034-11-Hidrante_urbano.pdf>. Acesso em: abril de 2014.

_____. NPT022/2012. Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. 2012. Disponível em:

<<http://www.bombeiros.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=156>>. Acesso em: abril de 2014.

FERNANDES, Ivan Ricardo. *Engenharia de segurança contra incêndio e pânico*. Curitiba: CREA-PR, 2010.

GOMES, Ary Gonçalves. *Sistemas de prevenção contra incêndios*. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Estatística do séc. XX*. Disponível em: <<http://seculoxx.ibge.gov.br/populacionais-sociais-politicas-e-culturais/busca-por-palavra-chave/populacao>>. Acesso em: junho de 2014.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 001.1/2014. Corpo de Bombeiro militar do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.bombeiros-bm.rs.gov.br/Legislacao/Instrucoes_normativas.html>. Acesso em: março de 2014.

IT034/2004. Hidrantes urbanos. Corpo de Bombeiro militar do Estado de São Paulo. JATO SISTEMAS. Desenvolvido pela empresa Jato Sistemas. Apresenta produtos e serviços para prevenção e combate a incêndios. Disponível em: <<http://www.jatosistema.com.br/>>. Acesso em: maio de 2014.

NEGRISOLO, Walter. *Arquitetando a segurança contra incêndio*. 2011. 415 f. Tese. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2011.

NETO, Manuel Altivo da Luz. *Condições de segurança contra incêndio*. Brasília: Ministério da Saúde, 1995.

OLIVEIRA, Lúcia Helena de; GUIMARÃES, Áderson Pereira; GONÇALVES, Orestes M. Sistemas de combate a incêndio com água. In: SEITO, Alexandre Itiu et al. (Coord.). *A Segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

PEREIRA, Áderson Guimarães. *Segurança contra incêndio: sistemas de hidrantes e de mangotinhos*. São Paulo: LTR, 2013.

RIO GRANDE DO SUL. Lei 14376 de 26 de dezembro de 2013. Diário Oficial [do] Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 27 de dezembro de 2013. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=263647>>. Acesso em: março de 2014.

SEITO, Alexandre Itiu et al. (Coord.). *A segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

_____, Alexandre Itiu. Fundamentos de fogo e incêndio. In: _____. *A Segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVA, Valdir Pignatta. *Segurança contra incêndios em edifícios: considerações para projeto de arquitetura*. São Paulo: Blucher, 2014.

VILLAVERDE, Adão. Uma lei para preservar vidas. *Conselho em Revista CREA-RS*. Jan./Fev. 2014. Encarte especial Lei complementar Nº 14.376/2013.

ANEXO A - PESQUISA SOBRE PERCEPÇÕES DO USO DOS SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Esta pesquisa possui por objetivo principal entender como os voluntários perceberam as questões relacionadas ao uso do sistema de hidrantes e Mangotinhos durante as simulações.

No que refere-se ao uso do HIDRANTE pergunta-se:

Como você classifica a forma de conectar os equipamentos, como a mangueira, o adaptador Storz, o esguicho regulável?

Muito Difícil	Difícil	Fácil	Muito Fácil
[]	[]	[]	[]

Como você classifica o processo de desenrolar a mangueira dentro do espaço confinado do hall do prédio?

Muito Difícil	Difícil	Fácil	Muito Fácil
[]	[]	[]	[]

Qual o seu grau de segurança com o uso do hidrante?

Muito inseguro	Inseguro	Seguro	Muito seguro
[]	[]	[]	[]

Como você avalia sua possibilidade de extinguir um princípio de incêndio com o uso do Hidrante?

Muito improvável	Improvável	Provável	Muito provável
[]	[]	[]	[]

No que refere-se ao uso do MANGOTINHO pergunta-se:

Como você classifica o processo de desenrolar o mangotinho dentro do espaço confinado do hall do prédio?

Muito Difícil	Difícil	Fácil	Muito Fácil
[]	[]	[]	[]

Qual o seu grau de segurança com o uso do mangotinho?

Muito inseguro	Inseguro	Seguro	Muito seguro
[]	[]	[]	[]

Como você avalia sua possibilidade de extinguir um princípio de incêndio com o uso do mangotinho?

Muito improvável	Improvável	Provável	Muito provável
[]	[]	[]	[]